



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Fakultät für Informatik

Institut für Technische und Betriebliche Informationssysteme

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik

Bachelorarbeit

Thema:

Nachhaltigkeitsbetrachtung der IT-Geräteklassen Smartphone, Desktop-PC, Tablet-PC und Laptop

Vorgelegt von:

Student Wirtschaftsinformatik Bachelor
Robert Humbsch (Matrikelnummer 199964)

Hanns-Eisler-Platz 8
39128 Magdeburg

robert.humbsch@gmx.de

Betreuer:

Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Universität Magdeburg
Fakultät für Informatik
Postfach 4120, D-39106 Magdeburg

Abgabedatum:

10.04.2017

Abstract

In dieser Bachelorarbeit geht es um die Analyse der Nachhaltigkeit von unterschiedlichen IT-Gerätetypen. Zu Beginn wird die IT-Technikgeschichte analysiert und es werden wichtige Etappen und Ereignisse aufgeführt. Im dritten Kapitel findet die Auswertung und Interpretation der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Verbraucherumfrage statt. Eines der zentralen Ergebnisse dieser Befragung ist, dass die Verbraucher beim Kauf von IT-Geräten zuerst auf den Preis, dann auf die Funktionen und erst viel später auf die Umweltbilanz schauen. Das zweite Ergebnis ist, dass fast alle Befragten heute ein Smartphone besitzen und/oder nutzen. Im vierten Kapitel sind die Analyseergebnisse der sehr ausführlichen Untersuchung der Auswirkungen der IT-Gerätetypen aufgeführt. Diese Analyse und Interpretation orientiert sich an den vier zentralen Produktlebenszyklusphasen. Je Phase werden zuerst die allgemeinen Auswirkungen und Umweltbelastungen aufgeführt und anschließend werden die vier konkreten Vertreter von Apple verglichen. Die vier im Rahmen dieser Bachelorarbeit betrachteten IT-Geräteklassen sind Smartphones, Tablet-PC's, Laptops/Notebook und die Desktop-PC's. Im fünften Kapitel wird die als zentrales Ziel dieser Arbeit festgelegte Rangordnung nach Nachhaltigkeit der IT-Gerätetypen aufgestellt. Abschließend findet eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit statt und es wird ein Ausblick gegeben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielstellung.....	1
1.3 Aufbau und Methodik	2
2. Etappen der IT-Geschichte.....	3
2.1 Die Anfänger des Computers bzw. Rechners.....	3
2.2 Die Entwicklung des Personal Computer.....	6
2.3 Die IT-Geräteklasse Laptop bzw. Notebook.....	10
2.4 Die IT- Geräteklasse Smartphone	12
2.5 Das erste Tablet	15
2.6 Die neuen Kombinationen der Gerätetypen	16
2.7 Die Zukunft der IT-Geräte	18
3. Umfrage.....	19
3.1 Ablauf und Ziele der Umfrage	19
3.2 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	20
4. Analyse der IT-Gerätetypen auf die Auswirkungen auf die Umwelt und die Nachhaltigkeit ..	28
4.1 Definition und Einordnung der zentralen Begriffe	28
4.2 Erläuterung des Untersuchungs- bzw. Betrachtungsradius.....	29
4.3 Rohstoffgewinnung	34
4.4 Produktdesign und Produktion	35
4.5 Nutzungsphase inkl. Betrachtung der Verkaufszahlen	42
4.6 Entsorgungsphase.....	53
4.7 CO ₂ - Betrachtung	57
4.8 Ökologischer Rucksack.....	60
5. Auswertung und Rangfolge aufstellen	62
6. Zusammenfassung und Ausblick	65
Literaturverzeichnis.....	V
Selbstständigkeitserklärung.....	XII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Z3	4
Abbildung 2: ENIAC	5
Abbildung 3: Computer „Simon“	6
Abbildung 4: Altair 8800	7
Abbildung 5: Apple I.....	7
Abbildung 6: Apple II	8
Abbildung 7: IBM PC 5150	8
Abbildung 8: iMac (1998).....	9
Abbildung 9: GriD Compass1100.....	10
Abbildung 10: Compaq Portable.....	10
Abbildung 11: IBM PC Convertible	11
Abbildung 12: Smartphone „Simon“	13
Abbildung 13: iPhone (2007).....	13
Abbildung 14: Fairphone 2	15
Abbildung 15: iPad (2010).....	16
Abbildung 16: Microsoft Surface Pro4 als Convertible-Vertreter	17
Abbildung 17: Automatische Auswertung Frage 4.....	23
Abbildung 18: Automatische Auswertung Frage 5.....	24
Abbildung 19: Automatische Auswertung Frage 9.....	27
Abbildung 20: Darstellung des Bewertungsschemas	29
Abbildung 21: Rangfolge der Nachhaltigen Unternehmen.....	30
Abbildung 22: iPhone 7 Plus.....	30
Abbildung 23: iPad Pro (12,9“).....	31
Abbildung 24: 15“ MacBook-Pro mit Thunderbolt 3	32
Abbildung 25: 27“ iMac mit 5K Retina Display.....	32
Abbildung 26: Der Lebenszyklus eines Mobiltelefons	34
Abbildung 27: Absatzentwicklung der Smartphones.....	42
Abbildung 28: Absatzentwicklung der Desktop-PC’s, Notebooks und Tablet-PC’s.....	43
Abbildung 29: Absatzentwicklung von IT-Geräten durch Produktverschmelzung	49
Abbildung 30: Gegenüberstellung Stromverbrauch Desktop-PC und Notebook	50
Abbildung 31: Gegenüberstellung Stromverbrauch von IT-Gerätetypen	51
Abbildung 32: Materialzusammensetzung eines Mobiltelefons	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche Geräteanzahl heute pro Person	20
Tabelle 2: Durchschnittliche Geräteanzahl 2010 pro Person	21
Tabelle 3: Gegenüberstellung Geräteanzahl 2010 und heute pro Person.....	21
Tabelle 4: Darstellung der durchschnittlichen Nutzungsdauer je IT-Gerätetyp	22
Tabelle 5: Absolute Antworten der Nutzung	26
Tabelle 6: Auflistung der primären Anwendungsfälle der IT-Gerätetypen	26
Tabelle 7: Gegenüberstellung der nachhaltigen Designaspekte der Apple-Produkte	40
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Verpackungen der Apple-Produkte	41
Tabelle 9: Darstellung der Verpackung pro kg	41
Tabelle 10: Gegenüberstellung des Stromverbrauches der Apple-Produkte	52
Tabelle 11: Gegenüberstellung der Materialzusammensetzung der Apple-Produkte	56
Tabelle 12: Prozentualer Materialanteil der Apple-Produkte	57
Tabelle 13: Gegenüberstellung der CO2-Emissionen der Apple-Produkte.....	59
Tabelle 14: CO2-Emission der Apple-Produkte bei 12 Jahren Betrachtungszeitraum	60
Tabelle 15: Bewertungstabelle zum Aufstellen der Rangfolge der Nachhaltigkeit	62

Abkürzungsverzeichnis

cm ²	Quadratcentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
g	Gramm, Gewichtsangabe
GPS	Global Positioning System
IBM	International Business Machines Corporation
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnik
kg	Kilogramm, Gewichtsangabe
kWh	Kilowattstunde, physikalische Einheit
LCD	Flüssigkristallanzeige (englisch liquid crystal display)
LED	LED-Display (von LED, englisch light-emitting diode, also „Leuchtdiodenanzeige“)
MHz	Megahertz
MP3	Verfahren zur verlustbehafteten Kompression digital gespeicherter Audiodaten
ppi	pixel per inch, Maßeinheit der Punktdichte
PVC	Polyvinylchlorid, Kunststoffart
SSD	Solid-State-Drive bzw. eine Solid-State-Disk, elektrisches Speichermedium
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), Mobilfunkstandard der dritten Generation (3G)
USD	US-Dollar, Währungseinheit der Vereinigten Staaten
W	Watt, physikalische Einheit
WLAN	Wireless Local Area Network, lokales Funknetz

1. Einleitung

1.1 Motivation

„Internetfähige Computer und moderne Kommunikationstechnologien haben in private Haushalte Einzug gefunden und sind aus dem Alltag von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen kaum mehr wegzudenken.“¹, so ist es im Artikel mit dem Titel „Nutzungsmuster von Internet und Computerspielen“ zu lesen, welcher von David Riedl, Andrea Stöckl, Charlotte Nussbaumer, Gerhard Rumpold, Kathrin Sevecke und Martin Fuchs verfasst wurde. Mit großer Sicherheit kann man dieser Aussage direkt zustimmen, da man selber auf die modernen IT-Gerätschaften angewiesen ist. In letzter Zeit wird in den Medien vermehrt von „Green-IT“ gesprochen und dass unsere IT-Geräte umweltschonender bzw. nachhaltiger werden müssen. Doch was verbirgt sich genau hinter diesem Begriff? Recherchiert man zu Maßnahmen um ein Rechenzentrum im Einklang mit Green-IT zu bringen wird man sehr schnell fündig.

Für folgende Fragestellungen ist es nicht so leicht konkrete Aussagen zu finden:

- Welche IT-Geräte soll man kaufen, wenn man die Umwelt nicht unnötig belasten will?
- Welche IT-Geräteklasse ist die Nachhaltigste?

Jedoch ist gerade die Beantwortung der Fragen für einen umweltbewussten Käufer von großer Relevanz.

1.2 Zielstellung

Die Zielstellung dieser Bachelorarbeit besteht aus einem Primärziel und mehreren Sekundärzielen. Das Primärziel ist es wissenschaftlich zu analysieren, welche der aktuell vorhandenen IT-Gerätetypenklassen die Umwelt am wenigsten belastet. So sollen unter dem Begriff „Nachhaltigkeit“ die verschiedenen IT-Geräteklassen betrachtet und Auswirkungen erläutert werden. Am Ende soll eine Rangfolge der IT-Geräte geordnet nach Nachhaltigkeit angegeben werden.

Das erste Sekundärziel ist es aufzuzeigen, welche Gegebenheiten zu den Veränderungen der Gerätetypen geführt haben. Hierzu soll die IT-Geschichte untersucht und die Gründe aufgeführt werden, warum die Kunden zu den neuen Produkttypen gewechselt haben. Als zweites Sekundärziel soll unter Zuhilfenahme einer Umfrage herausgearbeitet werden, welche IT-Geräte die Verbraucher heute nutzen und wofür sie diese einsetzen. Bei diesem Sekundärziel soll auch auf die Veränderung der IT-Geräte-Anzahl bei den Nutzern eingegangen werden. Außerdem sollen die Faktoren, welche beim Kauf von IT-Geräten wichtig sind, ermittelt werden.

¹ Riedl, David, et al. "Nutzungsmuster von Internet und Computerspielen", (Seite 2)

1.3 Aufbau und Methodik

Im ersten Kapitel geht es um die Motivation, die Zielstellung und die Beschreibung der Gliederung der Arbeit. Im 2. Kapitel findet eine schwerpunktbezogene Abhandlung der Geschichte der IT-Technik statt. Hierzu werden jeweils die relevanten Ereignisse aufgeführt und die neu entstandenen Gerätearten definiert. Außerdem wird darauf eingegangen, warum sich diese neuen Geräteausprägungen durchgesetzt haben oder eben nach kurzer Zeit wieder vom Markt verschwunden sind.

Das dritte Kapitel legt die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage dar. Zuerst wird die Durchführung und die Teilnehmerzusammensetzung der Personenbefragung detailliert erörtert. Danach folgt eine ausführliche Darstellung der Umfrageergebnisse und eine Interpretation dieser.

Das Kapitel vier beinhaltet die Auseinandersetzung mit der Fragestellung des primären Zieles dieser Bachelorarbeit. Hierzu werden zunächst die zentralen Begriffe „Green-IT“, „Umwelt“ und „Nachhaltigkeit“ definiert. Anschließend wird der Untersuchungsradius definiert, um in den folgenden Absätzen die Nachhaltigkeit der IT-Geräteklassen in ihren verschiedenen Lebenszyklusphasen genauer zu betrachten und gegenüberzustellen.

Im Kapitel fünf findet die umfassende Bewertung und Auswertung der einzelnen betrachteten Faktoren statt. Weiterhin wird die Rangfolge der IT-Geräte, geordnet nach Nachhaltigkeit aufgestellt und erläutert.

Kapitel sechs stellt anfangs den Inhalt der Bachelorarbeit zusammenfassend als Fazit dar. Anschließend werden kurz aufgetretene Probleme der Erstellung angeführt. Zum Schluss wird in diesem Kapitel eine kurze Betrachtung der zukünftigen Entwicklung gegeben.

Nach den einzelnen Kapiteln der Bachelorarbeit befinden sich das Literaturverzeichnis und die Selbstständigkeitserklärung.

2. Etappen der IT-Geschichte

2.1 Die Anfänger des Computers bzw. Rechners

Die Geschichte der IT ist sehr komplex und die einzelnen Etappen lassen sich nicht präzise voneinander abgrenzen. Oft gab es bereits parallel zu einer erfolgreichen Geräteklasse schon Entwicklungen und erste Produkte im Bereich eines nachfolgenden Gerätetyps. Innerhalb dieser Arbeit findet die geschichtliche Abhandlung geordnet nach dem Durchbruch der Geräteklassen statt.

Grundlage aller digitalen Objekte ist ein Muster aus Einsen und Nullen.² Viele der nachfolgend aufgeführten kulturellen Errungenschaften der letzten 80 Jahre, welche unser Leben stark verändert haben, basieren auf dieser Grundlage.³

Eine andere wichtige Grundlage für die Entwicklung und Weiterentwicklung der heutigen IT-Geräte ist die Erfindung des Bipolar-Transistors im Jahr 1947⁴, welcher als zentraler Baustein in allen Informations- und Kommunikationsgeräten verbaut ist. Das anhaltende Ziel der Industrie und der Forschung ist es mehr dieser Transistoren auf immer kleinerer Fläche unterzubringen. 1979 passten auf eine genau definierte Fläche gerade einmal 29000 Transistoren. Heute im Jahr 2016 kann man auf der gleichen Grundfläche 2,3 Millionen Transistoren unterbringen.⁵ Diese Anzahl an Transistoren auf einer Fläche wird in Zukunft mit Sicherheit weiter zunehmen.

Als „Computer“ und im deutschsprachigen Raum auch unter dem Begriff „Rechner“ bekannt, beschrieb man anfangs einfach Menschen welche Berechnungen durchführten. Bis ca. 1946 änderte sich dies auch nicht. Erst ab diesem Zeitpunkt wurden elektrisch betriebene Rechner als Computer bezeichnet.⁶

1938 präsentierte der Erfinder und Entwickler Konrad Zuse seine Maschine mit dem Namen „Z1“ für Zuse1. Dieses Gerät wird als der erste Computer der Welt bezeichnet.⁷ Seine Motivation war es durch Maschinen Menschen bestimmte Aufgaben abzunehmen, so zum Beispiel aufwendige statische Berechnungen.⁸ Es war eine rein mechanische Maschine, welche als Ein- und Ausgabe nur dezimale Gleitkommazahlen hatte und nur die 4 Grundrechenarten lösen konnte.⁹

² Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 4)

³ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 4)

⁴ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁵ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁶ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 20)

⁷ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

⁸ Vgl. Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

⁹ Vgl. Professor Dr.-Ing. Horst Zuse., "Z1"

1941 baute Konrad Zuse in Deutschland den ersten funktionsfähigen elektromechanischen und programmgesteuerten Rechner den Z3.¹⁰ „Er gilt als der 1. echte Computer der Welt.“¹¹ Dieser Computer war turing-vollständig (turingmächtig), frei programmierbar und arbeitete in binärer Gleitkommarechnung. Wie auch der Z1 erfolgt die Programmierung über sogenannte Lochstreifen.¹² „Mit Turing-Vollständigkeit wird eine Eigenschaft eines Systems bezeichnet, sämtliche Funktionen berechnen zu können, die auch eine im Jahre 1936 entwickelte Turingmaschine berechnen kann.“¹³

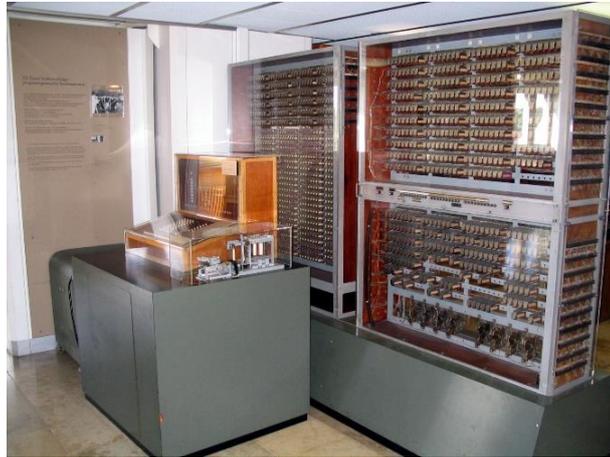


Abbildung 1: Z3

(https://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z3)

Zur gleichen Zeit wurde in den USA auch ein vergleichbarer Computer in Betrieb genommen, der „Atanasoff-Berry-Computer“ (ABC).¹⁴ Atanasoff-Berry ist der Erfinder dieser Maschine und seine Motivation war es sich durch die Maschinen sehr langedauernde Berechnungen abnehmen zu lassen. Hierdurch sollte sich die Geschwindigkeit und Fehlerfreiheit der Berechnung maßgeblich erhöhen.¹⁵ Dieser Computer benutzte ein „elektronisches Rechenwerk aus Vakuumröhren“¹⁶ und „Speicher aus regenerierbaren Kondensatoren.“¹⁷ Der ABC nutzte zur Eingabe Lochkarten und zur Ausgabe Lämpchen.¹⁸ Anders als bei Zuse war dieser Computer elektrisch, aber nicht programmierbar und turingmächtig.¹⁹

In den folgenden Jahren nahm zwischen 1943 und 1944 der „Mark I“ in den USA seinen Betrieb auf. Diesen Computer haben der Wissenschaftlicher Howard H. Aiken und IBM-Ingenieure entwickelt. IBM hat ihn produziert. Diese Rechenmaschine bestand zum großen Teil aus zusammengesetzten Standardbauteilen, aus über 70000 Einzelteilen, 30000 Kugellagern und mehr als 80 Kilometer Leitungsdraht. Im Vergleich zu der Z3 wirkte diese Maschine wie ein Gigant.²⁰

¹⁰ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

¹¹ Weiss, Robert., "Computerposter"

¹² Vgl. Heck, Andreas., "Einblicke in den legendären Zuse-Computer Z3"

¹³ Enzyklo.de, "Enzyklo.de, Suchbegriff: "Turing-Vollständigkeit""

¹⁴ Vgl. Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

¹⁵ Vgl. Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

¹⁶ Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

¹⁷ Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

¹⁸ Vgl. Knabe, Ivo Adrian., "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder"

¹⁹ Vgl. Wikipedia, "Computer"

²⁰ Vgl. Bär, Thomas., "MARK I, II, III, IV"

In Deutschland verbesserte Konrad Zuse den Z3 und im März 1945 nahm er den Z4 in Betrieb.²¹ Das Rechenwerk konnte die 4 Grundrechenarten, die Quadratwurzel und viele andere Sonderoperationen bewältigen.²² Der Z4 gilt als „erster funktionsfähiger Digitalrechner im kommerziellen Einsatz.“²³ „1950 war die Z4 der einzige funktionierende Computer in Kontinentaleuropa.“²⁴

Etwa 1946 entwickelten und bauten John Eckert und John Mauchly den „Electronical Numerical Integrator and Computer (ENIAC). Diese fast 27 Tonnen schwere Rechenmaschine besitzt annähernd 18000 Vakuumröhren.“²⁵ Der ENIAC gilt als „erster rein elektronischer Computer der Welt.“²⁶

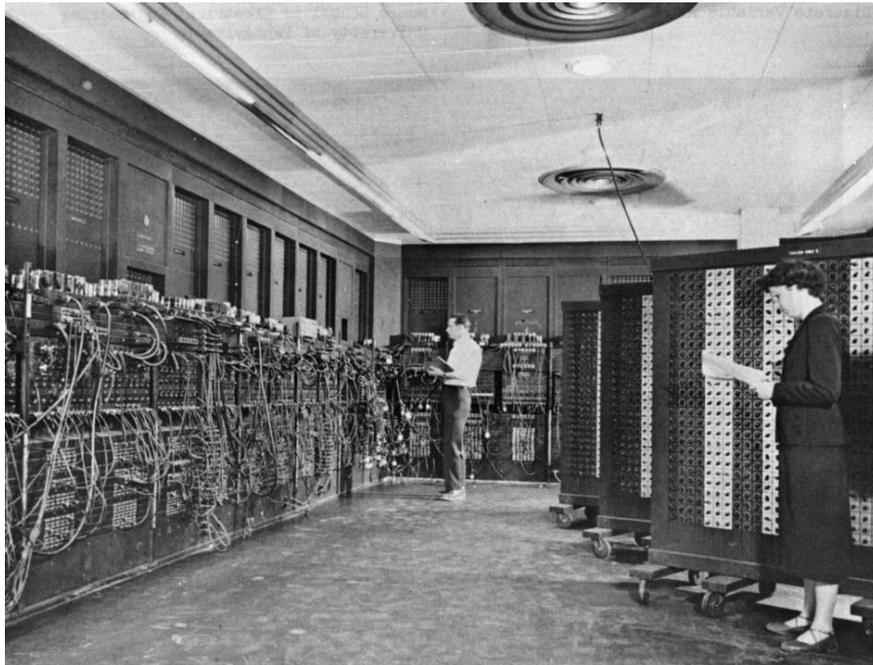


Abbildung 2: ENIAC

(<https://de.wikipedia.org/wiki/ENIAC>)

Die Computer, die in den 1940er, 1950er und 1960er Jahren entwickelt und gebaut wurden, waren riesige teure und manchmal ganze Räume füllende Gerätschaften.²⁷ Außerdem verschlangen diese ersten Versionen von Computern Unmengen an Strom und produzierten somit eine enorme Menge an Klimabelastungen.²⁸ Aufgrund der extrem hohen Anschaffungskosten und der Tatsache, dass zur Bedienung, Wartung und Montage zum Teil viele Experten benötigt wurden, konnten sich Computer zu diesem Zeitpunkt noch nicht durchsetzen.²⁹

²¹ Vgl. Professor Dr.-Ing. Horst Zuse., "Z4"

²² Vgl. Professor Dr.-Ing. Horst Zuse., "Z4"

²³ Professor Dr.-Ing. Horst Zuse., "Z4"

²⁴ Wikipedia, "Zuse Z4"

²⁵ Vgl. Bergert, Denise., "ENIAC: Erster elektronischer Computer der Welt erstrahlt in neuem Glanz"

²⁶ Bergert, Denise., "ENIAC: Erster elektronischer Computer der Welt erstrahlt in neuem Glanz"

²⁷ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 164)

²⁸ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 20)

²⁹ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

Edmund C. Berkeley präsentierte 1949 den Computer „Simon“ mit 50 Relais, den ersten digital programmierbaren Computer für Zuhause. Es konnten jedoch nur 400 Stück abgesetzt werden.³⁰ Ab ca. 1955 begannen die Hersteller und Tüftler mit der Entwicklung der ersten „PC’s“ welche für den Massenmarkt bestimmt waren.³¹



Abbildung 3: Computer „Simon“

(<http://www.computerhistory.org/collections/catalog/B1514.01>)

2.2 Die Entwicklung des Personal Computer

In den 1970er-Jahren hatte man integrierte Schaltkreise entwickelt, so dass Computer-Systeme erstmals auch in Sachen Kosten, Größe, Bedienbarkeit und Energiebedarf privaten Nutzern zur Verfügung gestellt werden konnten und von diesen auch angenommen wurden.³²

„Ein Personal Computer (engl. zu dt. „persönlicher“ bzw. „privater Rechner“, kurz PC) ist ein Mikrocomputer, der im Gegensatz zu einem Minirechner oder Großrechner von nur einem einzigen Benutzer persönlich bedient und genutzt wird.“³³ Die Bezeichnung „Personal-Computer“ bzw. „PC“ wurde noch nicht von Anfang an, also den 1970er-Jahren genutzt, sondern erst seit 1981 als der „IBM-Personal-Computer“ (IBM PC) auf den Markt gekommen ist.³⁴

Ab 1970 wurden mehrere Konzepte für Personal-Computer der Öffentlichkeit präsentiert. Diese waren nicht mehr auf den bis dahin oft verwendeten Kernspeichern aufgebaut, sondern auf den neu auf den Markt gekommenen Mikroprozessoren.³⁵

Im Jahr 1975 brachte der Anbieter MITS den von Ed Roberts entwickelten „Altair 8800“ auf den Markt. Dieses Komplettsystem kostete nur 695 USD und wird als Beginn des PC-Zeitalters bezeichnet. Es handelte sich um den ersten Mikrocomputer der Welt. Des Weiteren gilt der „Altair 8800“ auch als erster kommerziell erfolgreicher Mikrocomputer.³⁶ Dieses Gerät besaß 6000 Transistoren und konnte mit seinem 2MHz-Prozessor 640000 Befehle die Sekunde bearbeiten.³⁷

³⁰ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

³¹ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 20)

³² Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 20)

³³ Wikipedia, "Personal Computer"

³⁴ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

³⁵ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 20)

³⁶ Vgl. Meyer, Rene., "Als die roten Lämpchen sprachen"

³⁷ Vgl. Meyer, Rene., "Als die roten Lämpchen sprachen"



Abbildung 4: Altair 8800

(<http://www.oldcomputers.net/altair-8800.html>)

Im Juli 1976 präsentierte das Unternehmen Apple den Apple-I.³⁸ Dieser Einplatinenrechner war dem Altair „8800“ deutlich überlegen und wurde als komplett bestückte Computerplatine an die Kunden geliefert. Die Verbraucher mussten vor Inbetriebnahme noch ein Gehäuse, eine Tastatur und ein Netzteil kaufen und anbauen. Erst mit diesen Hardwareerweiterungen konnte man den Apple-I am heimischen TV-Gerät anschließen und nutzen. Gekostet hat der Apple-I 666 USD und war somit für Privatkonsumenten erschwinglich und in etwa genauso teuer wie der schlechter ausgestattete „Altair 8800“.³⁹



Abbildung 5: Apple I

(<http://www.mactechnews.de/news/article/40-Jahre-Apple-eine-kurze-Geschichte-163805.html>)

Ein Jahr später, also 1977, folgte der Apple-II mit einigen Anpassungen und Fehlerbehebungen.⁴⁰ Der Apple-II kostete 1298 USD.⁴¹ Es ist der letzte Personal-Computer, welcher von nur einer Person, nämlich Steve Wozniak entwickelt wurde.⁴² Anders als beim Apple-I wurde dieses Folgemodell komplett mit aller benötigten Hardware an die Kunden ausgegeben.⁴³ Der Apple-II war zu dieser Zeit der erfolgreichste Personal-Computer und verkaufte sich über zwei Millionen Mal.⁴⁴

³⁸ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

³⁹ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

⁴⁰ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁴¹ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

⁴² Vgl. Visser, Corinna., "Der Traum vom einfachen Computer"

⁴³ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

⁴⁴ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 4)



Abbildung 6: Apple II

(https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II)

Am 12. August 1981 wurde durch die Firma IBM unter dem Namen „IBM Personal-Computer (IBM PC)“ das Modell „IBM 5150“ präsentiert.⁴⁵ Der noch heute sehr gebräuchliche Name Personal-Computer oder kurz PC baut wie bereits oben aufgeführt, auf diesen klassischen IBM-PC auf.⁴⁶ Die Hardwarearchitektur wurde zum Industriestandard. Es folgten sehr viele zum Teil preiswertere Nachbauten des IBM-PC von unterschiedlichen Herstellern.⁴⁷



Abbildung 7: IBM PC 5150

(https://de.wikipedia.org/wiki/IBM_Personal_Computer)

In den 1980er-Jahren wuchs der PC-Markt explosionsartig.⁴⁸ Als Erfolgsfaktoren sind die universelle Einsetzbarkeit und die leichte Bedienbarkeit zu nennen und als Schlüssel für den Erfolg die Erschwinglichkeit für eine große Masse von Menschen.⁴⁹

Durch den immer stärker werdenden Kampf auf dem Computermarkt ging der Umsatz von Apple zurück und man suchte nach einem neuen revolutionären Personal-Computer.⁵⁰ 1983 wurde ein

⁴⁵ Vgl. focus.de, "Der PC feiert seinen 30. Geburtstag"

⁴⁶ Vgl. ITWissen.info, "Personal Computer"

⁴⁷ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

⁴⁸ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 22)

⁴⁹ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

⁵⁰ Vgl. Kainz-Huber, Wolfgang., "Apple Computer Inc."

PC mit dem Namen „Lisa“ von Apple als erster PC mit einer graphischen Oberfläche präsentiert.⁵¹ Das Modell wurde jedoch kein Erfolg, da der hohe Preis von 10000 USD viele Kunden vom Kauf abhielt und ein anderer großer Teil möglicher Käufer, so ist zumindest anzunehmen, Probleme mit der mausgesteuerten Oberfläche hatten.⁵²

In den folgenden Jahren wurde in die Richtung der Graphical User Interface (GUI) neue Hardware und Software entwickelt und zum Kauf angeboten.⁵³ So wurde am 24. Januar 1984 der Macintosh „MAC 128K“ „der erste Mikrocomputer mit graphischer Benutzeroberfläche, der in größeren Stückzahlen produziert“⁵⁴ werden konnte, für 2495 USD zum Kauf angeboten.⁵⁵ In den ersten drei Monaten konnten ganze 50000 Stück abgesetzt werden.⁵⁶ Das Betriebssystem war das appleeigene „MAC OS“, welches bis heute genutzt wird.⁵⁷

Nach mehreren Jahren ohne hier genaue aufgeführte Entwicklungen wurde 1998 durch die Firma Apple der iMac präsentiert.⁵⁸ „Der iMac verblüffte nicht nur in seinem Ansatz, sondern vor allem in seinem Design. Die jahrzehntelange Trennung zwischen Monitor und Desktop wurde aufgehoben: Der iMac kam als ein einziges Gerät daher.“⁵⁹ Mit diesen Worten wird der iMac im Buch „Das Apple Imperium“ beschrieben. Der iMac war einer der ersten All-In-One-PC's.⁶⁰



Abbildung 8: iMac (1998)

(<https://www.mac-museum.com/imac-g3.html>)

In den folgenden Jahren kauften sich immer mehr Menschen die immer kleiner und billiger werdenden Personal-Computer.⁶¹ Dieses belegen die Verkaufszahlen deutlich. So wurden 2000 nur 100 Millionen PC's verkauft, 2002 bereits eine halbe Milliarde-Geräte und 2008 schon gut eine Milliarde Computer.⁶² Durch diese hohen Verkaufszahlen besitzen sehr viele Menschen einen eigenen PC und dieser ist für sie so alltäglich wie etwa das Telefon oder der Fernseher.⁶³

⁵¹ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 4)

⁵² Vgl. Kainz-Huber, Wolfgang., "Apple Computer Inc."

⁵³ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 22)

⁵⁴ Wikipedia, "Macintosh"

⁵⁵ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

⁵⁶ Vgl. Kainz-Huber, Wolfgang., "Apple Computer Inc."

⁵⁷ Vgl. Wikipedia, "Macintosh"

⁵⁸ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 18)

⁵⁹ Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 18)

⁶⁰ Vgl. Weiss, Robert., "Computerposter"

⁶¹ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 164)

⁶² Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 23)

⁶³ Vgl. Friedewald, Michael. "Vom Rechenautomaten zum elektronischen Medium: Eine kurze Geschichte des interaktiven Computers", (Seite 1)

Ein passender Abschluss für diese Etappe der IT ist die recht eindeutige Aussage von Michael Friedewald in seinem Artikel „Vom Rechenautomaten zum elektronischen Medium: Eine kurze Geschichte des interaktiven Computers“. Hier schreibt er: „Als der Computer vor mehr als 60 Jahren erfunden wurde, war all dies nicht nur nicht vorauszuahnen, sondern auch gar nicht vorstellbar: Computer waren riesige Rechenmaschinen mit deren Betrieb ein ganzes Team von Technikern, Operateuren und Programmierern beschäftigt war.“⁶⁴

2.3 Die IT-Geräteklasse Laptop bzw. Notebook

In den 70er-Jahren wurde der PC massentauglich, doch schon zu dieser Zeit gab es erste Versionen von Laptops.⁶⁵ 1979 entwickelte Bill Moggride den „Grid Compass 1100“, welcher als einer der ersten Laptops gilt.⁶⁶ Dieses Modell wurde jedoch erst ab 1982 verkauft und aufgrund der nicht vorhandenen IBM-Kompatibilität kein Erfolg für Bill Moggride.



Abbildung 9: Grid Compass 1100
(<http://oldcomputers.net/grid1101.html>)

Im März, 1983 präsentierte das Unternehmen Compaq den „Compaq Portable“ als ersten tragbaren IBM-kompatiblen Laptop der Welt. Im ersten Jahr konnten 53000 Stück abgesetzt werden.⁶⁷



Abbildung 10: Compaq Portable
(<http://www.digibarn.com/collections/systems/compaq/DSC06449.JPG>)

⁶⁴ Friedewald, Michael. "Vom Rechenautomaten zum elektronischen Medium: Eine kurze Geschichte des interaktiven Computers", (Seite 1)

⁶⁵ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁶⁶ Vgl. Wikipedia, "Notebook"

⁶⁷ Vgl. Kainz-Huber, Wolfgang., "Compaq Computer Corporation"

1986 präsentierte die Firma IBM den „IBM PC Convertible“ der Öffentlichkeit, welcher als erster kommerziell erfolgreicher Laptop gilt.⁶⁸ Ende der 1980er-Jahre bezeichnete Toshiba erstmals einen Laptop auch als Notebook.⁶⁹ Heute wird als Laptop bzw. Notebook eine spezielle Bauform eines PC's bezeichnet, welcher transportabel, akkubetrieben und klappbar bzw. aufklappbar ist.⁷⁰ Die grundlegenden Eigenschaften eines Laptops sind eine flächenbündige integrierte Tastatur, ein großer fest verbauter Bildschirm, ein verbauter meist herausnehmbarer Akku und ein nur wenige Zentimeter hohes rechteckiges Gehäuse.⁷¹



Abbildung 11: IBM PC Convertible

(<http://waowtech.com/frankenstein-pcs-the-machines-that-were-also-printer-phone-and-more/>)

Etwa um 1990 war die Leistungsfähigkeit, Form und das Gewicht eines Laptops ausgeglichen. Bis dahin gelang es nicht ausreichend Leistung bei noch vertretbarem Gewicht des Gerätes herzustellen und zu liefern. Jedoch war der Kaufpreis im Vergleich zu normalen Computern um 1990 sehr hoch.⁷²

Um 1991 präsentierte Apple den ersten Powerlaptop „Powerbook“, welcher als erster massentauglicher Laptop gilt.⁷³ Ein großes Problem zu dieser Zeit war, dass die Notebooks meist kabelgebunden mit dem Internet verbunden waren. Erst Ende der 90er-Jahre wurde WLAN flächendeckend auch bei Laptops eingesetzt.⁷⁴ Aufgrund des hohen Kaufpreises waren Laptops lange Zeit nur ein Nischenprodukt. Diese Tatsache änderte sich erst um die 2000er Jahre. Erst zu dieser Zeit und durch neue Modelle von Laptops bildete sich ein Massenmarkt.⁷⁵

Der größte Vorteil eines Laptops gegenüber einem normalen Desktop-Personal-Computer ist die Portabilität. So ist es möglich den Laptop sowohl im Büro als auch Zuhause oder bei Kunden zu

⁶⁸ Vgl. computerwoche.de, "17 Meilensteine der Notebook-Geschichte"

⁶⁹ Vgl. Wikipedia, "Notebook"

⁷⁰ Vgl. ITWissen.info, "Laptop"

⁷¹ Vgl. Wikipedia, "Notebook"

⁷² Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁷³ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 21)

⁷⁴ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 72ff)

⁷⁵ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

nutzen.⁷⁶ Heute werden mehr Laptops verkauft als klassische Computer. Dies belegen auch Statistiken.⁷⁷ Die heutige Leistungsfähigkeit von Laptops liegt zwischen großen Desktop-PC's und Tablet-PC's.⁷⁸ Nachdem sich die Laptops einen Massenmarkt geschaffen haben, folgt eine IT-Gerätekategorie, welche einen noch größeren Erfolg und Absatzmarkt schaffen sollte - das Smartphone. Diese Gerätekategorie veränderte das Leben der Nutzer maßgeblich.

2.4 Die IT- Gerätekategorie Smartphone

Das Mobiltelefon und später durch das Smartphone weitläufig ersetzt, besitzt heute weltweit einen sehr großen Absatzmarkt. Das besondere Merkmal eines Mobiltelefons ist, dass man überall wo entsprechender Empfang gegeben, drahtlos erreichbar ist.⁷⁹ In den Anfangsjahren des Mobiltelefons war dieses ein absolutes Statussymbol. Durch den hohen Kaufpreis war es nur wenigen möglich, Besitzer eines Mobiltelefons zu sein. Somit war man etwas Besonderes, wenn man eines sein Eigen nennen konnte.⁸⁰

Eine strikte Begriffstrennung zwischen Telefon, Mobiltelefon und Smartphone ist wichtig. Ein Telefon ist die älteste Geräteart der drei, welche ausschließlich zum Telefonieren gedacht und meist kabelgebunden war bzw. ist. Die zweite Gerätespezifikation die Mobiltelefone bieten im Vergleich zu Telefonen mehr Funktionen, jedoch weit weniger Funktionsumfang als Smartphones.⁸¹ Die Gerätegruppe Smartphones lassen sich zum Beispiel so definieren: „Smartphones sind mit hoher Intelligenz ausgestattete mobile Telefone mit größerem Display, die eine Symbiose aus Handy, Media-Player, MP3-Player, Personal Information Manager (PIM), Digitalkamera, Smartphone-Browser, E-Mail-System, GPS-System und anderen Funktionseinheiten bilden.“⁸² Das zentrale Merkmal von Smartphones ist der berührungsempfindliche Bildschirm.⁸³

Ziemlich parallel zur Präsentation und dem ersten Vertrieb des Mobiltelefons stiegen auch die Verkaufszahlen der Gerätekategorie der Personal Digital Assistants (PDA's). Diese Geräte „sind kleine batteriebetriebene Handheld-PCs ohne Tastatur. Die Eingabe erfolgt über den berührungsempfindlichen Touchscreen mit Stift oder Fingerdruck.“⁸⁴ PDA's werden vorrangig für die Kalender-, Adress- und Aufgabenverwaltung eingesetzt.⁸⁵

Smartphones werden als Kombination von PDA und Mobiltelefon beschrieben.⁸⁶ Das erste als Smartphone zu bezeichnende Gerät wurde 1993 durch die Firma IBM mit dem Namen „Simon“

⁷⁶ Vgl. Wikipedia, "Notebook"

⁷⁷ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁷⁸ Vgl. Wikipedia, "Notebook"

⁷⁹ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁸⁰ Vgl. Höflich, Joachim R. "Der Mensch und seine Medien", (Seite 162)

⁸¹ Vgl. Höflich, Joachim R. "Der Mensch und seine Medien", (Seite 175)

⁸² ITWissen.info, "Smartphone"

⁸³ Vgl. Wikipedia, "Smartphone"

⁸⁴ ITWissen.info, "PDA (personal digital assistant)"

⁸⁵ Vgl. Wikipedia, "Personal Digital Assistant"

⁸⁶ Vgl. Wikipedia, "Smartphone"

veröffentlicht. Dieses Gerät wurde kein großer Erfolg.⁸⁷ Der Hauptkritikpunkt an diesem Modell war das kontrastarme und geringauflösende Display. Ein weiteres Problem dieses ersten Smartphones war die sehr geringe Akkulaufzeit von im Durchschnitt gerade mal einer Stunde.⁸⁸



Abbildung 12: Smartphone „Simon“
(https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_Simon)

1997 folgte durch die Firma Ericsson das erste wirklich als „Smartphone“ zu bezeichnende Modell. Dieses Gerät hatte jedoch noch eine der Öffentlichkeit für Modifikationen nicht zugängliche Software.⁸⁹ Nach vielen weiteren Smartphone-Modellen präsentierte der Technik-Pionier⁹⁰ Apple am 9. Januar 2007 das iPhone. Dieses Smartphone wurde ein Welterfolg, da es viele neue Funktionen und Designaspekte mitbrachte. Erwähnenswert ist das dieses Modell und die Folgemodelle das spezielle firmenspezifische für mobile Endgeräte entwickelte Apple-Betriebssystem iOS nutzen.⁹¹ Dieses Smartphone-Modell vollendete den Übergang von den PDA's zu den Smartphones.⁹²



Abbildung 13: iPhone (2007)

(<https://gigaom.com/2011/06/29/the-iphone-effect-how-apples-phone-changed-everything/>)

Nach dieser Präsentation von Apple und dem steilen Verkaufserfolg folgten unzählige Smartphone- Modelle von sehr vielen unterschiedlichen Herstellern. Viele dieser Smartphones

⁸⁷ Vgl. PCWelt, "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte"

⁸⁸ Vgl. Janssen, Jan-Keno., "20 Jahre Smartphone: Mit IBMs Simon fing alles an"

⁸⁹ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 76)

⁹⁰ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 36f)

⁹¹ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 31)

⁹² Vgl. Wikipedia, "Personal Digital Assistant"

bauen auf das 2008 von Google zur Verfügung gestellte offene Betriebssystem „Android“. Dieses offene Betriebssystem ist eines der Erfolgsfaktoren von Smartphones.⁹³ Weitere Erfolgsfaktoren sind die Komfortabilität es zu transportieren, die Zentralisierung verschiedener Funktionen anderer Geräte, als auch die Einfachheit der Bedienung.⁹⁴ In den letzten Jahren stieg die Leistung von Smartphones immer schneller und es wurden zunehmend mehr Geräte abgesetzt.⁹⁵ Die Akzeptanz von Smartphones ist heute sehr hoch⁹⁶ und bereits 2014 konnten sich nur wenige Smartphone-Benutzer ein Leben ohne diesen Begleiter vorstellen.⁹⁷

Ein erwähnenswertes Ereignis fand 2013 statt. In diesem Jahr kam das Fairphone auf den Markt. Dieses Smartphone wurde unter Beachtung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen der sozialen, ökologischen und ökonomischen Produktgestaltung designt und hergestellt. „Die Produktion und der Erfolg des Fairphones kann als vorläufiger Höhepunkt der öffentlichen Thematisierung von Wertschöpfungsketten für Elektronik gesehen werden, da das Fairphone sozusagen, die „Verdinglichung“ der Debatte um die Herstellungsbedingungen des Massenkonsumguts Smartphone ist und diese damit vorantreibt.“⁹⁸ Auch vielen Umfrageteilnehmern war dieses Produkt bekannt.⁹⁹ Das Fairphone kann als der erste reale Versuch der Produktion eines nachhaltigen Smartphones angesehen werden. Es ist jedoch nicht zu 100% fair.¹⁰⁰

Laut G. Oerkermann sind die fairen Punkte an dem Produkt:

- „dass konfliktfreie Rohstoffe zum Einsatz kommen, durch den Kauf von Tantal und Zinn aus geprüften Minen in armen Gebieten
- dass es mit möglichst geringem Schaden für die Umwelt produziert wird (Green IT)
- dass es zur Müllvermeidung durch Haltbarkeit, lange Wartung sowie günstige Reparaturmöglichkeiten beiträgt
- dass faire Produktionsbedingungen durchgesetzt werden.“¹⁰¹

Die erste Version wurde für 325€ zum Verkauf angeboten, wovon laut Hersteller 22€ je Gerät in die Fairness und Nachhaltigkeit (zum Beispiel konfliktfreies Zinn und Tantal aus dem Kongo) fließen.¹⁰² Aktuell wird das Fairphone 2 verkauft.

⁹³ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 78)

⁹⁴ Vgl. Disterer, Georg und Carsten, Kleiner. "Mobile Endgeräte im Unternehmen", (Seite 1)

⁹⁵ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 78)

⁹⁶ Vgl. Disterer, Georg und Carsten, Kleiner. "Mobile Endgeräte im Unternehmen", (Seite 1)

⁹⁷ Vgl. Exner, Andreas, Martin Held, und Klaus, Kümmerer. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 272)

⁹⁸ Exner, Andreas, Martin Held, und Klaus, Kümmerer. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 270)

⁹⁹ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 7

¹⁰⁰ Vgl. Barczok, Achim und Wölbart, Christian., "Erster Fairsuch"

¹⁰¹ Oerkermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung", (Seite 155)

¹⁰² Vgl. Barczok, Achim und Wölbart, Christian., "Erster Fairsuch"



Abbildung 14: Fairphone 2

(<https://www.apfeltalk.de/community/threads/fairphone-2-vorgestellt-schneller-fairer-und-leichter-zu-reparieren.483161/>)

Diesen Abschnitt kann man gut mit dem nachfolgenden ausdrucksstarken Zitat abschließen. „Das Smartphone hat seither, im Verbund mit der Internettechnologie, die Welt vermutlich mehr verändert als jedes andere technische Gerät innerhalb eines derartig kurzen Zeitraumes.“¹⁰³

2.5 Das erstes Tablet

Neben dem sich in der Gesellschaft immer mehr etablierenden Smartphone, präsentierten mehrere kooperierende Unternehmen bereits kurz nach Beginn des neuen Jahrtausends eine weitere neue massenmarkttaugliche IT-Geräte-Art. Microsoft in Kooperation mit den Firmen Fujitsu und Lenovo zeigten ihre erste Version eines Tablet-PC's mit dem Betriebssystem Windows XP und einer Steuerung per Stift. Das Produkt wurde jedoch aufgrund seiner nicht sehr kompakten Bauweise, der optionalen aber meist notwendigen Bedienung per physischer Tastatur und dem nicht angepassten Betriebssystem kein großer Erfolg.¹⁰⁴ In den darauffolgenden Jahren gab es weitere unterschiedliche Modellpräsentationen im Bereich Tablet-PC.

Man kann ein Tablet-PC wie folgend definieren: „Tablet-PCs, kurz Tablets, sind äußerst flache, in der Form und Größe ähnlich einer Schreibtisch aufbaute Personal Computer (PC), weswegen sie auch als Tafel-PC bezeichnet werden. Sie sind drahtlos, batteriebetrieben und über WLANs oder UTMS mit dem Internet verbunden.“¹⁰⁵ Zentrales Merkmal von Tablets ist der Touchscreen und die nicht vorhandene mechanische Tastatur, was Tablets von Laptops unterscheidet.¹⁰⁶ Im Internet und anderen Quellen wird die Abgrenzung zwischen Smartphone und Tablet anhand der Displaygröße vollzogen. So sind alle Displayflächen von mehr als 20cm² Smartphones und Geräte mit mehr als 100cm² Tablets.¹⁰⁷

¹⁰³ Exner, Andreas, Martin Held, und Klaus, Kümmerer. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 271)

¹⁰⁴ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 35)

¹⁰⁵ ITWissen.info, "Tablet-PC"

¹⁰⁶ Vgl. Wikipedia, "Tabletcomputer"

¹⁰⁷ Vgl. Brommer, Eva, et al. "PROSA Smartphones–Entwicklung der Vergabekriterien für ein Klimaschutzbezogenes Umweltzeichen", (Seite 2)

Das erste massenmarkttaugliche Tablet präsentierte Apple 2010. Das vorgestellte Produkt trägt den Namen iPad.¹⁰⁸ Bereits ein Jahr später im März 2011 wurde eine neue Version des iPads mit einigen Neuerungen und Verbesserungen vorgestellt.¹⁰⁹ Apple war im Vergleich zu Microsoft mit seinem Tablet-PC erfolgreich, weil zum einen der Multitouch-Display und zum anderen die konsequente Anpassung des Betriebssystems an die geänderte Geräte-Art erfolgte.¹¹⁰



Abbildung 15: iPad (2010)

(<http://red-dot.de/pd/online-exhibition/work/?code=2010-16-4334>)

Seit dem 18. Juni 2012 gibt es auch von Microsoft eine neue Serie von Tablet-PC's mit dem Seriennamen „Microsoft Surface“. Hier waren die Verkaufszahlen des Surface (RT) und es Surface Pro zu Beginn weit unter den Erwartungen. Als mögliche Gründe für die zurückhaltende Kaufkraft sind das sehr hohe Gewicht und die geringe Akkulaufzeit in verschiedenen Quellen zu lesen. Die heute verfügbaren Versionen des Microsoft Surface werden hingegen besser angenommen,¹¹¹ sind aber richtig genommen keine echten Tablet-PC's mehr, da sie zum Teil über abnehmbare Tastaturen verfügen. Sie gehören nun zu einer Mischform von IT-Geräteklassen den Convertible, welche im nachfolgenden Abschnitt „Die neuen Kombinationen der Gerätetypen“ genauer erklärt werden. Heute gibt es unzählige Tablet-PC's zu kaufen.

Die steigende Verbreitungsrate und die Erhöhung der Verkaufszahlen lassen sich in der neuen Bequemlichkeit des mobilen PC's und im weitgehenden Erhalt der Vertraulichkeit bei der Benutzung erklären.¹¹² Ein weiterer Erfolgsfaktor auf dem Markt ist die leichte und zum Teil sehr leistungsfähige Bauart.¹¹³

2.6 Die neuen Kombinationen der Gerätetypen

Inzwischen gibt es, neben den in den letzten Absätzen aufgeführten IT-Produktklassen, durch Kombination dieser, neue Gerätetypen.

¹⁰⁸ Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 21f)

¹⁰⁹ Vgl. Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium", (Seite 5)

¹¹⁰ Vgl. Müssig, Florian. et. al., "Mit Touchscreen und Tastatur"

¹¹¹ Vgl. Wikipedia, "Microsoft Surface"

¹¹² Vgl. Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 21)

¹¹³ Vgl. Wikipedia, "Tabletcomputer"

Als eine erste solche Geräteklasse sind die Phablets aufzuführen. Diese Geräte sind eine Mischform aus Smartphone und Tablet. Die Displaygröße dieser IT-Geräte liegt zwischen den von klassischen Smartphones und Tablets.¹¹⁴ Genutzt wird diese Mischform von Gerätetypen meist von Menschen, denen ein Tablet-Display zu groß, aber ein Smartphone-Bildschirm zu klein ist.

Eine weitere in letzter Zeit in den Verkaufszahlen sehr stark gestiegene Mischgeräteform ist die sogenannte Convertible (engl. convertible – verwandelbar) oder auch als Hybrid-PC bezeichnete Geräte. Diese Geräteklasse ist einem klassischen Laptop nachempfunden, welcher sich jedoch zum Beispiel über einen Dreh-, Klapp-, Schiebe- oder Klickmechanismus in ein Tablet transformieren lässt.¹¹⁵ Somit benötigt man nicht mehr einen Laptop und ein Tablet, da sich beides in einem Gerät befindet.¹¹⁶ Bei den Convertible-Geräten unterscheidet man drei grundlegende Bauarten. Die erste Art sind die Tablets, welche sich durch eine externe Tastatur zu einem Laptop erweitern lassen. Diese Geräte bezeichnet man als Detachable (engl. detachable – abnehmbar), da man den Bildschirm und die Tastatur vollständig voneinander trennen kann. Die zweite Bauart sind die Convertible ohne klassisches Betriebssystem, meist auf ARM-Architektur basierend, welches eine spezielle Mikroprozessorarchitektur ist. Als dritte Untergruppe von Convertible sind die Convertible mit Hardware, vergleichbar mit klassischen Laptops und auch klassischen Desktopbetriebssystemen, aufzuführen. Diese dritte Kategorie bietet einen vollständigen PC-Ersatz für aktuelle Office-Arbeiten und nicht High-End-Gaming.¹¹⁷



Abbildung 16: Microsoft Surface Pro4 als Convertible-Vertreter

(https://www.microsoftstore.com/store/msde/de_DE/pdp/Surface-Pro-4/productID.326534600)

Eines der ersten Convertible-Modelle, wie oben im Abschnitt Tablet-PC's schon erwähnt, präsentierte 2001 Microsoft mit seiner Version eines Tablet-PC's. Dieser PC besitzt eine abnehmbare Tastatur und kann somit bereits der Geräteklasse Convertible zugeordnet werden.¹¹⁸

Aktuell gibt es eine große Anzahl an Convertible-Ausprägungen als IT-Produkte zu kaufen. Viele dieser Geräte sind den klassische Tablet-PC's, wie etwa dem iPad und anderen Android-Tablets leistungsmäßig weit überlegen.¹¹⁹ Ein aktuelles Problem fast aller Convertible-Produkte ist, das

¹¹⁴ Vgl. Wikipedia, "Smartphone"

¹¹⁵ Vgl. Wikipedia, "Convertibel (Computer)"

¹¹⁶ Vgl. Müssig, Florian. et. al., "Mit Touchscreen und Tastatur"

¹¹⁷ Vgl. Wikipedia, "Convertibel (Computer)"

¹¹⁸ Vgl. Müssig, Florian. et. al., "Mit Touchscreen und Tastatur"

¹¹⁹ Vgl. Müssig, Florian. et. al., "Mit Touchscreen und Tastatur"

oft das Verhältnis zwischen Leistung und Akku-Leistung nicht perfekt aufeinander abgestimmt ist. So beträgt die Betriebsdauer meist nur wenige Stunden.¹²⁰

Eine letzte in diesem Abschnitt erwähnenswerte Mischgeräteklasse sind die Mini-PC's. Diese Geräteklasse lässt sich wie folgt definieren: „Mini-PCs sind Kleinst-PCs und eine leistungsfähige Alternative zu Laptops, Notebooks und Desktop-PCs, weil sie mit größeren Bildschirmen und ergonomischen Tastaturen ausgestattet werden können. Sie werden als kompakte, vollausgestattete Personal Computer angeboten, können aber auch vom Anwender auf Basis eines Barebones konfiguriert werden.“¹²¹ Mini-PC's liegen bei der Größe zwischen Laptops und Desktop-PC's und finden in sehr verschiedenen Bereichen Anwendung, etwa direkt hinter einem Monitor im Büro befestigt oder aber auch als klassischer Desktop-PC-Ersatz.¹²²

Ob und wie stark sich diese Mischformen durchsetzen und ob sie dauerhaft auf dem Markt vertreten bleiben, lässt sich heute noch nicht sagen.

2.7 Die Zukunft der IT-Geräte

„Die Zukunft heißt: Computer-Funktionen überall und für jeden.“¹²³ Die Entwicklung und Präsentation von neuen Geräten und auch Gerätetypen wird sich noch einmal stark beschleunigen,¹²⁴ so dass die Smartphones, Tablets oder auch Phablets die heute genutzt werden, es in den nächsten Jahren in dieser Form nicht mehr geben wird.¹²⁵ Unterdessen wird es zu einer immer größeren Verschmelzung der Geräteklassen kommen.¹²⁶ 2020 wird es auf der Welt mehr als 100 Milliarden vernetzte Geräte geben, welches auch als Internet der Dinge bezeichnet wird.¹²⁷ Die Jahre 2030 bis 2040 werden in der Literatur als das „Goldene Zeitalter des Internets“ bezeichnet.¹²⁸ Abschließend passt zu dieser Zukunftsbetrachtung das Zitat: „Was sich nicht verändern wird, ist die Tatsache, dass alles, was diese Geräte uns an Möglichkeiten bieten, sich in unseren täglichen Lebenslauf immer stärker integrieren wird“.¹²⁹

Im nächsten Kapitel finden die Erläuterung und Präsentation der im Rahmen dieser Arbeit notwendig gewordenen Umfrage statt.

¹²⁰ Vgl. Müssig, Florian. et. al., "Mit Touchscreen und Tastatur"

¹²¹ ITWissen.info, "Mini-PC"

¹²² Vgl. mini-pc-tests.de, "Mini-PC-Kaufberatung"

¹²³ Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 79)

¹²⁴ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 61)

¹²⁵ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 61)

¹²⁶ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 51f)

¹²⁷ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 9)

¹²⁸ Vgl. Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 146)

¹²⁹ Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 61)

3. Umfrage

3.1 Ablauf und Ziele der Umfrage

Thema dieses Kapitels ist die im Rahmen dieser Bachelorarbeit durchgeführte Personenbefragung. In die durchgeführte Nachhaltigkeitsbetrachtung sollte je IT-Geräteklasse die Angaben wie etwa aktuell genutzte Geräte, durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren je IT-Geräteklasse und die Kaufpräferenzen der Kunden beim IT-Gerätekauf mit einfließen.

Um an diese Angaben zu kommen wurde eine intensive Literaturrecherche durchgeführt. Im Nachgang an diese Recherche musste jedoch festgestellt werden das die gefundenen Angaben zu den IT-Geräteklassen nicht sehr aussagekräftig und eindeutig sind. Zum Beispiel waren bei einigen IT-Geräteklassen die zusammengetragenen durchschnittlichen Nutzungsdauern sehr weit auseinander.

Um nun für die Argumentation eine Basis zu erhalten welche aussagekräftig ist, wurde die Entscheidung getroffen eine Umfrage durchzuführen. Diese Verbraucherumfrage liefert die oben aufgeführten gewünschten Angaben. Somit konnte das Problem mit den sehr weit auseinandergehenden Angaben für etwa die durchschnittliche Nutzungsdauer der Geräte gelöst werden, indem neue eigene Werte ermittelt und ausgewertet wurden.

Die Umfrage wurde mit Hilfe des Online-Portals „www.umfragenonline.com“ erstellt und über die Social-Network- Plattform „Facebook“ publiziert. Hierbei wurde in den Gruppen „OVGU-Magdeburgs Studenten“ und „FIN“, sowie auf dem lokalen Profil des Autors ein Post veröffentlicht, welcher einen Link zur Umfrage enthielt. Insgesamt haben sich in dem Umfragezeitraum 21.11.2016 bis 27.11.2016 72 Personen an der Umfrage beteiligt. Von diesen konnten nach genauer Betrachtung jedoch nur 64 Umfrageergebnisse als zulässig und komplett beantwortet gewertet werden. Die anderen 8 Teilnehmerantwortreihen auf die Fragen waren zum Teil nur Spaßantworten oder Umfrageergebnisse bei welchen Mitten in der Umfrage abgebrochen wurde.

Die 64 zulässigen Umfrageteilnehmer lassen sich folgendermaßen klassifizieren. Der größte Anteil mit 53,1% ist zwischen 20 und 25 Jahre alt. Die zweitstärkste Gruppe ist mit 28,1% zwischen 25 und 30 Jahre alt. Diese Werte waren recht vorhersehbar, da es sich um eine Umfrage unter Studenten handelt und diese auch vorrangig angesprochen wurden. Dies belegt auch das Umfrageergebnis, das 79,7% der Umfrageteilnehmer derzeit studieren. Beim Geschlecht gibt es eine fast gleichmäßige Verteilung zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmern. 51,5% der Umfrageteilnehmer sind männlich. Bei der Befragung nach dem höchsten Abschluss gaben 37 Personen (57,8%) an, ein Abitur zu besitzen. 28,1% besitzen einen Bachelor-Abschluss.

Die zentralen Fragestellungen der Umfrage sind:

- 1) Welche IT-Geräte besitzen die Befragten aktuell und wie hat sich die Anzahl der Geräte über die letzten Jahre verändert?
- 2) Wie viele Jahre nutzen die Befragten die unterschiedlichen IT-Geräte durchschnittlich?
- 3) Was sind die wichtigsten Faktoren beim Kauf von IT-Produkten bzw. IT-Geräten?
- 4) Sind Kunden bereit mehr für nachhaltige Produkte zu zahlen und kennen die Befragten schon Produktbeispiele oder Firmen?
- 5) Wofür nutzen die Kunden ihre IT-Geräte vorrangig und gibt es unterschiedliche Präferenzen?
- 6) Wie nachhaltig schätzen die Befragten die aktuellen IT-Geräte ein? Welches ist laut Teilnehmer das nachhaltigste Produkt (Rangfolge)?

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt.

3.2 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Die Umfrage besteht aus insgesamt 9 Fragen, welche zu unterschiedlichen Arten von Fragestellungen gehören. Die Ergebnisse der Umfrage sind nur zum Teil repräsentativ, da vorrangig Studenten die Umfrage beantwortet haben. Zunächst werden die Ergebnisse präsentiert. Danach erfolgt der Versuch einer Interpretation.

Frage 1) Wie viele dieser Geräte besitzt du aktuell selber oder stehen dir zur Nutzung zur Verfügung?

Gefragt wurde hierbei nach der Anzahl der Gerätetypen Smartphone, Desktop-PC, Tablet-PC, TV, Spielkonsole, Radio und MP3-Player. Bei dieser Frage wurde als Auswertung je Gerätetyp die Durchschnittsanzahl pro Person berechnet. Die folgende Tabelle gibt die Gesamtanzahl an Geräten je Geräteklasse bei den 64 Befragten und die Durchschnittsanzahl je Gerätetyp anschaulich an:

	Gesamtsumme der Geräte bei den 64 Befragten	Durchschnittsanzahl an Geräten pro Person
Smartphone	91,0	1,4
Desktop-PC	41,0	0,6
Tablet-PC	39,0	0,6
Laptop	73,0	0,6
TV	54,0	1,1
Spielkonsole	49,0	0,8
Radio	52,0	0,8
MP3-Player	27,0	0,4

Tabelle 1: Durchschnittliche Geräteanzahl heute pro Person

(Umfrageauswertung)

Die Ergebnisse dieser Frage können folgendermaßen interpretiert werden. Jeder hat heute im Durchschnitt mehr als ein Smartphone in Benutzung. Außerdem nutzt jeder Mensch mindestens einen TV. Dem hingegen besitzen nur noch wenige Menschen in Deutschland einen MP3-Player.

Frage 2) Wie viele dieser Geräte hast du 2010 selber besessen oder standen dir zur Nutzung zur Verfügung?

Die Frage 2 der Umfrage besitzt den gleichen Aufbau wie die Frage 1. Jedoch wurde nicht mehr nach der Anzahl der aktuell im Besitz vorhandenen Geräte gefragt, sondern wie die Anzahl an Geräten in 2010 war.

Die Auswertungstabelle zu dieser Frage sieht so aus:

	Gesamtsumme der Geräte bei den 64 Befragten	Durchschnittszahl an Geräten pro Person
Smartphone	37,0	0,6
Desktop-PC	57,0	0,9
Tablet-PC	7,0	0,1
Laptop	46,0	0,7
TV	56,0	0,9
Spielkonsole	34,0	0,5
Radio	71,0	1,1
MP3-Player	48,0	0,8

Tabelle 2: Durchschnittliche Geräteanzahl 2010 pro Person
(Umfrageauswertung)

Die Ergebnisse der Frage 2 geben den Rückschluss, dass die Befragten bzw. die Menschen in Deutschland 2010 nicht alle ein eigenes Smartphone besessen haben. Dieses ist ersichtlich aus der 0,6 als Durchschnittszahl an Geräten pro Person. Hervorzuheben ist bei dieser Frage das Ergebnis das jeder 1,1 Radios besaß bzw. nutzte.

Durch die Geräteanzahlen von heute und von 2010 ist es möglich Aussagen über die Veränderungen zu treffen. Die Gegenüberstellung der Durchschnittszahlen je Gerätetyp pro Person steht in dieser Tabelle:

	Durchschnittszahl an Geräten pro Person (2010)	Durchschnittszahl an Geräten pro Person (2016)	Differenz zwischen den Jahren	Tendenz
Smartphone	0,6	1,4	+ 0,8	sehr stark steigend
Desktop-PC	0,9	0,6	-0,3	leicht fallend
Tablet-PC	0,1	0,6	+0,5	stark steigend
Laptop	0,7	0,6	+0,4	stark steigend
TV	0,9	1,1	-0,1	konstant
Spielkonsole	0,5	0,8	+0,3	leicht steigend
Radio	1,1	0,8	-0,3	leicht fallend
MP3-Player	0,8	0,4	-0,4	stark fallend

Tabelle 3: Gegenüberstellung Geräteanzahl 2010 und heute pro Person
(Umfrageauswertung)

Die Tendenzeinschätzung findet nach Differenzierung statt. Dabei wird bei einer Differenz von mehr als 0,7 von „sehr stark“, bei 0,4 bis 0,6 von „stark“, bei 0,2 und 0,3 von „leicht“ und bei 0,1 von „konstant“ gesprochen. Wichtigste Erkenntnis dieser Gegenüberstellung ist, dass die Durchschnittszahl je Gerätetyp pro Person bei den Smartphones am stärksten zugenommen hat.

Hingegen fallen die Durchschnittszahlen bei Radio mit -0,3 leicht und bei MP3-Playern mit -0,4 stark. Auch die starke Zunahme von Tablet-PC's und Laptops ist aus den Zahlen erkennbar. Im Gegenzug nimmt die Geräteanzahl von Desktop-PC's ab. Den Zahlen kann man entnehmen, dass die Befragten im Vergleich zu 2010 mobile Geräte bevorzugen, speziell den Gerätetyp Smartphone.

Frage 3) Wie hoch ist bei dir die durchschnittliche Nutzungsdauer der folgenden Geräte (von Anschaffung bis Entsorgung)?

Bei dieser Frage wurden die Gerätetypen Smartphone, Desktop-PC, Laptop, Tablet-PC und TV untersucht. Als Ergebnis wurde die Durchschnittsnutzungsdauer je Gerätetyp ermittelt. Bei der Auswertung wurde berücksichtigt, dass durchaus nicht alle 64 Befragten eine Nutzungsdauer für ein Gerät angegeben haben. Einige Befragte besitzen dieses IT-Gerätetyp nicht oder nutzen ihn nicht. Die Ergebnisse sind in dieser Tabelle aufgeführt:

	Smartphone	Desktop-PC	Laptop	Tablet-PC	TV
Anzahl Antworten (Jahreswerte)	63,0	52,0	60,0	35,0	51,0
Durchschnittsnutzungsdauer in Jahren	3,0	6,4	5,2	3,8	8,3
Anzahl Nutzungsdauer 1 Jahr	5	0	0	2	0
Anzahl Nutzungsdauer 2 Jahre	23	2	5	7	0
Anzahl Nutzungsdauer 3 Jahre	16	3	4	9	1
Anzahl Nutzungsdauer 4 Jahre	9	5	11	5	0
Anzahl Nutzungsdauer 5 Jahre	8	13	17	6	9
Anzahl Nutzungsdauer 6 Jahre	1	10	9	4	7
Anzahl Nutzungsdauer 7 Jahre	0	4	9	0	7
Anzahl Nutzungsdauer 8 Jahre	1	4	3	2	8
Anzahl Nutzungsdauer 9 Jahre	0	3	0	0	0
Anzahl Nutzungsdauer 10 Jahre	0	6	2	0	14

*Tabelle 4: Darstellung der durchschnittlichen Nutzungsdauer je IT-Gerätetyp
(Umfrageauswertung)*

In der Tabelle ist erkennbar, dass ein Smartphone im Durchschnitt 3 Jahre genutzt wird, ein Desktop-PC ganze 6,4 Jahre, ein Laptop hingegen nur 5,2 Jahre und ein Tablet-PC im Durchschnitt 3,8 Jahre. Am seltensten kaufen sich die Befragten mit durchschnittlich aller 8,3 Jahre einen neuen Fernseher. Im unteren Teil der Tabelle ist die Verteilung der einzelnen Antworten aufgeführt. Es ist erkennbar, dass 23 Personen, die am meisten abgegebene Nutzungsdauer mit 2 Jahren beim Smartphone angeben.

Frage 4) Ordne bitte die folgenden Faktoren der Reihe nach. Beginne mit dem Faktor der beim Einkauf von neuen IT-Geräten bei dir am stärksten wirkt (Rang 1)!

Bei Frage 4 war es das Ziel die Faktoren „Preis/Leistungs-Verhältnis“, „Aktualität der Produkte“, Umweltbilanz (Nachhaltigkeit der Geräte)“, „Image des Herstellers“ und „Image der Produkte/Geräte“ in eine Rangfolge zu bringen.

Die Auswertung von „www.onlineumfrage.com“ sieht so aus:

	1.		2.		3.		4.		5.		Ø	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Preis/Leistungs-Verhältnis	53x	82,81	8x	12,50	3x	4,69	-	-	-	-	1,22	0,52
Aktualität der Produkte	6x	9,38	29x	45,31	13x	20,31	7x	10,94	9x	14,06	2,75	1,21
Umweltbilanz (Nachhaltigkeit...)	3x	4,69	4x	6,25	14x	21,88	18x	28,13	25x	39,06	3,91	1,14
Image der Hersteller	-	-	6x	9,38	14x	21,88	26x	40,63	18x	28,13	3,88	0,93
Image der Produkte/Geräte	2x	3,13	17x	26,56	19x	29,69	12x	18,75	14x	21,88	3,30	1,18

Abbildung 17: Automatische Auswertung Frage 4

(Bildschirmausdruck von www.umfragenonline.com)

In den letzten beiden Spalten der Tabelle sind das Arithmetische Mittel und die Standardabweichung je Faktor angegeben. Je Spalte wird jeweils die höchste Bewertung zur Festlegung des Ranges der Faktoren genutzt. Für Rang 1 ergibt sich somit der Faktor „Preis/Leistungs-Verhältnis“ mit 53 von 64 Antworten. Bei diesem Faktor sind sich fast alle Befragten sicher auf Rang 1 zu setzen. Das zeigt sich auch durch den sehr geringen Durchschnitt von 1,22 und der Standardabweichung von gerade mal 0,52. „Aktualität der Produkte“ nimmt den 2. Rang ein. Auch dieser Faktor erhält einen vorderen Rang bei den meisten Befragten. Die Festlegung der Faktoren für Rang 4 und 5 ist im Vergleich zu Rang 1 und 2 sehr knapp. Dieses zeigen auch die nur sehr wenig voneinander entfernten Durchschnittswerte.

Die Auswertung ergab folgende Rangfolge von wichtig zu unwichtig:

- 1) Preis/Leistungs-Verhältnis
- 2) Aktualität der Produkte
- 3) Image der Produkte/Geräte
- 4) Image der Hersteller
- 5) Umweltbilanz (Nachhaltigkeit der Geräte)

Frage 5) Wie wichtig sind für dich die folgenden Faktoren beim Einkaufen von Geräten (hier bitte speziell IT-Geräte)?

Bei Frage 5 ging es um die Einschätzung ob bestimmte Faktoren wichtig beim Einkauf von IT-Geräten sind oder nicht. Hierzu gab es eine Skala von links nach rechts mit den Antwortmöglichkeiten „Extrem Unwichtig“, „Eher Unwichtig“, Wichtig“, „Sehr Wichtig“ und „Extrem wichtig“. Insgesamt wurden die Befragten gebeten 8 Faktoren in diese Skala einzuordnen.

	Extrem Unwichtig (1)		Eher Unwichtig (2)		Wichtig (3)		Sehr Wichtig (4)		Extrem Wichtig (0)		Σ	Ø	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%			
Umweltbilanz des Gerätes..	6x	9,38	34x	53,13	20x	31,25	3x	4,69	1x		2,32	0,71	
Preis des Gerätes	-	-	2x	3,13	8x	12,50	28x	43,75	26x		3,68	0,57	
Aktualität des Gerätes	3x	4,69	13x	20,31	19x	29,69	19x	29,69	10x		3,00	0,91	
Image des Gerätes	7x	10,94	21x	32,81	23x	35,94	12x	18,75	1x		2,63	0,92	
Recyclingbarkeit des Gerätes..	14x	21,88	27x	42,19	20x	31,25	1x	1,56	2x		2,13	0,78	
Reparierbarkeit des Gerätes..	2x	3,13	12x	18,75	28x	43,75	13x	20,31	9x		2,95	0,78	
Herstellungsbedingungen..	9x	14,06	33x	51,56	15x	23,44	6x	9,38	1x		2,29	0,83	
Energieverbrauch beim B...	2x	3,13	12x	18,75	21x	32,81	18x	28,13	11x		3,04	0,85	

Abbildung 18: Automatische Auswertung Frage 5

(Bildschirmausdruck von www.umfragenonline.com)

Beim Faktor „Umweltbilanz des Gerätes“ antworteten 34 von 64 Befragte das ihnen diese Produkteigenschaft eher unwichtig beim Einkauf von Produkten ist. Jedoch gaben 20 Befragte an, für sie sei es ein wichtiger Faktor. Somit gibt es keine klare Meinung der Befragten, einzig eine Tendenz zu „eher unwichtig“

Der Faktor „Preis des Gerätes“ lässt im Vergleich zum ersten Faktor jedoch eine deutliche Interpretation zu. So haben 28 Personen mit „Sehr Wichtig“ und 26 Personen mit „Extrem Wichtig“ auf diese Fragestellung geantwortet. Als Interpretation kann man somit sagen, dass die Konsumenten klar preisorientiert einkaufen.

Die „Aktualität des Gerätes“ ist für 19 Befragte „Wichtig“ und für die gleiche Anzahl sogar „Sehr Wichtig“. Somit kann man auswerten, dass die Verbraucher stark auf die Aktualität der IT-Geräte achten. Im Vergleich ist der Preis aber wichtiger.

Das „Image des Gerätes“ ist nach Auswertung und Interpretation der Ergebnisse für die Kunden weder wichtig noch unwichtig. Dieses belegen die sehr hohen Antwortwerte im Bereich um „Wichtig“.

Der Faktor „Recyclingbarkeit des Gerätes“ wird von 27 der 64 Befragten als „Eher Unwichtig“ eingeordnet. Des Weiteren ist bei diesem Faktor für die Kaufentscheidung eine sehr starke Tendenz in Richtung Unwichtig zu erkennen.

Auch wie beim „Image des Gerätes“ gibt es bei der „Reparierbarkeit des Gerätes“ keine klare Meinung oder Tendenz. Die abgegebenen Einordnungen in die Skala liegen sehr zentral um die mögliche Antwort „Wichtig“.

„Die Herstellungsbedingungen des Gerätes“ sind für ganze 33 von 64 Personen „Eher Unwichtig“. Sie sind beim Kauf nicht wirklich ausschlaggebend für die Kaufentscheidung.

Als letzter Faktor wurde nach dem „Energieverbrauch beim Betrieb“ der Geräte gefragt. Wie auch schon bei anderen Faktoren liegen die Antworten sehr stark um die Antwortmöglichkeit „Wichtig“ verteilt. Es ist eine Tendenz in Richtung der „Wichtig-Antworten“ zu erkennen.

Als Ergebnis dieser Frage kann man festhalten, dass die Verbraucher zuerst auf den Preis und dann auf die Aktualität der Geräte schauen. Erst danach spielt der Energieverbrauch und die Reparierbarkeit des Gerätes eine Rolle.

Frage 6) Bist du bereit für ein nachhaltigeres Produkt (IT-Gerät zum Beispiel Smartphone) mehr zu bezahlen, wenn es weniger die Umwelt belastet?

Auf diese Frage haben 71,9% also 46 der 64 Befragten mit Ja geantwortet und wären somit bereit für nachhaltigere Produkte, hier speziell IT-Geräte mehr zu bezahlen.

Frage 7) //Optionale Frage// Kennst du aktuell schon nachhaltige IT-Produkte, Firmen oder Maßnahmen?

29 der 64 Umfrageteilnehmer beantworteten diese Frage. 18 Mal wurde als nachhaltiges IT-Produkt das Fairphone angegeben. Somit ist dieses Produkt vielen Verbrauchern als umweltbewusstes Gerät bekannt zu sein.

Frage 8) Wofür nutzt du die folgenden Geräte häufig bzw. überwiegend?

Bei der vorletzten Frage ging es um die Nutzung der aktuellen IT-Geräte durch die Konsumenten. Hierbei wurde erfragt, wofür die einzelnen Gerätetypen häufig genutzt werden. Hier werden nur die Gerätetypen Smartphone, Laptop bzw. Notebook, Desktop-PC und Tablet-PC betrachtet. Die Antworten der anderen Geräteklassen MP3-Player, TV, Kamera, Spielkonsole und Radio werden im Rahmen dieser Arbeit nicht genauer analysiert.

Die Tätigkeiten in der waagerechten Skala sind „Musik hören“, „Videos schauen“, „Fotos machen“, „E-Mails schreiben“, „Dokumente verfassen“, „Im Internet arbeiten“, „Spielen (Online+Offline)“, „Soziale Netzwerke“ und „Telefonieren“. Nach Abschluss der Umfrage wurden die in der folgenden Tabelle dargestellten absoluten Antwortwerte je Kombination aus Gerätetyp und Tätigkeit ermittelt.

	Smartphone	Laptop (Notebook, Netbook)	Desktop-PC	Tablet-PC
Musik hören	39	35	28	14
Videos schauen	19	44	29	28
Fotos machen	53	-	-	4
E-Mails schreiben	27	54	37	13
Dokumente verfassen	5	56	39	11
Im Internet arbeiten	25	56	36	22
Spielen (Online + Offline)	21	22	30	12
Soziale Netzwerke	54	42	27	28
Telefonieren	59	5	6	3

Tabelle 5: Absolute Antworten der Nutzung
(Umfrageauswertung)

Im Nachgang wurden für jeden Gerätetyp auf der Grundlage der abgegebenen Antworten die häufigsten Anwendungsfelder ermittelt und in der folgenden Tabelle dargestellt. Beim gleichen Absolutwert bei mehr als einer Tätigkeit wurden beide Tätigkeiten angegeben.

	Smartphone	Laptop (Notebook, Netbook)	Desktop-PC	Tablet-PC
Häufigste Anwendung	Telefonieren	Dokumente verfassen bzw. Im Internet arbeiten	Dokumente verfassen	Videos schauen bzw. Soziale Netzwerke
Zweithäufigste Anwendung	Soziale Netzwerke	E-Mails schreiben	E-Mails schreiben	Im Internet arbeiten
Dritthäufigste Anwendung	Fotos	Videos schauen	Im Internet arbeiten	Musik hören

Tabelle 6: Auflistung der primären Anwendungsfälle der IT-Gerätetypen
(Umfrageauswertung)

Es ist erkennbar, dass typische Bürotätigkeiten wie Dokumente verfassen oder E-Mails schreiben am häufigsten auf den Gerätetypen Laptop und Desktop-PC erledigt werden. Dagegen nutzt man für den Medienkonsum wie „Videos schauen“ oder „Musik hören“ vermehrt den Tablet-PC. Soziale Netzwerke haben auf Smartphones und Tablet-PC`s einen hohen Stellenwert. Telefonieren ist heute auf Grundlage der Umfrageergebnisse noch immer die häufigste Anwendung von Smartphones.

Frage 9) Ordne bitte die folgenden IT-Geräte nach der Gesamt-Umweltbelastung (Produktion + Nutzung + Recycling) nach eigener Annahme! Je kleiner der Rang desto besser ist die Nachhaltigkeit. (1 bis 5)

Die Auswertung dieser Frage liefert wieder eine Rangfolge als Ergebnis. Es ist erkennbar für wie nachhaltig die Befragten die einzelnen Gerätetypen halten. Die Geräteklassen bei dieser Frage sind

Smartphone, Desktop-PC, Laptop (Notebook, Netbook), Tablet und Mobiltelefon (Tasten). Die automatische Auswertung der Webseite mit deren Hilfe die Umfrage durchgeführt wurde, lieferte folgende Auswertung:

	1.		2.		3.		4.		5.		Ø	±
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Smartphone	14x	21,88	15x	23,44	10x	15,63	<u>12x</u>	<u>18,75</u>	13x	20,31	2,92	1,46
Desktop-PC	<u>22x</u>	<u>34,38</u>	10x	15,63	5x	7,81	11x	17,19	16x	25,00	2,83	1,65
Laptop (Notebook, Netbook)	4x	6,25	<u>17x</u>	<u>26,56</u>	19x	29,69	19x	29,69	5x	7,81	3,06	1,07
Tablet	3x	4,69	13x	20,31	<u>20x</u>	<u>31,25</u>	19x	29,69	9x	14,06	3,28	1,09
Mobiltelefon (Tasten)	21x	32,81	8x	12,50	9x	14,06	6x	9,38	<u>20x</u>	<u>31,25</u>	2,94	1,68

Abbildung 19: Automatische Auswertung Frage 9

(Bildschirmausdruck von www.umfragenonline.com)

Es wird die Anzahl je Spalte bzw. Rang betrachtet. Rang 1 ist der Desktop-PC, da dieser in der ersten Spalte mit 22 von 64 Antworten am häufigsten auftritt. Auf Rang 2 ist mit 17 von 64 Antworten der Laptop (Notebook, Netbook). Das Tablet wurde auf Platz 3 platziert. Ein Problem gab es bei Rang 4, da hier die höchsten absoluten Werte auf das Tablet bzw. den Laptop (Notebook, Netbook) entfallen sind. Diese beiden Gerätetypen wurde aber bereits ein Rang zugeordnet. Somit wurde die drittgrößte Antwort Smartphone auf den Rang 4 platziert. Für Rang 5 blieb das Mobiltelefon (Tasten) übrig.

Es ergab sich folgende Rangfolge von nachhaltig zu unnachhaltig:

- 1) Desktop-PC
- 2) Laptop (Notebook, Netbook)
- 3) Tablet
- 4) Smartphone
- 5) Mobiltelefon (Tasten)

Als Ergebnis dieser Frage kann man festhalten, dass die Befragten den Desktop-PC als nachhaltigstes Produkt sehen, gefolgt vom Laptop. Auf Rang 5, als das am wenigsten nachhaltigste Produkt liegt das Mobiltelefon (Tasten).

Die im Rahmen dieser kurzen Umfrage gesammelten Ergebnisse fließen in die nachfolgenden Kapitel der Nachhaltigkeitsbetrachtung der einzelnen Gerätetypen mit ein.

4. Analyse der IT-Gerätetypen auf die Auswirkungen auf die Umwelt und die Nachhaltigkeit

4.1 Definition und Einordnung der zentralen Begriffe

In den vorherigen Kapiteln ging es um die Geschichte der IT-Technik und um die Auswertung der Umfrage. Jetzt sollen die Nachhaltigkeit bzw. die Umwelteinflüsse der unterschiedlichen IT-Gerätetypen betrachtet werden. Zur Argumentation und Interpretation werden die Sachverhalte aus den Kapiteln 2 und 3 genutzt.

In diesem Abschnitt werden die zentralen Begriffe definiert und in einen Zusammenhang gebracht. Als erstes soll der Begriff Umwelt definiert werden. „Als „Umwelt“ werden die natürlichen und materiellen Bedingungen bezeichnet, unter denen sich Lebewesen oder Pflanzen entwickeln. Im Gegensatz zu Objekten sind sie zu einer aktiven Wechselwirkung mit ihrer Umwelt fähig und entfalten ihrerseits Einfluss auf sie. Dadurch sind sie in der Lage ihre Umwelt zu ihren Gunsten zu beeinflussen oder sich im Rahmen ihrer konstitutionellen Flexibilität an diese anzupassen.“¹³⁰ Eine andere Definition von Umwelt lautet: „Umwelt bezeichnet etwas, mit dem ein Lebewesen oder etwas, das in Analogie zu einem Lebewesen behandelt wird, in kausalen Beziehungen steht.“¹³¹

Der zweite zu definierende Begriff ist Green IT. „Unter Green IT (seltener auch Green ICT) versteht man Bestrebungen, die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) über deren gesamten Lebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten. Dies beinhaltet die Optimierung des Ressourcenverbrauchs während der Herstellung, des Betriebs und der Entsorgung der Geräte (Green in der IT).“¹³²

Wie lassen sich nun diese beiden Begriffe in einen Zusammenhang bringen? Dafür muss man noch einen dritten Begriff, die Nachhaltigkeit definieren. In der Literatur finden sich viele verschiedene Definitionen. Im Rahmen dieser Arbeit sollen zwei häufig zitierte Begriffsdefinitionen genutzt werden. Laut Martin G. Möhrle stammt der Nachhaltigkeitsbegriff ursprünglich aus der Forstwirtschaft und sagt aus, das die aktuelle Generation ihre Bedürfnisse befriedigen soll, ohne einen Einfluss auf die Lebensgrundlage nachfolgender Generationen zu haben.¹³³ Iris Pufe definiert Nachhaltigkeit so: „Nachhaltigkeit ist ein ressourcenökonomisches Prinzip, das gewährleistet, ein in seiner Funktionsweise dauerhaft aufrechtzuerhalten.“¹³⁴

Im Zusammenhang mit der Definition des Begriffes Nachhaltigkeit sollte die Einbeziehung bzw. Erwähnung des Brundtland-Berichtes aus dem Jahre 1987 mit dem Titel „Unsere gemeinsame Zukunft“ nicht unerwähnt bleiben. In diesem Bericht wurde erstmals das Leitbild einer

¹³⁰ Pleye, Matthias., "Umwelt "Definition Umwelt""

¹³¹ Wikipedia, "Umwelt"

¹³² Wikipedia, "Green IT"

¹³³ Vgl. Möhrle, Martin G., "Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Nachhaltigkeit"

¹³⁴ Pufé, Iris. "Nachhaltigkeit", (Seite 17)

„nachhaltigen Entwicklung“ definiert. Die Kommission definiert diese Entwicklung als eine: „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“¹³⁵

Nachdem die drei zentralen Begriffe definiert wurden, ist es möglich diese in einen Zusammenhang zu bringen. Grundlegend kann man sagen, das Green IT nachhaltige und grüne (umweltschonende) Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) beschreibt.¹³⁶ Nachhaltigkeit umfasst fortführend die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Aspekte, die gleichberechtigt berücksichtigt werden müssen.¹³⁷ Green IT ist somit die ökologische (umweltschonende), soziale und wirtschaftliche Betrachtung von IT Lösungen.

4.2 Erläuterung des Untersuchungs- bzw. Betrachtungsradius

In diesem Abschnitt geht es um den Untersuchungs- bzw. Betrachtungsradius bzgl. der Nachhaltigkeitsanalyse der verschiedenen IT-Gerätetypen im Rahmen dieser Arbeit.

Der Vergleich der IT-Geräteklassen bzgl. Nachhaltigkeit findet an konkreten Produktvertretern eines Herstellers statt. Dieser Hersteller ist das Unternehmen Apple. Die Wahl fiel auf diesen IT-Gerätehersteller auf der Grundlage eines Rankings des Ranking-Portals „www.Rankabrand.de“. Dieses Portal ermittelt sein langem wie nachhaltig IT-Hersteller sind.¹³⁸ Diese Analysewebseite nutzt zur Klassifizierung der Nachhaltigkeit das System der Kategorisierung mit den Buchstaben A bis E, wobei Unternehmen mit Kennung A am nachhaltigsten und mit Kennung E am unnachhaltigsten sind. Je mehr Kriterien erfüllt werden, desto besser die Klassifizierung. Für Label-Stufe A benötigt man mindestens die Erfüllung von 75% der Kriterien (Abbildung 20).¹³⁹

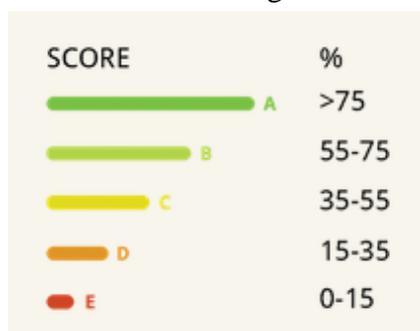


Abbildung 20: Darstellung des Bewertungsschemas

(<https://rankabrand.de/home/was-wir-tun>)

Das nachhaltigste Unternehmen laut diesem Ranking ist das Unternehmen Fairphone (Abbildung 21), welches jedoch nur eine Bewertung B erreicht hat. Dieser Hersteller stellt jedoch nur die Produktkategorie Smartphone her und ist somit zum Vergleich der Gerätetypen ungeeignet. Auf

¹³⁵ Lexikon der Nachhaltigkeit, "Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland Bericht | Brundtland Report)"

¹³⁶ Vgl. Wikipedia, "Green IT"

¹³⁷ Vgl. Wölbert, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

¹³⁸ Vgl. rankabrand.de, "Nachhaltigkeit: Elektronik"

¹³⁹ Vgl. rankabrand.de, "Was wir tun"

Platz 2 des Rankings steht das amerikanische Unternehmen Apple mit einer C Bewertung.¹⁴⁰ Dieses amerikanische Unternehmen bietet in jeder der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten IT-Gerätetypen Produkte an. Somit fiel die Wahl auf diesen Hersteller. Je Produktkategorie wurde ein konkreter aktueller Vertreter ausgewählt. Als Auswahlkriterium wurde die Aktualität der Produkte gewählt.



Abbildung 21: Rangfolge der Nachhaltigen Unternehmen
(<https://rankabrand.de/elektronik>)

In der IT-Geräte-Kategorie Smartphone fiel die Wahl auf das aktuelle Top-Modell „iPhone 7 Plus“ (Stand November 2016).

Wichtige Produkteigenschaften¹⁴¹:

- Abmessungen 158,2mm x 7,79mm x 7,3mm
- Gewicht 188g
- Kapazität 32GB // 128GB // 256GB
- Display 5,5“ Retina Display (1920x1080 bei 401ppi)
- Schutz vor Spritzwasser und Staub => IEC Norm 60529 unter IP67
- Stromversorgung (keine Angabe, integrierte wieder aufladbare Lithium-Ionen-Batterie)



Abbildung 22: iPhone 7 Plus
(http://www.tcmobile.sg/store/p34/Apple_iPhone_7_Plus_128gb.html)

¹⁴⁰ Vgl. rankabrand.de, "Nachhaltigkeit: Elektronik"

¹⁴¹ Vgl. Apple, "iPhone 7 Plus Technische Daten"

Der konkrete Produktvertreter in der IT-Geräteklasse Tablet-PC ist das Modell „iPad Pro (12,9“)“ (Stand November 2016).

Wichtige Produkteigenschaften¹⁴²:

- Abmessungen 305,7mm x 220,6mm x 6,9mm
- Gewicht Wi-Fi + Cellular Modell (723g)
- Kapazität 32GB // 128GB // 256GB
- Display 12,9“ Retina Display (2732x2048 bei 264ppi)
- Stromversorgung (Integrierte wieder aufladbare Lithium-Polymer Batterie mit 38,5 Wattstunden)



Abbildung 23: iPad Pro (12,9“)

(<https://www.gravis.de/Smartphones-und-Tablets/Apple-iPad-Pro/Apple-iPad-Pro-12-9-Zoll-mit-WiFi/Apple-iPad-Pro-12-9-Zoll-mit-WiFi-256-GB-gold.html>)

Der „15“ MacBook Pro mit Thunderbolt 3“ ist das Produkt der Kategorie Notebook (Stand November 2016).

Wichtige Produkteigenschaften¹⁴³:

- Abmessungen (Höhe 1,5cm // Breite 34,93cm // Tiefe 24,07cm)
- Gewicht 1,83kg
- Kapazität 512GB SSD / 1TB SSD / 2TB SSD
- Display 15,4“ Retina Display (2880x1800 bei 220ppi)
- Lieferumfang 87W USB-C Power Adapter + USB-C Ladekabel (2m)

¹⁴² Vgl. Apple, "iPad Pro (12,9") Technische Daten"

¹⁴³ Vgl. Apple, "MacBook Pro Technische Daten 2016"



Abbildung 24: 15“ MacBook-Pro mit Thunderbolt 3

(<http://www.giga.de/laptops/macbook-pro-2016/news/macbook-pro-mit-touch-bar-ab-naechster-woche-in-europaeischen-apple-stores-apple-bereitet-versand-vor/>)

In der letzten betrachteten Geräteklasse den Desktop-PC´s ist das konkrete Modell der „27“ iMac mit 5K Retina Display“ (Stand November 2016). Dieses ist ein All-in-One-Gerät.

Wichtige Produkteigenschaften¹⁴⁴:

- Abmessungen (Höhe 51,6cm // Breite 65,0cm //Tiefe mit Standfuß 20,3cm)
- Gewicht 9,54kg
- Display 27“ Retina Display (5120x2880)
- Lieferumfang (Magic Keyboard + Magic Mouse 2 + Netzkabel + Lightning auf USB Kabel)



Abbildung 25: 27“ iMac mit 5K Retina Display

(<http://unboxingall.com/unboxing-apple-imac-27-5k-retina-display/>)

Die „DIN EN ISO 14040/14044“ legt die Mindestanforderungen einer produktbezogenen Ökobilanzierung fest. Hierbei orientiert sich die Bilanz am Lebensweg der Produkte. Die zu erstellende Ökobilanz besteht aus vier aufeinander aufbauenden Bestandteilen. Diese Hauptbestandteile sind die „Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens“, die „Sachbilanz“, die „Wirkungsabschätzung“ und die „Auswertung“.¹⁴⁵ Die Analyse innerhalb dieser Arbeit findet

¹⁴⁴ Vgl. Apple, "27" iMac Technische Daten"

¹⁴⁵ Vgl. Zimmermann, Bernhard., "LCA - Life Cycle Assessment (Produktbezogene Ökobilanzierung)"

in einer abgewandelten Form statt, orientiert sich aber stark an der „DIN EN ISO 14040/14044“. Es findet eine vergleichende Ökobilanz statt, bei welcher mehrere IT-Gerätekategorien miteinander verglichen werden.

Die Zielsetzung bzw. der Grund für das Erstellen der Ökobilanz wurde im Kapitel 1 als Primärziel definiert und ist das Ermitteln der nachhaltigsten betrachteten IT-Gerätekategorie. Die Sachbilanz und die Wirkungsabschätzung sind innerhalb dieser Arbeit nicht als einzelne Kapitel bzw. Abschnitte aufgeführt, sondern zusammen als ein einziges Kapitel. Auch findet keine allumfassende Betrachtung der Input- und Output-Faktoren statt. Der Bestandteil Auswertung der Ökobilanz nach „DIN EN ISO 14040/14044“ ist in dieser Arbeit in Kapitel 5 zu finden, jedoch in einer selbst entwickelten Form.

Um eine möglichst aussagekräftige Beurteilung der Nachhaltigkeit zu erhalten, ist die Untersuchung in mehrere Teile gegliedert.

Teil 1 orientiert sich am Lebenszyklus der IT-Geräte und kommt der Lebenswegbetrachtung innerhalb einer Ökobilanz nah. In der produktbezogenen Ökobilanz werden ursprünglich die Phasen Rohstoff, Produktherstellung, Nutzung des Produktes anfangs betrachtet. Hiernach findet eine differenzierte Betrachtung der Entsorgungsphase statt und anschließend folgt wieder die Phase Rohstoff.¹⁴⁶

Eine gelungene Konkretisierung, welche Unterpunkte genau den einzelnen Lebenszyklusphasen zuzuordnen sind, trägt den Namen „Der Lebenszyklus eines Mobiltelefons“, eine Publikation des Wuppertaler Instituts für Klima, Umwelt und Energie. Diese Grafik, welche auch nachfolgend aufgeführt ist, lässt sich verbal so beschreiben (Abbildung 26).

Es gibt insgesamt 4 Phasen. Die Phase der Rohstoffgewinnung unterteilt sich in die Gewinnung von Metallen und Kunststoffen. Der Metallgewinnung sind der Abbau, die Vergütung und die Aufbereitung untergeordnet. Der Kunststoffgewinnung sind laut dem Wuppertaler Institut die Punkte Rohölgewinnung & -transporte, Raffination & petrochemische Industrie und die Kunststoffproduktion zuzuordnen. Als weitere Phase des Lebenszyklus beschreibt das Bild die Produktion mit den Unterpunkten Herstellung von Komponenten und dem Zusammenbau des Mobiltelefons. Die nächste Lebenszyklusphase ist die Nutzung. Hier sind die Gebiete Transport zum Einzelhandel, der Vertrieb über Fachhandel & Mobilfunkanbieter, Mobilfunkdienstleistungen und die Nutzung des Mobiltelefons zugeordnet. Die Vierte hier aufgeführte zentrale Lebenszyklusphase ist die Entsorgung. Innerhalb dieser Phase wird die Entsorgung in Deutschland/EU von und dem Recycling & Entsorgung in Entwicklungs- & Schwellenländern unterschieden.¹⁴⁷

¹⁴⁶ Vgl. Zimmermann, Bernhard., "LCA - Life Cycle Assessment (Produktbezogene Ökobilanzierung)"

¹⁴⁷ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 2, Seite 18)

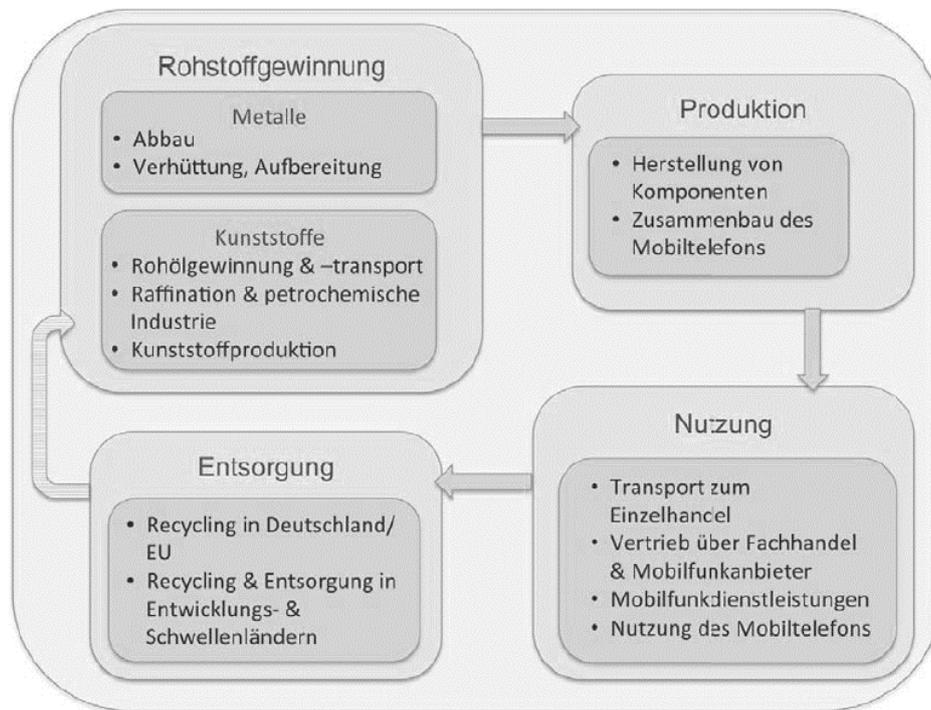


Abbildung 26: Der Lebenszyklus eines Mobiltelefons

(http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Mobiltelefone_Factsheets.pdf, (Factsheet 3, Seite 4))

Diese Arbeit gliedert sich in diesem Teil in die vier zentralen Phasen Rohstoffgewinnung, Produktion/Herstellung, Nutzungsphase und der Entsorgungsphase. Für jede Phase findet zuerst eine allgemeine Betrachtung der Auswirkungen der IT-Gerätetypen statt und im Anschluss eine Analyse der konkreten Vertreter von Apple.

Teil 2 betrachtet die IT-Gerätetypen bzw. die konkreten Produktvertreter über den gesamten Lebenszyklus unter Nutzung spezieller Vektoren wie CO₂-Emission und dem Ökologischen Rucksack, welche nicht ohne Probleme auf die einzelnen Phasen aufgegliedert werden können.

4.3 Rohstoffgewinnung

Die erste Phase, welche bzgl. Nachhaltigkeit der IT-Gerätetypen analysiert wird, ist die Rohstoffgewinnung. Wichtige Begriffe für die folgende Interpretation und Einschätzung sind Fairness, Nachhaltigkeit und Konfliktfreiheit. Der Begriff Nachhaltigkeit wurde bereits in einem vorherigen Absatz definiert. Fairness ist in der Literatur genau so unterschiedlich definiert wie die Nachhaltigkeit.

Unter Fairness werden zum Beispiel geregelter Lohn, Fairtrade, geregelte Arbeitsstunden pro Woche und keine Ausbeutung der Arbeitskräfte aufgezählt.¹⁴⁸ Doch gerade beim Berg- und Minenabbau von Rohstoffen gibt es oft keine rechtlichen Grundlagen. Häufig arbeiten die Minenarbeiter ohne festen Lohn und werden lediglich am Gewinn beteiligt. Nur wenn etwas gefunden wird, erhalten die Minenarbeiter Lohn. Somit bekommen viele Arbeiter in den

¹⁴⁸ Vgl. Wölbart, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

Entwicklungsländern durchschnittlich wenig Lohn. Dabei ist ihre Arbeit gesundheitsgefährdend und hart. Oft gibt es nicht einmal Arbeitsschutzkleidung wie Helme oder Handschuhe.¹⁴⁹ Konfliktfreiheit lässt sich etwa mit dem Ankauf von nur kriegsfreien Rohstoffen beschreiben.¹⁵⁰ Gerade die Konfliktfreiheit ist ein großes Problem innerhalb dieser Lebenszyklusphase.

Generell hinterlässt Rohstoffabbau meist enorme Umweltschäden und ist sehr energieintensiv.¹⁵¹ Der Abbau und die Aufbereitung der benötigten Rohstoffe sind mit Emissionen von Schadstoffen im Wasser, der Luft und/oder dem Boden verbunden. Eine weitere Umweltbelastung ist das Ablagern der Abfälle, welche als Abraum beim Rohstoffabbau entstehen.¹⁵²

Der Rohstoffbedarf wird vom Jahr 2010 mit 60 Milliarden Tonnen Ressourcen auf wahrscheinlich 80 Millionen Tonnen Ressourcen im Jahr 2020 steigen.¹⁵³ Durch den immer höheren Rohstoffverbrauch lässt sich auf eine immer stärkere Produktion schließen.¹⁵⁴ Probleme sind, dass nur ein geringer Teil der benötigten Rohstoffe durch Recycling zurückgewonnen werden und dass die geförderten Rohstoffe häufig aus einer nicht nachhaltigen Quelle stammen.¹⁵⁵ Ein sehr aussagekräftiges Zitat zu diesem Sachverhalt besagt: „In einem Mobiltelefon befinden sich im Durchschnitt etwa 30mg Gold, 300mg Silber sowie andere Edelmetalle. Diese kleinen Mengen ergeben multipliziert mit der großen Stückzahl der verkauften Geräte eine große Menge an Metall, Abraum sowie einen hohen Naturverbrauch.“¹⁵⁶

An dieser Stelle genauer auf die einzelnen Rohstoffquellen und die benötigten Rohstoffe je Gerätetyp und konkreten Vertreter einzugehen, ist aufgrund der Komplexität nicht möglich. Die oben genannten Aussagen gelten für alle untersuchten IT-Gerätetypen. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Rohstoffgewinnung egal für welchen Gerätetyp sehr umweltbeeinflussend und wenig nachhaltig ist.

4.4 Produktdesign und Produktion

In diesem Kapitel findet eine Betrachtung des Produktdesigns und der Produktion der Geräte statt. In dem Buch „CSR und Produktmanagement“ vom Herausgeber Torsten Weber führt G. Oerkermann ausführlich mögliche Ansätze, sogenannte „Nachhaltigkeitsdimensionen“ an. Er unterscheidet die sozialen, ökologischen und ökonomischen Beiträge der Produktgestaltung. Unter sozialen Beiträgen versteht er unter anderem, dass man mit der sozialen Umwelt achtsam umgeht. Hier führt er speziell die Arbeitnehmer an, welche faire Arbeitsbedingungen und Lohn erhalten

¹⁴⁹ Vgl. Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, "Rohstoffabbau schadet Umwelt und Menschen"

¹⁵⁰ Vgl. Wölbelt, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

¹⁵¹ Vgl. Exner, Andreas, Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 279)

¹⁵² Vgl. Exner, Andreas, Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 22)

¹⁵³ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 1, Seite 2)

¹⁵⁴ Vgl. Paeger, Jürgen., "Ökosystem Erde - Der Mensch bewegt die Erde: unsere Rohstoffe"

¹⁵⁵ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

¹⁵⁶ Exner, Andreas, Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 279)

sollen.¹⁵⁷ Als ökologische Beiträge definiert er den schonenden und achtsamen Umgang in Bezug auf die Umwelt. Er bringt hier den umweltgerechten schonenden Einsatz von Materialien an.¹⁵⁸ Die dritte Dimension, die ökonomischen Beiträge der Produktgestaltung bringt Oerckermann mit dem „schonenden und achtsamen Umgang mit Ressourcen“¹⁵⁹ in Verbindung. Als Beispiel führt er die Berücksichtigung eines langlebigen Designs an, zum Beispiel durch den Einsatz von langlebigen Materialien.¹⁶⁰

Produktdesign

Die Grundlage, ob ein Gerät nachhaltig ist oder nicht, kann durch das Design sehr beeinflusst werden. Zum Beispiel muss man sich vor der Herstellung Gedanken über Wiederverwendung der genutzten Rohstoffe machen,¹⁶¹ da bereits durch das Produktdesign festgelegt wird wie hoch die Umweltbelastungen des Produktes sind.¹⁶² An dieser Stelle sollen auch negative Beispiele beim Produktdesign für die Beachtung der oben beschriebenen ökonomischen Dimension aufgeführt werden. „Während für die ersten Handys und Smartphones i.d.R. fest verbaute Akkus verwendet wurden, ist die Austauschbarkeit dieses Bauteils heute ein Standard. Hierdurch wird die Verwendungsdauer der Geräte deutlich erhöht.“¹⁶³ Dieses Zitat stammt von G. Oerckermann aus seinem 2015 veröffentlichten Passus im Buch vom Herausgeber Torsten Weber. Heute gehen die Unternehmen jedoch auf einen festverbauten Akku zurück. Hierdurch, so lässt es sich zumindest oft in der Literatur lesen, lässt sich die Nutzungsdauer verkürzen, da ein einfacher Akkutauch nicht mehr möglich ist, falls dieser defekt ist. Des Weiteren werden viele Hardwarekomponenten verklebt statt verschraubt, um einen leichten Austausch zu erschweren. Auch die Tatsache, dass eine Reparatur bei Smartphones oft teuer ist als der Neukauf ist ein negatives Designbeispiel. Als letztes Beispiel ist die Nichtaufrüstbarkeit vieler Smartphones, Laptops und Tablets zu nennen. Dem hingegen lässt sich ein Desktop-PC recht einfach ohne großen Aufwand aufrüsten.

Durch den seit Jahren anhaltenden Smartphone- bzw. IT-Boom und die immer neuen Funktionserweiterungen bei Smartphones und Tablets, aber auch Laptops und Desktop-PC's setzen viele Firmen ihre Prioritäten auf die zeitnahe Produktveröffentlichung und das optisch ansprechende Design. Geringe Priorität hat, so ist anzunehmen, die nachhaltige Produktgestaltung. Untermauert wird diese Annahme durch die folgende Vermutung, welche auf der Webseite der ZeitOnline veröffentlicht wurde. „Wer sich etwa ein Smartphone kauft, wird [...] aufs Design und die angebotenen Funktionen achten und womöglich erst in zweiter Linie darauf, ob bei der Herstellung besonders viele Ressourcen vergeudet wurden.“¹⁶⁴

¹⁵⁷ Vgl. Oerckermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement, (Seite 155)

¹⁵⁸ Vgl. Oerckermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement, (Seite 155)

¹⁵⁹ Oerckermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement, (Seite 155)

¹⁶⁰ Vgl. Oerckermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement, (Seite 155)

¹⁶¹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 6, Seite 5)

¹⁶² Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 6, Seite 5)

¹⁶³ Oerckermann, Gerald. "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement, (Seite 156)

¹⁶⁴ Breiting, Matthias., "Dieses Tablet verwendet seltene Erden"

Diese Rangfolge zeigt sich auch als Auswertungsergebnis bei Frage 4 und 5 der Umfrage. Ganz wichtig für die Verbraucher sind das Preis/Leistungsverhältnis und die Aktualität der Produkte. Erst später spielen Faktoren wie Umweltbilanz und Nachhaltigkeit eine Rolle.¹⁶⁵

Produktion

Massenproduktion

Über die Produktion von IT-Produkten findet man nur sehr vereinzelt aussagekräftige Artikel oder Veröffentlichungen.¹⁶⁶ Viele Berichte zeigen auf, dass es noch viel Nachholbedarf gibt, speziell bei der Herstellung von Smartphones.¹⁶⁷ IT-Geräte werden heute auf Masse und meist zentral an wenigen Orten auf der Welt produziert, um die Herstellungskosten gering zu halten. „Niemand könnte sich mehr leisten, ein Tablet oder ein Handy ausschließlich für den deutschen Markt zu entwerfen und herzustellen. Das Produkt wäre schlicht zu teuer.“¹⁶⁸ Durch diese zentralen Produktionsstätten entstehen vor Ort hohe Umweltbelastungen, zum Beispiel durch eine Umweltzerstörung, um Bauplatz für die Megafabriken zu erhalten. Ein aktuell viel größeres Problem sind die bei der Produktion entstehenden Emissionen der Fabriken (Smog).¹⁶⁹

Energieaufwand

Ein durchschnittliches Smartphone benötigt 45% Plastik, 20% Kunststoff, 20% andere Metalle und andere Rohstoffe in geringen Mengen. Für die Aufbereitung in den Fabriken und die Verarbeitung dieser Ressourcen wird sehr viel Energie benötigt.¹⁷⁰ Besonders energieverschlingend ist die für alle IT-Geräte wichtige Chipherstellung und -verarbeitung.¹⁷¹ Speziell die Produktion von Desktop-PC's benötigt viel Energie und Rohstoffe.¹⁷² Bei Laptops ist die Akkuherstellung mit sehr hohem Energieverbrauch verbunden.¹⁷³ Hohe Umweltbelastungen durch die Produktion entstehen auch in Folge der nicht immer umweltschonenden und energiesparenden Fabriken.

Arbeitsbedingungen

Nachdem es um die Nachhaltigkeit bzgl. der eigentlichen Produktion ging, soll nun die soziale Nachhaltigkeit bzw. die soziale Nachhaltigkeitsdimension nach G. Oerckmann betrachtet werden. Oft werden Smartphones und andere IT-Geräte unter menschenunwürdigen Arbeits- und Wohnbedingungen für das Arbeiten und Wohnen produziert.¹⁷⁴ Laut Gesetz ist geregelt, dass in den Unternehmen der Produktionsländer eine maximal 49 Stundenwoche gefahren werden darf.

¹⁶⁵ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 4

¹⁶⁶ Vgl. Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 60)

¹⁶⁷ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

¹⁶⁸ Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 64)

¹⁶⁹ Vgl. Deutsche Presse Agentur, "Tausende Fabriken ignorieren Alarmstufe "Rot""

¹⁷⁰ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁷¹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 6, Seite 3)

¹⁷² Vgl. Wachstum-im-Wandel.de, "Computer mit Green IT"

¹⁷³ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁷⁴ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

Real hingegen sind aber 12 Stundenschichten, 7 Tage-Wochen und unsichere Arbeitsbedingungen.¹⁷⁵

Lange Transportwege

Die Herstellung von technischen Produkten ist heute ein weltweiter Prozess, wobei man die Ökobilanz als Summe aller benötigten Ressourcen sehen muss.¹⁷⁶ Durch die bereits angesprochene meist zentrale Produktion gibt es lange Transportwege zu den endgültigen Verbrauchern. Somit findet eine Belastung der ökologischen Nachhaltigkeitsdimension (G. Oerkermann) statt. Im Vergleich zu den Einsparungen bei den Lohnkosten, sind die Transportkosten durch die weiten Transportwege sehr gering.¹⁷⁷ Ein interessanter Betrachtungspunkt ist, dass mehr negative Umwelteinflüsse beim fertigverpackten Transport eines Laptops nach Deutschland zu verzeichnen sind, als durch die einzeln versendeten Desktop-PC-Komponenten, welche erst in Deutschland endmontiert würden.¹⁷⁸ Grund für die bessere Umweltbilanz beim Transport von Desktop-PC-Komponenten ist, dass diese in Großverpackungen verschifft und nicht einzeln verpackt werden.

IT-Gerätetypenvergleich

In diesem Abschnitt ist die produktbezogene Analyse der ausgewählten IT-Geräte in der aktuellen Produktlebenszyklusphase aufgeführt. Bei dieser Analyse werden sowohl das Produktdesign, die Produktion und das Verpackungsdesign soweit möglich gegenübergestellt. Des Weiteren findet eine Gegenüberstellung der in den Apple Environment-Berichten aufgeführten Designmerkmalen statt.

Produktionsbedingungen

Da alle IT-Gerätevertreter Produkte des Unternehmens Apple sind, wird die Produktion nicht differenziert betrachtet. Einer der wichtigsten Vorwürfe an Apple bzgl. der Produktionsbedingungen ist die enorme Anzahl an geleisteten Überstunden. Normal sind monatlich 180 Arbeitsstunden, jedoch kommen bei vielen Beschäftigten noch gut 80 Stunden hinzu.¹⁷⁹ Somit kommt man auf 260 Stunden pro Monat, was durchschnittlich 65 Stunden pro Woche bedeutet. Ein weiterer negativer Fakt sind die sehr geringen Löhne für die Arbeiter in den Megafabriken. Pro Stunde erhält ein Angestellter nur umgerechnet 2 USD. Diese niedrige Bezahlung ist auch ein Grund, warum so viele Überstunden abgeleistet werden. Ohne die Überstunden würde das Monatsentgelt nicht zum Überleben ausreichen.¹⁸⁰ Zusammenfassend muss gesagt werden, dass Apple keine guten Arbeitsbedingungen hat. Diese Beurteilung trifft auch auf andere Unternehmen zu.

¹⁷⁵ Vgl. Wölbart, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

¹⁷⁶ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁷⁷ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁷⁸ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁷⁹ Vgl. Dressler, Nadine Juliana., "Neuer Report zur prekären Lage der Arbeiter in der iPhone-Produktion"

¹⁸⁰ Vgl. Dressler, Nadine Juliana., "Neuer Report zur prekären Lage der Arbeiter in der iPhone-Produktion"

Produktdesign

In diesem Absatz findet eine kurze Betrachtung des Produktdesigns der 4 Apple-Produkte statt. Alle 4 Produkte weisen ein recht schlichtes Design auf und haben keine oder nur wenige bewegliche Teile. Die vorherrschende Produktfarbe ist Grau.

Das Apple iPhone 7 Plus besitzt als besondere Produkteigenschaft die Zertifizierung IP 67 und ist somit wasser- und staubgeschützt.¹⁸¹ Dieses Produkt ist, wie auch die anderen iPhone Modelle der letzten Jahre, nicht sehr kundenfreundlich in der Reparierbarkeit. Um bei diesem Produkt zum Beispiel den fest verbauten Akku zu wechseln, benötigt man nicht nur viel Zeit, sondern auch technische Fähigkeiten. Somit lässt sich vermuten, dass viele Geräte im Abfall landen, weil die Reparaturkosten für den Verbraucher zu hoch sind oder der Aufwand der Reparatur zu groß gesehen wird

Der iMac ist durch seine All-In-One-Bauweise sehr kompakt. Man muss jedoch zum Desktop-PC's stets einen Monitor mitkaufen. Dieses Produkt gibt es nur als Kombination. Negativ ist jedoch das man wenn man einen neuen Desktop-PC's kaufen will, immer auch einen Monitor dazu erhält. Der Monitor kann nicht einzeln angeschafft werden. Sollte irgendwann der Monitor defekt sein, so muss man auch immer einen neuen Desktop-PC's kaufen, da es diese nur als Produktkombination gibt.

Das MacBook Pro (2016) ist ein sehr hochwertiges wirkendes Produkt, welches jedoch nicht leicht zu reparieren ist. Das Unternehmen Apple verbaut die vorhandene SSD fest auf der Hauptplatine. Auch andere Hardwarekomponenten wurden fest verbaut, verlötet oder verklebt. Als Folge dieses Produktdesigns lässt sich bemerken, dass eine Reparatur schwer möglich oder unmöglich ist. Weiterhin ist das Aufrüsten, also die Anpassung des Produktes an neue Anforderungen zum Beispiel durch Einbau einer größeren Festplatte nicht möglich oder schwierig zu realisieren. Das kann bedeuten, dass der Verbraucher sich statt für eine Reparatur für ein neues Gerät entscheidet oder entscheiden muss.¹⁸²

Beim vierten betrachteten Vertreter der IT-Gerätetypen, dem iPad Pro 12,9“ zeigt sich dasselbe Bild in Sachen Produktdesign wie bei allen vorherigen Apple-Produkten. Auch beim iPad Pro sind viele Bauteile miteinander verklebt und somit oft nicht ohne das nötige Fachwissen und ohne Beschädigung auszutauschen bzw. zu reparieren. Beispielsweise ist das festverbundene LCD-Display mit dem Schutzglas zu nennen. Man kann beide Komponenten nur als Kombination kaufen und austauschen.¹⁸³

Apple gibt auf seiner Webseite an, dass alle Produkte sehr intensiv getestet werden, um eine möglichst hohe Lebensdauer aller Komponenten gewährleisten zu können.¹⁸⁴ Das Unternehmen

¹⁸¹ Vgl. Apple, "iPhone 7 Plus Technische Daten"

¹⁸² Vgl. Becker, Leo., "iFixit: 2016er MacBook Pro mit Touch Bar praktisch nicht zu reparieren"

¹⁸³ Vgl. Ebert, Marina., "iPad Pro: viel Klebstoff und schwer zu reparieren"

¹⁸⁴ Vgl. Apple, "Umweltschutz Ressourcen Apple"

Apple führt auf seiner Internetseite und in den Environment-Reports jeweils Designmerkmale der Produkte auf, welche die Umweltbelastung reduzieren. Diese Designmerkmale werden nachfolgend in einer Tabelle¹⁸⁵ dargestellt.

iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
- Quecksilberfreies Display mit LED Hintergrund-Beleuchtung	- Quecksilberfreies Display mit LED Hintergrund-Beleuchtung	- Quecksilberfreies Display mit LED Hintergrund-Beleuchtung	- Quecksilberfreies Display mit LED Hintergrund-Beleuchtung
- Arsenfreies Displayglas	- Arsenfreies Displayglas	- Arsenfreies Displayglas	- Arsenfreies Displayglas
- Frei von bromhaltigen Flammschutzmitteln	- Frei von bromhaltigen Flammschutzmitteln	- Frei von bromhaltigen Flammschutzmitteln	- Frei von bromhaltigen Flammschutzmitteln
- Frei von PVC	- Frei von PVC	- Frei von PVC	- Frei von PVC
- Frei von Beryllium	- Frei von Beryllium	- Frei von Beryllium	- Frei von Beryllium
- Weitgehend recycelbares Aluminium-Gehäuse	- Weitgehend recycelbares Aluminium-Gehäuse	- Weitgehend recycelbares Aluminium-Gehäuse	- Weitgehend recycelbares Aluminium-Gehäuse
- Verpackungsmaterial ist aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und Abfallzuckerrohr hergestellt	- ENERGY STAR 6.1 konform	- ENERGY STAR 6.1 konform	- ENERGY STAR 6.1 konform
	- EPEAT Bewertung „Gold“	- EPEAT Bewertung „Gold“	- EPEAT Bewertung „Gold“
	- Lautsprechergehäuse sind aus 35% recycelten Kunststoff hergestellt	- Treibhausgasemission der Aluminiumgehäuse sind um 35% reduziert	- Lautsprechergehäuse sind aus 35% recycelten Kunststoff hergestellt

Tabelle 7: Gegenüberstellung der nachhaltigen Designaspekte der Apple-Produkte
(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte)

Die Designmerkmale sind bei allen betrachteten Apple-Produkten sehr ähnlich. Das iPhone 7 Plus hat jedoch keinen Energie Star und auch keine EPEAT-Bewertung im Vergleich zu den anderen 3 Gerätetypen-Vertretern. Beim iPad Pro und beim iMac werden 35% recycelter Kunststoff zur Herstellung der Lautsprechergehäuse genutzt. Hingegen gibt es beim MacBook Pro (2016) eine Treibhausgasreduktion von 35% bei der Aluminiumgehäuseherstellung.

¹⁸⁵ Vgl. Environment Reports der Apple Produkte (Übersetzt)

Verpackungsanalyse

Auf der Internetseite von Apple wird angemerkt das 99% des genutzten Papiers für Verpackung und Anleitung recycelt oder aus einer nachhaltigen Quelle stammen.¹⁸⁶ Im Folgenden soll eine Betrachtung der Verpackung der vier Apple-Produktvertreter stattfinden.

Alle Verpackungen sind ultrakompakt und so klein und leicht wie nur möglich.¹⁸⁷ In der nachfolgenden Tabelle¹⁸⁸ sind die vier Verpackungen gegenübergestellt. Bei der Betrachtung findet nur die „Retail box“ eine Beachtung. Die „Retail and shipping box“ wird vernachlässigt da nicht jeder Environmental Report der Produkte Angaben zu dieser enthält.

	iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Paper (fiberboard, paperboard, non-wood fiber)	193g	-	-	-
Plastic film	6g	-	-	-
Paper (corrugate, molded fiber)	-	255g	-	-
High-impact-polystyrene	-	105g	208g	-
Other plastics	-	9g	16g	31g
Paper (corrugate, paperboard)	-	-	412g	2271g
Expanded polystyrene	-	-	-	606g
Polypropylene (film, fabric)	-	-	-	84g
Gesamtgewicht	199g	369g	636g	2992g

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Verpackungen der Apple-Produkte

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte)

Es ist deutlich erkennbar, dass je größer das Produkt ist, desto mehr Verpackung benötigt wird. Um einen objektiven Vergleich aufzeigen zu können, werden die Verpackungsmengen ins Verhältnis zum Produktgewicht gebracht (Verpackung pro Kilogramm Produkt).

	iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Verpackungsgewicht	199g (0,199kg)	369g (0,360kg)	636g (0,636kg)	2992g (2,992kg)
Produktgewicht	188g (0,188kg)	723g (0,723kg)	1830g (1,83kg)	9540g (9,54kg)
Verpackung pro kg	1058g	498g	348g	314g

Tabelle 9: Darstellung der Verpackung pro kg

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte (eigene Berechnungen))

Nach der Berechnung auf dieses einheitliche Verhältnis ist erkennbar, dass das viel leichtere iPhone 7 Plus eine deutlich schlechtere Verpackungseffizienz auf das iPad Pro 12,9“ aufweist.

¹⁸⁶ Vgl. Apple, "Umweltschutz"

¹⁸⁷ Vgl. Apple, "Umweltschutz Klimawandel Apple"

¹⁸⁸ Vgl. Environment Reports der Apple Produkte (zT. übersetzt und übernommen)

Weiterhin ist erkennbar, dass der fast 10kg schwere iMac nur 314g pro 1kg Produktgewicht benötigt. Beim iPhone 7 Plus ist das Verhältnis etwa 1kg Verpackung pro 1kg Produktgewicht. Abschließend kann man zur Analyse der Produktionsphase inklusive Produktdesign sagen, dass es nur geringe Unterschiede bzgl. Nachhaltigkeit der IT-Gerätetypen gibt. Es gibt jedoch bei den Umweltbelastungen durch den unterschiedlichen Energieverbrauch bei der Produktion bessere und schlechtere Produkte in Bezug auf die Umweltbelastung und Nachhaltigkeit.

4.5 Nutzungsphase inkl. Betrachtung der Verkaufszahlen

Die dritte zentrale IT-Gerätelebenszyklusphase ist die Nutzungsphase bei den Verbrauchern. Bei der Nachhaltigkeits- bzw. Umweltbeeinflussungsbetrachtung werden auch die vergangenen und zukünftigen Entwicklungen bei den Verkaufszahlen der IT-Gerätetypen erläutert.

Absatzentwicklung

Im Rahmen dieses Unterabschnittes geht es um die Entwicklung der Absatzzahlen speziell für Deutschland.

Smartphones

Die erste Gerätekategorie, bei welcher die Absatzzahlen analysiert werden, sind die Smartphones. In der unten aufgeführten Grafik mit dem Titel „Absatz von Smartphones in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2016“ ist der Siegeszug der Smartphones deutlich erkennbar.

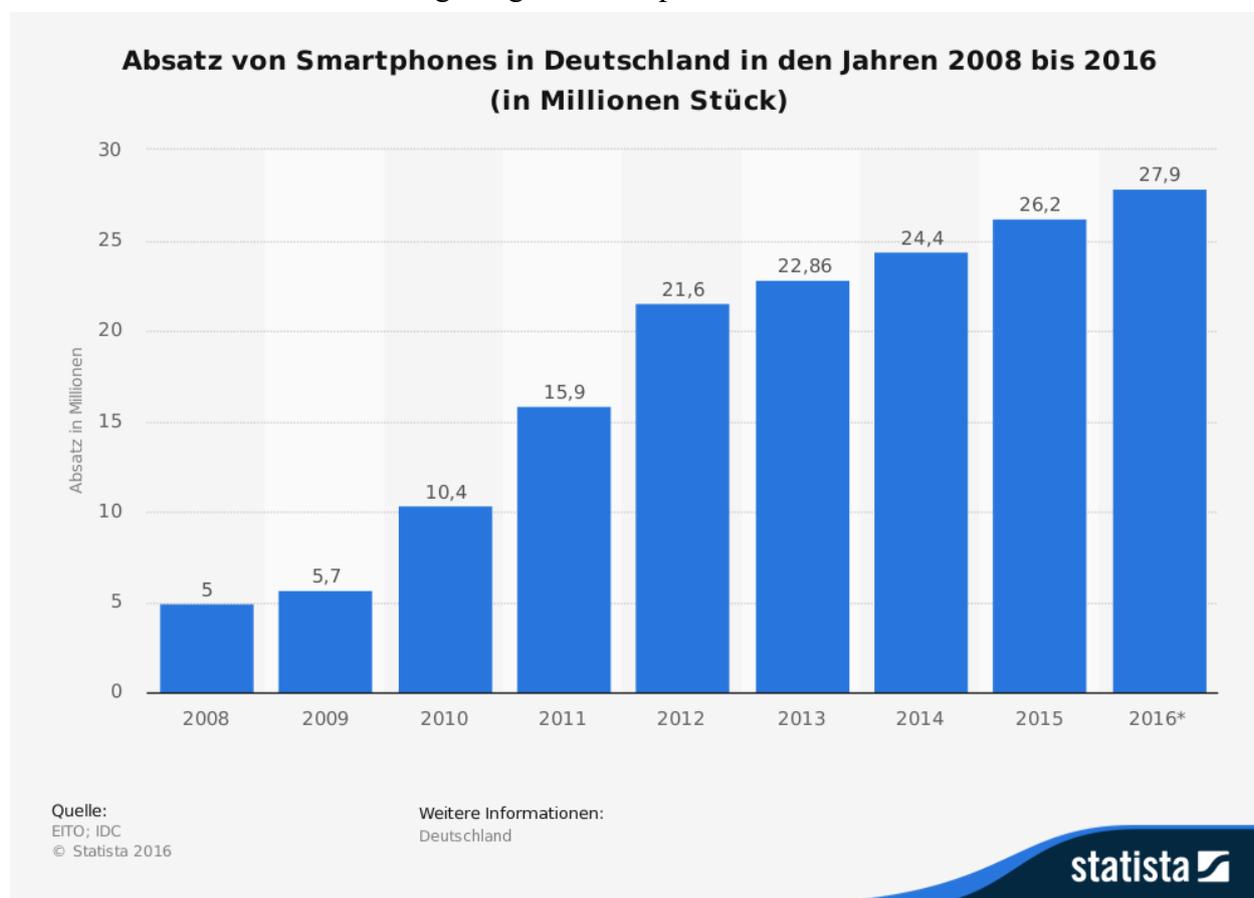


Abbildung 27: Absatzentwicklung der Smartphones
(Statista 2016)

Gegeben sind die folgenden Werte: 2008 (5 Mio), 2009 (5,7 Mio), 2010 (10,4 Mio), 2011 (15,9 Mio), 2012 (21,6 Mio), 2013 (22,86 Mio), 2014 (24,4 Mio), 2015 (26,2 Mio) und für 2016 sind 27,9 Mio Stück prognostiziert. Die Werte belegen, dass sich die Absatzzahlen allein zwischen 2010 und 2013 mehr als verdoppelt haben. 2010 wurden nur 10,4 Millionen Stück verkauft und 2013 schon 22,86 Millionen Stück. Innerhalb von nicht einmal 10 Jahren hat sich der Absatz in Deutschland laut Statistik mehr als vervierfacht im Vergleich zu 2008. 5 Millionen Smartphones war die Absatzmenge in 2008 und in 2016 ist die prognostizierte Gesamtabsatzmenge schon ganze 27,9 Millionen Stück. Besonders in den Jahren 2008 bis 2012 ist der sprunghafte Anstieg deutlich erkennbar. Im Vergleich von 2010 zu 2011 ganze 5,5 Millionen Geräte mehr abgesetzt. In den Jahren 2012 bis heute stieg der Absatz von Smartphones in Deutschland nicht mehr so stark, jedoch aber weiter konstant an. Man könnte vermuten, dass der Markt nach weiteren Jahren gesättigt sein wird. Doch aufgrund der sehr kurzen Nutzungsdauer von Smartphones wird es so nicht erwartet. Darüber wurde an einer anderen Stelle in dieser Arbeit geschrieben.

Desktop-PC's, Tablet-PC's und Laptops

Als nächste IT-Geräteklassen werden die Absatzentwicklungen bei den Desktop-PC's, Tablet-PC's und Laptop-PC's betrachtet. Zur Veranschaulichung der Argumentation ist die folgende Statistik aufgeführt, welche den Titel „Absatz von stationären und mobilen PCs in Deutschland von 2010 bis 2014 und Prognose bis 2019“ trägt. Unter mobilen PC's ist im Rahmen der Statistik das Notebook bzw. der Laptop zu verstehen.

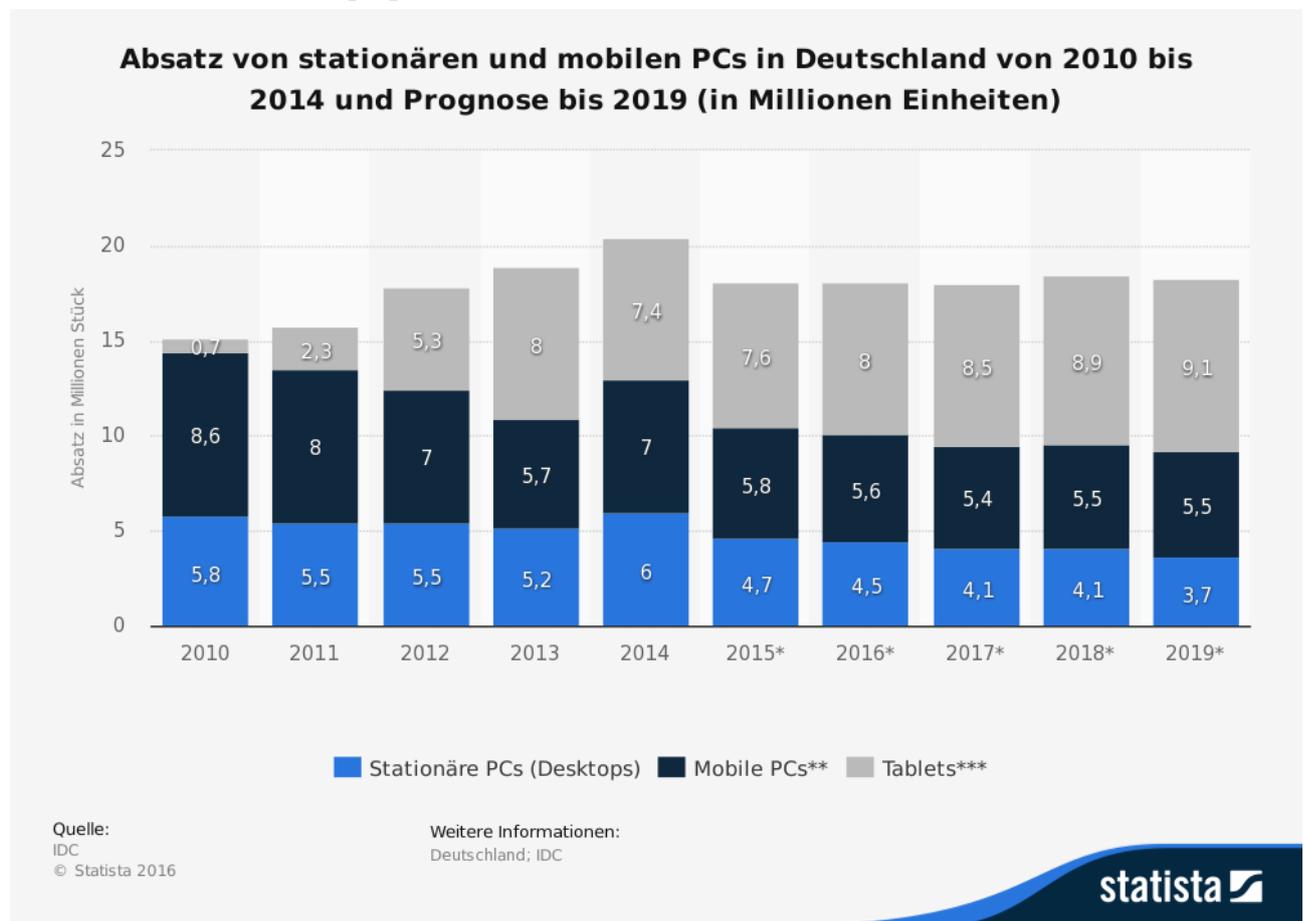


Abbildung 28: Absatzentwicklung der Desktop-PC's, Notebooks und Tablet-PC's
 (Statista 2016)

In der Abbildung sind die drei IT-Geräte-Arten in einem Säulendiagramm dargestellt, wobei die einzelnen Absatzmengen je Jahr übereinander als eine verbindende Säule aufgeführt sind. Somit lassen sich auch Rückschlüsse über den kumulierten Absatz aller drei IT-Geräteklassen ableiten.

Im Diagramm ist erkennbar, dass die Absatzmengen von klassischen Desktop-PC's in der Tendenz von im Jahr 2010 bis ins Jahr 2019 konstant sinken. 2010 waren es 5,8 Millionen Einheiten. 2019 sollen es nur noch 3,7 Millionen Einheiten sein. Eine Ausnahme bietet der Wert im Jahr 2014. Hier gibt es einen kleinen Anstieg gegenüber dem Vorjahr.

Die Absatzmengen der mobilen PC's (im Weiteren auch als Notebook bzw. Laptop bezeichnet) nehmen ebenfalls fast konstant von Jahr zu Jahr ab. Zwei Ausnahmewerte sind hier in den Jahren 2014 und 2015 zu verzeichnen. In 2010 wurden noch 8,6 Millionen abgesetzt und in 2019 werden es nur noch 5,5 Millionen Laptops sein. Die Absatzmengen von Tablet-PC's zeigen im Vergleich zu den klassischen Desktop-PC's und den Notebooks ein andere Entwicklungsbild. Wurden 2010 gerade einmal 0,7 Millionen Stück verkauft, so werden es 2019 über 9 Millionen Stück sein.

Weiterhin lässt sich aus der Statistik der einzelnen Absatzzahlen ableiten, dass in jedem aufgeführten Jahr mehr Laptops als Desktop-PC's verkauft wurden. Schon heute werden somit mehr Laptops als klassische Desktop-PC's verkauft.¹⁸⁹ Ein Grund für den Rückgang der Desktop-PC's ist das Aufkommen der Smartphones und auch später Tablet-PC's.¹⁹⁰ Dies belegt auch das Zitat: „Der Absatz von Tablet-PC's, Smartphones und sogenannten Phablets, also zwischen fünf und sieben Zoll Bildschirmdiagonale, steigt drastisch an, während gleichzeitig der Absatz herkömmlicher PC's und auch Notebooks sinkt.“¹⁹¹ Ein weiterer Grund für den Rückgang der Desktop-PC's und auch Laptops ist die Tatsache, dass in vielen Entwicklungsländern das erste moderne technische Kommunikationsgerät nicht mehr ein Desktop-PC ist, sondern meist ein Smartphone oder Tablet.¹⁹² Dies wird auch durch das folgende Zitat bestätigt: „Heute wird das Gewicht des PC's auf dem digitalen Markt wieder kleiner, weil er nur noch ein Standardgerät unter vielen ist und längst nicht mehr das einzige Fenster in die moderne technologische Welt.“¹⁹³

Weiterhin kann man in der oben aufgeführten Abbildung erkennen, dass mit 8 Millionen Tablet-PC's 2013 erstmals mehr Geräte dieser Kategorie verkauft wurden, als Desktop-PC's oder Laptops. Dieses wird sich wahrscheinlich auch in den folgenden Jahren nicht ändern. Es wird erwartet, dass ab ca. 2019 in etwa genauso viele Tablets verkauft werden wie Laptops und Desktop-PC's in Summe zusammen. Diese Absatzzahlensteigerung bei Tablets zeigt das enorme Potenzial dieser IT-Geräteklasse.

In der Summe, so ist aus der Abbildung analysierbar, bleibt die Gesamtanzahl an IT-Geräten seit Jahren konstant, einzig die Zusammensetzung aus den einzelnen IT-Gerätetypen ändert sich.

¹⁸⁹ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

¹⁹⁰ Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

¹⁹¹ Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 3)

¹⁹² Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

¹⁹³ Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur", (Seite 23)

Diese aufgeführten Entwicklungsanalysen der Absatzzahlen stimmen sehr genau mit den erhaltenen Ergebnissen der Umfrage in Kapitel 3 überein. Auch hier ist der Absatzanstieg von Smartphones, gemessen an der Gerätezahl pro Verbraucher mit + 0,8 sehr stark im Vergleich zu 2010. Des Weiteren ist ein Absatzeinbruch der Desktop-PC's identisch erkennbar. Als weitere Übereinstimmung ist der gleiche Absatzanstieg bei den Tablet-PC's zu verzeichnen. Einzig der Rückgang der Absatzzahlen von Laptops unterscheidet sich.¹⁹⁴

Nutzungsdauer

In diesem Absatz geht es um die unterschiedlichen Nutzungsdauern der IT-Gerätetypen. Der zuerst betrachtete Gerätetyp sind die Smartphones. Ein heute produziertes Smartphone ist nicht für eine langfristige Nutzung ausgelegt, obwohl dieses technisch und designmäßig möglich ist.¹⁹⁵ Die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Smartphones liegt zwischen 18 und 24 Monaten.¹⁹⁶ Als Ergebnis der Umfrage wurde eine durchschnittliche Nutzungsdauer für Smartphones mit durchschnittlich 3 Jahren ermittelt. Dieser Wert liegt etwas über eben in der Quelle angegebenen Lebensdauer von 18 bis 24 Monaten. Grund hierfür kann die geringe Anzahl der befragten Personen innerhalb der Umfrage sein.¹⁹⁷

Gründe für diese sehr kurze Nutzungsdauer sind das ständig neue Gerätegenerationen in immer kürzeren Zeitabständen auf den Markt kommen und dass auf die Verbraucher ein enormer Konsumdruck wirkt. „Die Hersteller sind sehr geschickt dabei, die Besitzer von Geräten, die grundsätzlich noch über Jahre hinweg voll und ganz leistungsfähig wären, dazu zu bewegen, sich schon nach wenigen Monaten die nächste Gerätegeneration zuzulegen.“¹⁹⁸ Die Nutzer brauchen immer das neuste Smartphone.¹⁹⁹ Dieser Aktualitätsdruck in Richtung Verbraucher tritt in abgeschwächter Form auch bei den anderen hier im Rahmen der Arbeit betrachteten IT-Gerätetypen auf.

Weiterhin ist die schwierige Reparierbarkeit von Smartphones, wie auch von Tablet-PC's ein Grund für die relativ kurze durchschnittliche Nutzungsdauer. Dies ist so von den Herstellern gewünscht. So werden zum Beispiel Komponenten verklebt statt verschraubt und Akkus fest eingebaut.²⁰⁰

Bei der Betrachtung der Nutzungsdauer muss man zwischen der Brutto- und Nettonutzungszeit unterscheiden. Unter Bruttonutzungszeit versteht man die gesamte Besitzzeit eines Gerätes. Hingegen gibt die Nettonutzungsdauer an, wie lange man ein Gerät in Summe wirklich nutzt. Durch den immer stärker aufkommenden Trend zum Zweit-Smartphone bleibt die Bruttonutzungsdauer relativ stabil. Jedoch sinkt die Nettonutzungsdauer sehr.²⁰¹ Die

¹⁹⁴ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Gegenüberstellung Zahlen Frage 1 und Frage 2

¹⁹⁵ Vgl. Gebraucht.de Team, "Warum Nachhaltigkeit bei Smartphones wichtig ist und worauf du achten kannst!"

¹⁹⁶ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 6, Seite 5)

¹⁹⁷ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 3

¹⁹⁸ Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 63)

¹⁹⁹ Vgl. Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle", (Seite 63)

²⁰⁰ Vgl. Gebraucht.de Team, "Warum Nachhaltigkeit bei Smartphones wichtig ist und worauf du achten kannst!"

²⁰¹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 2, Seite 1)

Bruttonutzungsdauer für Desktop-PC's wird mit 5 Jahren und für Notebooks nur mit 4 Jahren angegeben.²⁰² Diese Werte sind bis auf ca. ein Jahr identisch mit den ermittelten Zahlen im Rahmen der Verbraucherumfrage dieser Arbeit. Hier ergaben die durchschnittlichen Nutzungsdauern (Brutto) 6,4 Jahre für einen Desktop-PC und 5,2 Jahre für einen Laptop.²⁰³

Für Tablet-PC's konnte bei der Recherche hingegen nur sehr schwer eine Zeitangabe gefunden werden. In einem 2015 veröffentlichten Artikel wird die Nutzungsdauer mit größer als 4 Jahren angegeben.²⁰⁴ Bei der Umfrage ergab sich eine fast identische Nutzungszeit mit durchschnittlich 3,8 Jahren.²⁰⁵

Nutzungsgewohnheiten

Inhalt dieses Abschnittes ist die Analyse der Nutzungsgewohnheiten der IT-Gerätetypen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltbelastung. Als Einstieg ist anzuführen, dass wir Menschen einen sehr elektointensiven Lebensstil leben, welcher so definiert werden kann: „Er ist dadurch gekennzeichnet, dass immer mehr Menschen immer mehr elektrische Apparate oder Geräte besitzen und diese zudem in immer kürzeren Abständen durch neuere Modelle ersetzen. Das trifft auf eine Vielzahl von Geräten zu, um die geläufigsten zu nennen: Fernseher, Tablet-PC's, Laptops, Spielkonsolen und Smartphones.“²⁰⁶ 1998 waren es zum Beispiel nur 8% der 12 bis 19-Jährigen, die ein Mobiltelefon (Mobiltelefon + Smartphones) nutzten. 2010 besaßen bereits 97 % ein Mobiltelefon, wobei davon 14% der Smartphone-Anteil war.²⁰⁷

Nachdem in den letzten Jahren Smartphones immer aktiver genutzt wurden, haben heute viele Menschen ein Smartphone für den privaten Bereich und ein Smartphone für den dienstlichen Bereich.²⁰⁸ Durch diese Entwicklung stieg die Geräteanzahl noch einmal an. Auch die Ergebnisse der Umfrage, welche im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde, bestätigt diese Entwicklung. So steht als Ergebnis, dass heute jeder Mensch in etwa 1,4 Smartphones besitzt bzw. nutzt.²⁰⁹

Für viele Nutzer ist ein Smartphone ein Prestigeobjekt und Schüler, Jugendliche und Erwachsene können sich nicht mehr vorstellen ohne diese Verbindung zu einer anderen digitalen Welt zu leben.²¹⁰ Unter Smartphone als Prestigeobjekt ist hier das Besitzen eines auf einem aktuellen Stand befindliche und von einer der Gesellschaft hochangesehenen Firma hergestelltes bzw. von der Gesellschaft positiv aufgenommenes Smartphone zu verstehen. Die eben definierten wichtigen

²⁰² Vgl. Sievert, Korinna, et. al. "Green IT: Arbeitsmaterial für Schülerinnen und Schüler", (Seite 28)

²⁰³ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 3

²⁰⁴ Vgl. Hirsch, Christian., "Marktforscher: Tablet-Verkäufe sinken zweistellig"

²⁰⁵ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 3

²⁰⁶ Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 272)

²⁰⁷ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 2, Seite 2)

²⁰⁸ Vgl. Disterer, Georg und Kleiner, Carsten. "Mobile Endgeräte im Unternehmen", (Seite 1f)

²⁰⁹ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 1

²¹⁰ Vgl. Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 5f)

Faktoren für Nutzer belegen auch die vorderen Rangplätze der durchgeführten Umfrage bei den wichtigsten Kaufkriterien.²¹¹

Durch den Besitz von technischen Geräten können sich vor allem Jugendliche auch von anderen Jugendlichen abgrenzen. Das nachfolgende Zitat bringt dieses auf den Punkt. „Wer ein Smartphone, aber keine Spielkonsole hat, grenzt sich von denen ab, die noch nicht mal ein Smartphone haben; wer kein Smartphone hat, grenzt sich von denen ab, die noch nicht mal ein Handy haben.“²¹² Gerade für junge Menschen ist ein Smartphone in Verbindung mit den digitalen Medien ein neuer Lebensmittelpunkt geworden.²¹³ Ein Smartphone bietet den Nutzern nicht nur eine einfache Verbindung mit dem Internet oder Facebook, sondern auch soziale Nachwirkungen dieser Verbindung. So erfährt man etwa neue Fakten oder Geschichten über andere Menschen bei der Nutzung von Facebook und fühlt sich als Teil einer Gesellschaft und des Netzwerkes.²¹⁴

Die in einem früheren Absatz aufgeführten Tablet-PC-Absatzzahlen zeigen, dass gerade diese IT-Geräteklasse in Zukunft weiter Einzug in private und betriebliche Bereiche finden wird.²¹⁵ Eine 2015 von Bitkom veröffentlichte Umfrage ergibt die folgenden Nutzungsgewohnheiten. Zu 30% werden Tablet-PC's nur zuhause genutzt, zu weiteren 31% überwiegend zuhause und zu 30% teilweise zuhause und unterwegs. Gerade einmal 6% nutzen einen Tablet-PC unterwegs also mobil.²¹⁶ Dieses Ergebnis zeigt recht deutlich, dass heute Tablets noch nicht sehr aktiv mobil eingesetzt werden. Grund hierfür könnte die schlechte Anwendung für etwa klassische Office-Anwendungen sein oder die zu geringe Leistung der Geräte. Konkrete Gründe konnten bei der Literaturrecherche nicht gefunden werden. Im Rahmen der Umfrage wurden folgende primäre Verwendungen für einen Tablet-PC ermittelt, welche das oben angesprochene Argument der nicht unbedingten Nutzung als Office-PC belegen. Häufige Anwendungen sind laut Umfrage das Schauen von Videos, das Arbeiten im Internet und das Hören von Musik. Bei Laptops und Desktop-PC sind die Hauptanwendungsgebiete sehr identisch, wobei das Erstellen von Dokumenten an wichtigster Stelle steht.²¹⁷

Bei den aktuellen Nutzungsgewohnheiten ist ein weiterer Faktor aufzuführen. Den Verbrauchern bzw. Nutzern von IT-Geräten sind diese aus materieller Sicht immer weniger wert. Seit Jahren nehmen die Geräte-Preise konstant ab. Sobald ein neues Gerätemodell auf dem Markt ist, bekommt man das alte Modell für einen deutlich geringeren Preis. Durch den immer kürzer werdenden Produktlebenszyklus hat das Preisniveau durchschnittlich aller IT-Geräte abgenommen. „Wenn ich einen neuen Laptop brauche, kaufe ich ihn im nächsten Supermarkt oder bestelle ihn im Internet. Das Angebot ist groß, die Preise sinken, bei Aldi und Lidl stehen

²¹¹ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 4

²¹² Calmbach, Marc, et al. "Digitale Medien und digitales Lernen". *Wie ticken Jugendliche 2016?*, (Seite 173)

²¹³ Vgl. Calmbach, Marc, et al. "Digitale Medien und digitales Lernen". *Wie ticken Jugendliche 2016?*, (Seite 173)

²¹⁴ Vgl. Ulrich, Susanne. "Der Smartphone-Mensch. Eine Akteur-Netzwerk-Perspektive auf die digitale Gesellschaft", (Seite 23)

²¹⁵ Vgl. Disterer, Georg und Kleiner, Carsten. "Mobile Endgeräte im Unternehmen", (Seite 1)

²¹⁶ Vgl. Bitkom, "Tablets werden vor allem zu Hause genutzt"

²¹⁷ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 8

Sonderangebote für Computermonitore neben den Stapeln von Lasagne und Käse.“²¹⁸ Dieser Preisverfall hat zur Folge, dass etwa ein Handy bzw. Smartphone bei der Nutzung nicht besonders geschont wird. Ein Neues kostet ja nicht viel. In dieser Denkweise ist die Zunahme des Elektroschrottes in den letzten Jahren mitbegründet.

Der letzte Betrachtungspunkt bei den Gewohnheiten der Nutzer ist die Konzentration von immer mehr Funktionen auf immer weniger Geräte. Für viele Jugendliche war früher ein eigener Fernseher eines der wichtigsten technischen Geräte, die man unbedingt braucht. Heute decken moderne Smartphone das benötigte Funktionsspektrum fast komplett ab.²¹⁹ Der TV ist nur ein Beispiel von Geräten, die heute nicht mehr sehr häufig verkauft werden. Gerade die Absatzzahlen von MP3-Playern, klassischen Radios, Kameras oder auch Navigationsgeräten nahmen über die letzten Jahre konstant ab. Man müsste nun schlussfolgern können, dass durch die Einsparung dieser IT-Geräte sich eine Verbesserung der Nachhaltigkeit von Smartphones ergibt.

Doch so einfach ist es nicht. Es ist klar erkennbar, dass weniger klassische Geräte abgesetzt werden. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang nämlich auch, ob sich durch zum Beispiel intensivere Nutzung der weniger vorhandenen klassischen Produkte, dann deren Nutzungsdauer verkürzt und diese häufiger gekauft werden müssen. Zu berücksichtigen ist auf der anderen Seite weiterhin die Möglichkeit, dass man trotzdem klassische Geräte wie Radio oder MP3-Player besitzt und nutzt, vielleicht jedoch über kürzere Zeiten. Diese kürzere Benutzungszeit hätte eine Verlängerung der Lebensdauer der Geräte zur Folge. Und das würde wiederum einen Erwerb dieser Geräteklassen in größeren Abständen bedeuten. In der folgenden Abbildung „Die Opfer des Smartphone-Booms“ (Abbildung 29) ist erkennbar, dass die Verkaufszahlen selbst 2014 nicht bei 0 lagen, sondern immer noch eine große Anzahl dieser Geräte verkauft wurden. Ein weiterer wichtiger Grund für diese Absätze ist, das gerade bei Profi-Nutzern immer noch zum Beispiel eine Profikamera, bessere Bilder machen kann als die Kamera in einem Spitzen-Smartphone.

²¹⁸ Vgl. Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 59)

²¹⁹ Calmbach, Marc, et al. "Digitale Medien und digitales Lernen". Wie ticken Jugendliche 2016?, (Seite 173ff)

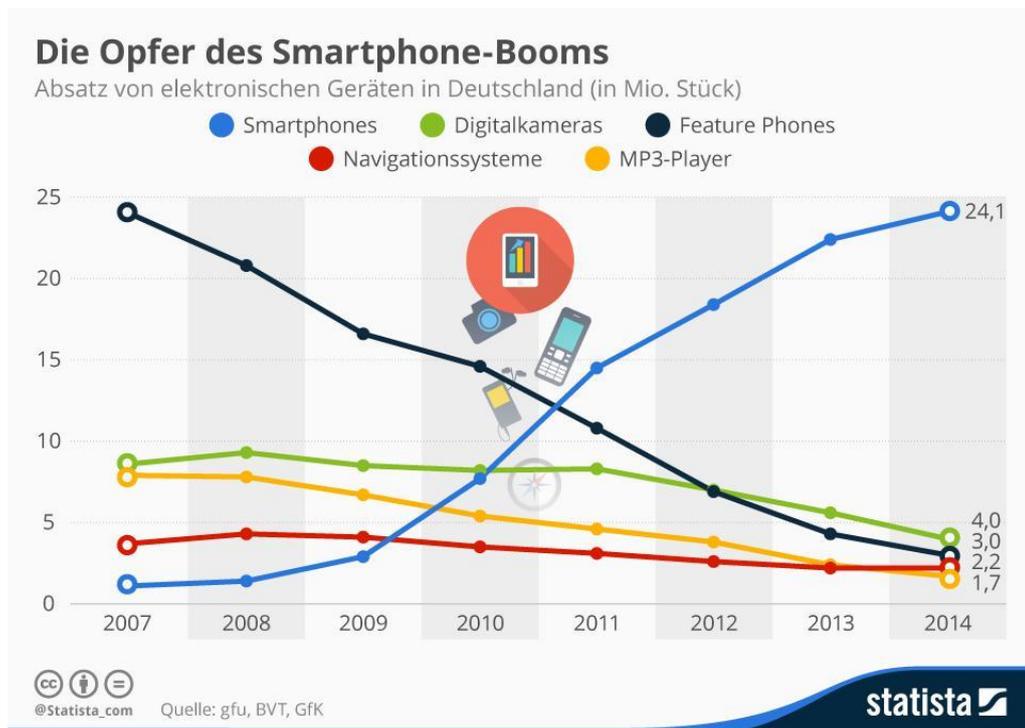


Abbildung 29: Absatzentwicklung von IT-Geräten durch Produktverschmelzung

(http://www.tech.de/media/tech/styles/tec_frontend_opengraph/public/images/2015/02/26/image-86498--42683.jpg?itok=7cqmrPLg)

Abschließend zu diesem Abschnitt ist zu erwähnen, dass die Verbraucher mit dem Erwerb eines Produktes entscheiden, wie nachhaltig die folgenden IT-Produkte sind und was produziert wird. Würden etwa alle Verbraucher nur noch nachhaltig orientierte Smartphone kaufen, so wären die Hersteller und Designer auch gezwungen sich in diese Richtung weiter zu entwickeln. Viele Verbraucher kaufen IT-Geräte häufig nur um aktuell zu sein. Dieses Verhalten beeinflusst direkt die Nachhaltigkeit da mehr Elektroschrott entsteht und die Nutzungsdauer rapide abnimmt. Im Ergebnis wird die Ökobilanz der IT-Produkte somit schlechter, da die Belastungen für Produktion und Entsorgung gleichbleiben.

Stromverbrauch

2020, so ist es in einer Quelle im Internet nachlesbar, werden über 10% des gesamten Stromverbrauches für Smartphones und PC's benötigt.²²⁰ „Der Energieverbrauch während der Nutzungsphase ist eine der ökologischen Hauptbelastungen im Lebenszyklus eines Handys.“²²¹ Bei Smartphones und anderen technischen Geräten muss man zwischen dem direkten Verbrauch an Strom, etwa durch Akkuladungen und dem indirekten Stromverbrauch unterscheiden. Der direkte Bedarf an Strom in der Nutzungsphase im Jahr 2010 war für ein Tasten-Mobiltelefon durchschnittlich 1,3 kWh pro Jahr und bei einem Smartphone etwa 1,9 kWh pro Jahr.²²² Werte aus

²²⁰ Vgl. Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft", (Seite 3)

²²¹ Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 7, Seite 1)

²²² Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 7, Seite 1)

2007 geben den indirekten Stromverbrauch für etwa die Mobilfunkinfrastruktur mit 31,9 kWh pro Jahr an, welcher somit sehr viel höher als der direkte Verbrauch ist.²²³

Wenn man nun die Gerätetypen Desktop-PC, Laptop und Mini-PC vergleicht, kommt man zu folgendem Ergebnis. „Gegenüber einem Desktop-PC mit Bildschirm verbraucht ein Laptop durchschnittlich rund 70 Prozent weniger Strom bei vergleichbarer Ausstattung und Leistung und ist darüber hinaus noch wesentlich platzsparender, leichter und flexibler.“²²⁴ Jedoch kommt es sehr auf die Ausstattung des PC's an. So verbraucht ein Gaming-PC mit 600 bis 700 Watt deutlich mehr Strom.²²⁵ Auch Mini-PC's sind stromsparender als normale PC's und zum Teil auch als viele Laptops.²²⁶

Bei der Internetrecherche konnten sehr aussagekräftige Vergleichstabellen gefunden werden, welche hier nachfolgend eingefügt sind. Die Werte in den Tabellen stammen aus dem Jahr 2013.

Stromverbrauch für verschiedene Computertypen

Computertypen	Stromverbrauch pro Jahr bei 4 Betriebsstunden pro Tag
sparsamer Einsteiger - Computer	51 kwh
stromfressender Einsteiger - Computer	169 kwh
sparsames Einsteiger - Notebook	18 kwh
stromfressendes Einsteiger - Notebook	44 kwh
sparsamer Gamer - Computer	81 kwh
stromfressender Gamer - Computer	323 kwh
sparsames Gamer - Notebook	40 kwh
stromfressende Gamer - Notebook	102 kwh

Abbildung 30: Gegenüberstellung Stromverbrauch Desktop-PC und Notebook

(www.umweltbewusst-heizen.de)

Die erste der beiden Tabellen²²⁷ vergleicht differenziert nach Einsteiger- und Gamer – Geräten die Gerätetypen Desktop-PC und Laptop/Notebook. Bei jeder Geräteklasse wird zwischen sparsamen und stromfressenden Gerät unterschieden. Die kWh-Werte bei einem Einsteiger-Desktop-PC sind mit 51 kWh für den sparsamen und mit 169 kWh für einen stromfressenden Desktop-PC bei 4 Stunden pro Tag als Jahresstromverbrauch angegeben.

Im Vergleich dazu liegen die kWh-Angaben bei einem sparsamen Einsteiger Laptop bei 18 kWh und bei dem stromfressenden Modell gerade mal bei 44 kWh. Dies bedeutet, dass selbst das stromfressende Notebook weniger Strom verbraucht als der sparsame Einsteiger-Desktop-PC. Bei der Betrachtung der Gamer-Modellvarianten sieht es ähnlich aus.

²²³ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 7, Seite 3)

²²⁴ Behrendt, Siegfried und Erdmann, Lorenz. "Computer, Internet und Co: Geld sparen und Klima schützen", (Seite 14)

²²⁵ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

²²⁶ Vgl. Wachstum-im-Wandel.de, "Computer mit Green IT"

²²⁷ Vgl. umweltbewusst-heizen.de, "Stromverbrauch von Computern"

Vergleich Stromverbrauch: PC, Laptop, I-Pad, Smartphone

PC, Laptop, I-Pad, Smartphone	Leistungsaufnahme in Watt	Vergleich des Stromverbrauchs pro Jahr bei 2 Betriebsstunden pro Tag	Vergleich der Stromkosten pro Jahr bei 2 Betriebsstunden pro Tag (Strompreis 2013: 0.285 Euro)
PC und Monitor	110	80.3 kwh	22.86 Euro
Laptop	50	36.5 kwh	10.40 Euro
I-Pad 1	7	5.1 kwh	1.45 Euro
Smartphones	5.5	4 kwh	1.14 Euro

Abbildung 31: Gegenüberstellung Stromverbrauch von IT-Gerätetypen

(www.umweltbewusst-heizen.de)

Die zweite Tabelle²²⁸ stellt den Jahresstromverbrauch der Gerätetypen PC mit Monitor, Laptop, des iPad als konkreter Vertreter für die Tablet-PC's und die Smartphones gegenüber. In der Spalte Leistungsaufnahme sieht man, dass ein PC inkl. Monitor 110 kWh im Durchschnitt, ein Laptop 50 kWh, ein Tablet-PC nur 7 kWh und ein Smartphone sogar nur 5,5 kWh benötigt. Schaut man sich in der nachfolgenden Spalte den Stromverbrauch in einem Jahr bei 2 Stunden Nutzung pro Tag an, erkennt man das ein Desktop-PC mit Monitor ganze 80,3 kWh, ein Laptop 36,5 kWh, ein Tablet-PC 5,1 kWh und ein Smartphone nur 4,1 kWh verbraucht. Zusammenfassend kann man nach Auswertung dieser Tabellen sagen, dass ein Laptop etwa bei gleichem Funktionsumfang wie ein Desktop-PC nur die Hälfte an Strom verbraucht. Die Differenz des Stromverbrauches zwischen einem Tablet-PC und einem Smartphone ist nicht sehr groß, gerade einmal 1,1 kWh. Der Trend geht jedoch seit Jahren bei Smartphones und Tablets zu immer größeren Displays, welche entsprechend mehr Strom verbrauchen.²²⁹ Grundsätzlich verbrauchen aber laut Tabelle Smartphones und Tablets nur einen Bruchteil des Stromes von etwa einem Desktop-PC und bieten dennoch einen sehr großen und vielseitigen Funktionsumfang.

IT-Gerätetypenvergleich

Nachdem in den letzten Absätzen allgemeine Vergleiche und Analysen bzgl. Nutzungsgewohnheiten und Stromverbrauch und deren Auswirkung auf die Nachhaltigkeit durchgeführt wurden, werden in diesem Abschnitt die konkreten Vertreter des Unternehmens Apple analysiert.

Produktaktualität + Prestige

Der angesprochene Drang zu immer der aktuellen Produktversion ist beim Hersteller Apple sehr deutlich bei den Nutzern erkennbar. Schaut man sich das Verhalten genauer an, zeigen gerade bei der iPhone-Modellreihe viele Nutzer immer das Verlangen das neueste Modell zu besitzen. In den letzten Jahren kam oft in Zeitabständen von maximal einem Jahr eine neue Produktgeneration auf den Markt. Häufig gab es nur kleine Designänderungen. Doch viele Verbraucher kauften das neue Modell, obwohl das alte Gerät noch einwandfrei funktionierte. Ein Grund welcher im allgemeinen Teil der Auswirkungsbetrachtung der Phase „Nutzungsphase“ aufgeführt wurde, kann als Ursache für dieses Verhalten ausfindig gemacht werden. Apple-Produkte sind bei vielen Menschen

²²⁸ Vgl. umweltbewusst-heizen.de, "Vergleich Stromverbrauch: PC, Laptop, I-Pad, Smartphone"

²²⁹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 2, Seite 2)

Prestigeobjekte und werden nicht selten mit Wohlstand und Gruppenzugehörigkeit verknüpft. Als Besitzer des Vorgängermodells gehört man einfach nicht zur Gruppe mit dem aktuellen Modell dazu. Man fühlt sich nicht gleichwertig mit den anderen. Es entsteht somit ein Gruppenzwang immer das aktuelle Modell zu besitzen. Durch diesen Effekt reduziert sich auch die Nutzungsdauer der jeweiligen Produkte durch den Konsumenten, was in Folge eine zusätzliche Umweltbelastung darstellt. Bei den anderen drei IT-Gerätetypen ist dieser Gruppenzwang auch aufzufinden, jedoch nicht in so starker Form. Grund hierfür ist, dass Apple nicht in so kurzen Zeiträumen neue Produktgenerationen dieser IT-Geräteklassen veröffentlicht.

Stromverbrauch

Das zweite Gebiet, auf welchem die vier Produktvertreter innerhalb dieser Lebensphase verglichen werden, ist der Stromverbrauch. Nachfolgend sind in einer Tabelle²³⁰ die in den Environmental Reports aufgeführten Verbräuche gegenübergestellt. Betrachtet werden nur die Angaben bei 230V.

	iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Power adapter no-load	0,012W	0,044W	0,054W	-
Power adapter efficiency	74,3%	77,5%	90,5%	90,0%
Off	-	-	0,32W	0,24W
Sleep	-	0,43W	0,61W	1,16W
Idle –Display on	-	5,21W	4,23W	60,1W

Tabelle 10: Gegenüberstellung des Stromverbrauches der Apple-Produkte

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte)

Nachdem alle verfügbaren Angaben in die Tabelle übertragen wurden, ist erkennbar, dass nur bei einer Angabe ein Wert bei allen Geräten vorhanden ist. Diese Zeile ist die Effizienz des Stromadapters. Die niedrigste Effizienz hat das iPhone 7 Plus mit nur 74,3%. Hingegen kann das MacBook Pro hier einen Wert von 90,5% vorweisen. Die Effizienzangaben von iPad Pro und iMac liegen zwischen diesen beiden Werten. In der Zeile „Idle-Display on“ sind die Werte angegeben, welche die Geräte in komplett arbeitsbereitem Zustand benötigen. In der Tabelle ist ablesbar, dass das MacBook Pro (2016) im hochgefahrenen Zustand weniger Watt benötigt als etwa das kleinere iPad Pro (12,9“). Der iMac 27“ benötigt etwa das 15- fache an Strom des MacBook Pro (2016). Für das iPhone 7 Plus fehlt leider diese Angabe in den Environmental Reports von Apple. Auch im Internet konnte diese Angabe nicht ausfindig gemacht werden.

Abschließend zu dieser Lebensphase der IT-Gerätetypen ist zu sagen, dass es zum Teil sehr große Unterschiede bei der Leistungsaufnahme gibt. In Sachen Design unterscheiden sich die betrachteten IT-Geräte nur minimal.

²³⁰ Vgl. Environment Reports der Apple Produkte (zT. übernommen)

4.6 Entsorgungsphase

Die letzte zentrale Lebenszyklusphase der IT-Geräte ist die Entsorgungsphase. Ein großes Problem von allen IT-Gerätetypen ist die nicht fachmännische Entsorgung großer Mengen des Elektroschrottes. Mitunter wird der Elektroschrott auch unsachgemäß gehortet.²³¹ Man nimmt laut Schätzungen an, dass ein großer Teil der nach einer Nutzungsdauer von ca. 2 Jahren noch voll funktionstüchtigen Smartphones privat in irgendeiner Schublade aufbewahrt werden.²³² Nach Schätzungen liegen über 80 Millionen veraltete oder kaputte Handys in Deutschland in den besagten Schubladen.²³³ Ein anderes Problem ist, dass Smartphones und auch andere Gerätetypen einfach über den normalen Hausmüll durch die Verbraucher entsorgt werden. Dieses Vorgehen ist verboten, da es unter anderem die Umwelt enorm schädigt.²³⁴

Der Großteil der zur Entsorgung zugeführten Smartphones und auch andere Gerätetypen werden über meist dunkle Kanäle in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert.²³⁵ Dort findet in sogenannten „Hinterhof-Recyclinghöfen“ die Aufbereitung statt. Dieses passiert ohne organisierte Kontrollen unter Einsatz der eigenen Gesundheit und unter sehr extremer Belastung der Umwelt. Durch dieses unsachgemäße Recycling werden große Teile der Rohstoffe nicht wieder dem Rohstoffkreislauf zugeführt und es müssen demzufolge neue Rohstoffe abgebaut werden.²³⁶ Dieser Abbau erzeugt, wie im Abschnitt „Rohstoffgewinnung“ beschrieben, sowohl soziale Probleme als auch sehr große Umweltbelastungen.

Viele Händler und Hersteller sind zum Teil verpflichtet die defekten Produkte zurückzunehmen und sich um deren Entsorgung zu kümmern. Der zentrale Grund für die Auslagerung der Entsorgung in Entwicklungs- und Schwellenländer sind die hohen Kosten für diese Arbeiten. Meist ist es günstiger neue Rohstoffe abzubauen oder aufzubereiten. So treffen die Unternehmer, die Hersteller und Fachhändler diese fragwürdigen Entscheidungen.²³⁷

Die Höhe der Umweltbelastung durch die Entsorgung der IT-Geräte hängt zentral von der Entsorgung der gefährlichen und sehr giftigen Stoffe ab. Diese Materialien können bei richtigem Recycling zum Teil nachfolgend als Ressource wieder genutzt werden.²³⁸

Der eigentlich wichtige Sachverhalt bei der Umweltbeeinflussung durch die Entsorgung ist, dass seit Jahren die Menge an zu entsorgenden Geräten zunimmt. Oft werden die IT-Geräte heute ausgetauscht, wenn sie nicht mehr aktuell sind und nicht wie früher, wenn sie wirklich nicht mehr

²³¹ Vgl. Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 36ff)

²³² Vgl. Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 278)

²³³ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²³⁴ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²³⁵ Vgl. Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 278)

²³⁶ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²³⁷ Vgl. Gebraucht.de Team, "Warum Nachhaltigkeit bei Smartphones wichtig ist und worauf du achten kannst!"

²³⁸ Vgl. Wachstum-im-Wandel.de, "Computer mit Green IT"

nutzbar waren.²³⁹ Die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Smartphones ist auf Grund der immer neuen Funktionen und Modelle auf bis zu gerade einmal durchschnittlich 18 Monate geschrumpft.²⁴⁰ Diese immer kürzer werdenden Nutzungsdauern und die meist durch das Design hervorgerufene schlechte Reparierbarkeit lassen die Elektroschrottlawine von Jahr zu Jahr anwachsen.²⁴¹

Ein weiterer Faktor für die zum Teil enormen Umweltbelastungen durch die Entsorgung der Alt-IT-Geräte ist die Materialvielfalt. Ein typisches Smartphone besteht heute aus einem Metallmix aus zum Beispiel Zinn, Blei und Gold.²⁴² Dieser Materialmix wird auch auf der folgenden Abbildung (Abbildung 32) gut sichtbar, welche das Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt und Energie veröffentlichte. So bestand 2006 ein Mobiltelefon (nicht Smartphone) bereits aus ca. 50% Kunststoff, ca. 4% kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff, ca. 29% verschiedene Metalle (zB. 15% Kupfer) und ca. 15% Glas und Keramik, insgesamt aus über 60 verschiedenen Stoffen.

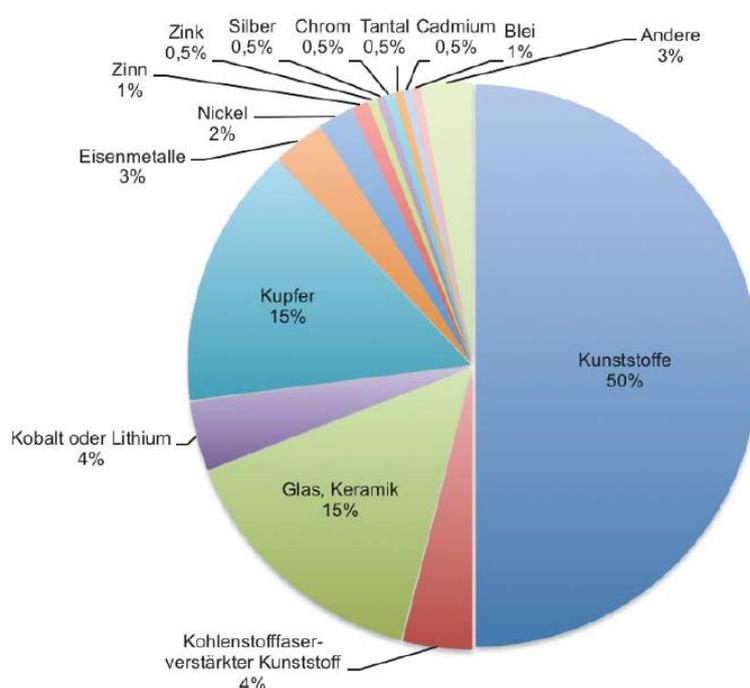


Abbildung 32: Materialzusammensetzung eines Mobiltelefons

(http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Mobiltelefone_Factsheets.pdf (Factsheet 4, Seite 1))

Wie bereits im Abschnitt „Produktdesign und Produktion“ ausgeführt, denken viele Unternehmen beim Design und der Produktion von IT-Geräten nicht an deren spätere Entsorgung.²⁴³ So können von einem Smartphone durchschnittlich etwa nur 65 bis 80% recycelt werden.²⁴⁴ Das bedeutet, dass bei jedem neu produzierten Smartphone oder anderem IT-Gerät viele neue Ressourcen durch Rohstoffgewinnung bereitgestellt werden müssen. Wie gut sich ein Gerät recyceln lässt, hängt

²³⁹ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²⁴⁰ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²⁴¹ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

²⁴² Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²⁴³ Vgl. Gebraucht.de Team, "Warum Nachhaltigkeit bei Smartphones wichtig ist und worauf du achten kannst!"

²⁴⁴ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 6, Seite 4)

auch von der Trennbarkeit der unterschiedlichen Materialien ab. Viele Bestandteile lassen sich jedoch nur schwer recyceln oder sortenrein trennen.²⁴⁵ Im Folgenden findet ein kurzer Exkurs zu den Recyclingeigenschaften einiger wichtiger Rohstoffe statt.

Ein wichtiger Rohstoff ist Aluminium. Dieser findet in fast allen IT-Geräten Verwendung. Die Produktion von IT-Geräten benötigt viel Strom und ist somit sehr teuer. Bereitet man durch Recycling das nicht mehr verwendete Aluminium auf, so werden nur 5% der Strommenge benötigt, die zur Herstellung aus Rohaluminium nötig wären. Aluminium kann dabei immer wieder von Neuem aufbereitet werden. Es wird jedoch auch stets ein gewisser Anteil Rohaluminium benötigt, um die geforderte Reinheit zu erlangen, welche durch andere Metallanteile nicht mehr gegeben ist.²⁴⁶

Kupfer ist ein weiterer sehr stark in den IT-Geräten eingesetzter Rohstoff. Man kann Kupfer fast zu 100% wiederaufbereiten und diesen Vorgang uneingeschränkt wiederholen. Somit spart man die teure Gewinnung aus Kupfererzen und deren aufwendige Aufbereitung. Einen Qualitätsverlust gibt es beim Recyceln nicht.²⁴⁷

Ein dritter wichtiger Rohstoff bei der IT-Geräteherstellung ist Kunststoff. Nahezu der gesamte Kunststoffmüll welcher anfällt wird verwertet. Dabei werden gut 57% der energetischen Verwertung zugeführt, also verbrannt, um zum Beispiel Strom zu erzeugen und Fernwärme zu liefern. 41% erhalten eine werkstoffliche Verwertung und werden zur Herstellung von neuen Produkten eingesetzt und nur 1% eine rohstoffliche Verwertung auf einer Deponie.²⁴⁸

Rohstoffe, welche sich auch gut recyceln lassen, sind Pappe und Papier. Gerade bei der Produktverpackung kommen diese Ressourcen oft zum Einsatz. Pappe und Papier lassen sich gut recyceln. Durch die Wiederverwendung kann Energie und Wasser eingespart werden.²⁴⁹

Der letzte hier betrachtete Rohstoff ist Glas. „Glas lässt sich zu 100 Prozent recyceln und leistet so einen bedeutenden Beitrag zum Umweltschutz. Denn beim Glas gibt es einen geschlossenen Verwertungskreislauf („cradle to cradle“).“²⁵⁰ Glas lässt sich ohne Qualitätsverlust unendlich oft einschmelzen. Wie hoch der Energieaufwand beim Glas-Recycling ist, hängt maßgeblich von der Sortenreinheit ab. In Deutschland unterscheidet man zwischen Grün-, Braun- und Weißglas. Je höher diese Glasarten sortenrein sind, desto weniger Aufwand macht das Recycling.²⁵¹

Anzuführen ist an dieser Stelle, dass die Trennung der unterschiedlichen Materialien bei klassischen Desktop-PC's gut möglich ist, im Gegensatz zu Smartphones, Tablets und Laptops.²⁵²

²⁴⁵ Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²⁴⁶ Vgl. Bäumer, Frank., "Aluminium-Recycling"

²⁴⁷ Vgl. wieland-cuprotherm.de, "Recyclingfähigkeit"

²⁴⁸ Vgl. umweltbundesamt.de, "Kunststoffabfälle"

²⁴⁹ Vgl. Wikipedia, "Papierrecycling"

²⁵⁰ bvglas.de, "Glasrecycling"

²⁵¹ Vgl. bvglas.de, "Glasrecycling"

²⁵² Vgl. Wikipedia, "Personal Computer"

Der Abschnitt soll beendet werden mit dem folgenden Zitat: „Würden die Metalle in der Nachnutzungsphase recycelt und wiederverwendet, ergäbe sich auf Dauer eine deutlich bessere Ökobilanz.“²⁵³

IT-Gerätetypenvergleich

In diesem Absatz findet die Analyse der Produkte anhand der Materialzusammensetzung und der daraus folgenden Recyclingfähigkeit statt. Das Unternehmen Apple gibt in seinen Environmental Reports diese Daten in Form eines Kreisdiagrammes an. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die einzelnen Werte jedoch im Folgenden in eine Tabelle²⁵⁴ transformiert wurden.

	iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Battery	38g	172g	345g	-
Display	36g	187g	253g	2405g
Aluminium	33g	132g	770g	-
Stainless steel	29g	-	-	-
Aluminium and steel	-	-	-	3770g
Steel	-	-	119g	-
Glass	22g	110g	-	800g
Keyboard and trackpad	-	-	151g	-
Circuit boards	14g	59g	133g	518g
Plastic	10g	33g	42g	281g
Other	6g	-	-	133g
Other metals	-	30g	19g	-
Speakers	-	-	-	483g
Hard drive	-	-	-	420g
Power supply	-	-	-	480g
Gesamtgewicht	188g	723g	1832g	9290g

Tabelle 11: Gegenüberstellung der Materialzusammensetzung der Apple-Produkte

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte)

Nachdem die Werte übersichtlich in Form einer Tabelle aufgestellt sind, ist erkennbar, dass es eine Gewichtsdivergenz beim iMac gibt. Angegeben sind auf der Herstellerseite 9,54kg und in der Tabelle kommt man nach Addition aller Materialmengen nur auf 9,3kg. Die Ursache für diese Differenz konnte auch nach intensiver Recherche nicht gefunden werden.

Um eine bessere Vergleichbarkeit der genutzten Materialien zu erhalten, wurden die Mengen in Prozente am Gesamtgewicht umgerechnet und in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Hierbei wurden jedoch nur Mengen übertragen, wo von mehreren IT-Gerät Angaben verfügbar sind. Die

²⁵³ Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation", (Seite 280)

²⁵⁴ Vgl. Environment Reports der Apple Produkte (zT. übernommen)

Mengenangaben von Aluminium und Stahl wurden in einer Menge vereint, um eine Vergleichbarkeit herzustellen.

	iPhone 7 Plus	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Battery	38g (20%)	172g (22,4%)	345g (17,3%)	-
Display	36g (19%)	187g (24,3%)	253g (12,7%)	2405g (24,0%)
Aluminium / Steel	33g + 29g (32,9%)	132g (17,2%)	770g + 119g (44,5%)	3770g (37,7%)
Glass	22g (11,7%)	110g (14,3%)	-	800g (8,0%)
Circuit boards	14g (7,4%)	59g (7,7%)	133g (6,7%)	518g (5,2%)
Plastic	10g (5,3%)	33g (4,3%)	42g (2,1%)	281g (2,8%)
Gesamtgewicht	188g	723g	1832g	9290g

Tabelle 12: Prozentualer Materialanteil der Apple-Produkte

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte (eigene Berechnungen))

Als Interpretation der Angaben und errechneten Prozentsätze kann man sagen, dass der Anteil von leicht zu recycelnden Aluminium und Stahl beim MacBook Pro (2016) mit 44,5% am höchsten ist. Am geringsten ist der Materialanteil von Aluminium beim iPad Pro mit nur 17,2%. Der Anteil an recycelbarem Glas ist beim iPhone 7 Plus und beim iPad Pro 12,9“ etwa gleich hoch. Hingegen liegt der Prozentsatz von der Ressource Glas beim iMac nur bei 8%.

Der Rohstoff Plastik wird bei allen Produkten nur zu einem geringen Anteil eingesetzt. Am höchsten ist dieser mit 5,3% beim iPhone 7 Plus. Zusammenfassend kann man feststellen, dass die IT-Produkte zu einem großen Anteil aus gut recycelbaren Ressourcen wie Glas, Aluminium und Plastik bestehen. Was genau zu der Angabe „Display“ hinzugezählt wird, ist leider auf keiner Apple-Webseite beschrieben. Das Unternehmen Apple hat ein eigenes Recycling Programm aufgebaut, über welches die nicht mehr benötigten oder defekten Geräte entsorgt werden und dem Recycling zugeführt werden.²⁵⁵ Bei den oben betrachteten konkreten Produkten ist keine klare Aussage möglich, welches Produkt sich am besten recyceln lässt und somit am wenigsten der Umwelt schadet und die größte Nachhaltigkeit besitzt. Leider gibt es keine offiziellen Recyclingquoten der Apple-Produkte.

Dieser Abschnitt soll mit folgenden Aussagen beendet werden. Je sortenreiner die Produkte sind, desto besser lassen sich die IT-Geräte recyceln. Es gibt Unterschiede in der Wiederverwendung und Aufbereitung. So ist es wichtig eine gute Auswahl der Rohstoffe zu treffen.

4.7 CO₂- Betrachtung

Im Folgenden werden die verschiedenen IT-Gerätetypen nicht mehr speziell in einer Phase betrachtet. In diesem Absatz geht es um die CO₂-Emission, welche über den gesamten Lebenszyklus produziert wird. Dieses Kriterium gibt entscheidend Auskunft über die Umweltbelastung durch die IT-Produkte. Je mehr CO₂-Emissionen ein IT-Gerät an die Umwelt

²⁵⁵ Vgl. Apple, "Umweltschutz"

während seines gesamten Lebenszyklus abgibt, desto höher ist dessen Umweltbelastung. Diese Umweltbelastungen führten in Folge zu anderen Beeinflussungen für die Natur und Umwelt.

Besonders viele Ressourcen benötigt die Herstellung eines klassischen PC's. Etwa 240kg fossile Brennstoffe, 22kg Chemie und 1500 Liter Wasser werden eingesetzt. Bei der Produktion entstehen außerdem durchschnittlich 1850kg des Treibhausgases CO₂.²⁵⁶ Bereits im Jahr 2007 verursachte die Informations- und Kommunikationstechnik etwa 33 Millionen Tonnen CO₂.²⁵⁷ Über das aktuelle Jahr liegen leider noch keine aussagekräftigen Werte vor.

Vergleicht man die Gerätevarianten Desktop-PC, Notebook und Mini-PC in Bezug auf die Umweltbelastung, so geht der Mini-PC als Sieger mit der geringsten Umweltbelastung durch CO₂ hervor.²⁵⁸ Je Gerätetyp wurden die Treibhausgase inklusive Produktion und Entsorgung über 10 Jahre Nutzungszeit berechnet. Hier kommt der Mini-PC auf 959kg, der Desktop-PC etwa 40% mehr und das Notebook sogar auf 45% mehr.²⁵⁹ Ein durchschnittlicher CO₂-Wert für Smartphones im Jahr 2015 ist in einer Online-Quelle mit etwa 48kg angegeben.²⁶⁰

IT-Gerätetypenvergleich

Der letzte Faktor nach welchem die vier IT-Gerätetypenvertreter verglichen werden, ist die CO₂-Emission. Apple unterteilt den Lebenszyklus der Produkte in vier Phasen. Diese sind die Produktion, die Nutzungsphase beim Verbraucher, der Transport und das Recycling. In den Environmental Reports sind die Inhalte der einzelnen Phasen am Beispiel des iPhone 7 Plus wie folgt beschrieben²⁶¹:

- **Production:** Extraction, production and transportation of raw materials and the manufacturing, transport and assembly of all parts and product packaging.
- **Transport:** Air and sea transportation of the finished product and its packaging from the manufacturer of the product to the distribution center. The transport of the product from the distribution center to the end customer is not included.
- **Customer use:** For the power consumption of the user, a three-year period is assumed. Use scenarios were modeled based on data that reflects intensive daily use of the product. Geographic differences in the power grid need to be considered on a continental scale.
- **Recycling:** Transport from the collection to the recycling centers as well as the energy that is used for mechanical sorting and for shredding of the components.

Beim Vergleich der Produkte ist zu beachten, dass die Nutzungsdauer zwischen den Geräten variiert. Beim iPhone 7 Plus und beim iPad Pro 12,9“ ist eine Nutzungsdauer von 3 Jahren angenommen worden. Hingegen wurde beim iMac und beim MacBook Pro (2016) mit einer

²⁵⁶ Vgl. Denker, Helege., "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co"

²⁵⁷ Vgl. Behrendt, Siegfried und Erdmann, Lorenz. "Computer, Internet und Co: Geld sparen und Klima schützen", (Seite 7)

²⁵⁸ Vgl. oekonews.at, "Green IT: 6-Punkte-Plan für nachhaltige Computernutzung in der Bundesverwaltung"

²⁵⁹ Vgl. oekonews.at, "Green IT: 6-Punkte-Plan für nachhaltige Computernutzung in der Bundesverwaltung"

²⁶⁰ Vgl. Willmroth, Jan., "Das jährliche Smartphone - So umweltschädlich ist der Handy-Verbrauch"

²⁶¹ Apple, "iPhone 7 Plus"

Nutzungsdauer von 4 Jahren gerechnet. Die CO₂-Emissionen der Produkte laut Environments Reports von Apple in den einzelnen Phasen sind in der folgenden Tabelle²⁶² aufgeführt:

	iPhone 7 Plus 32GB	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
Production	78%	86%	76%	49%
Customer use	18% (3 years)	10% (3 years)	19% (4 years)	41% (4 years)
Transport	3%	3%	4%	7%
Recycling	1%	1%	1%	3%
Total greenhouse gas emission	67kg	270kg	461kg	1010kg

Tabelle 13: Gegenüberstellung der CO₂-Emissionen der Apple-Produkte

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte)

Analysiert man die prozentualen CO₂-Werte, so ist ein sehr großer Unterschied bei der CO₂-Emission in der Produktionsphase erkennbar. 86% der gesamten CO₂-Belastung des iPad Pro 12,9“ entfallen auf die Produktion. Beim iMac 27“ sind es nur 49%. Das iPhone 7 Plus 32GB und das MacBook Pro (2016) liegen zwischen diesen Maximalwerten. Die Produktion eines iMac 27“ ist somit von allen vier IT-Gerätevertretern prozentual die Umweltschonendste. Weiterhin ist die Produktion des iPad Pro 12,9“ prozentual am unnachhaltigsten.

Wenn man die CO₂-Emissions Belastung beim MacBook Pro (2016) der Belastung beim iMac 27“ bei 4 Jahren Nutzungsdauer gegenüberstellt, so ist diese beim iMac 27 mit 41 % sehr hoch. Beim MacBook Pro (2016) sind es gerade einmal 19% der Gesamtbelastung. Somit beeinflusst das Verbraucherverhalten beim iMac 27“ die CO₂-Bilanz mehr als beim MacBook Pro (2016).

Auf den Transport entfällt bei allen IT-Gerätetypen ca. prozentual die gleiche Menge an CO₂. Auch die Belastung in der Recycling-Phase ist bis auf geringe Schwankungen bei allen Produkten von Apple identisch.

Die Gesamt-CO₂-Emissionen zeigen deutliche Differenzen. Beim iPhone 7 Plus sind es nur 67kg, hingegen sind es beim iMac mehr als 1000kg. Errechnet man beim iPhone 7 Plus eine Nutzungsdauer von 4 Jahren, kommt man auf 75kg pro Gerät. Somit kann man mehr als 13 iPhones 7 Plus 32GB herstellen, betreiben und recyceln, um auf die CO₂-Emission eines iMac bei angenommener Nutzungsdauer von 4 Jahren zu kommen.

Um die CO₂-Werte aussagekräftig vergleichen zu können, erfolgt nun eine Berechnung der CO₂-Emission über einen Gesamtzeitraum von 12 Jahren.

²⁶² Vgl. Environment Reports der Apple Produkte (zT. übernommen)

Das Ergebnis zeigt die folgende Tabelle:

	iPhone 7 Plus 32GB	iPad Pro 12,9“	MacBook Pro (2016)	iMac 27“
CO2-Emission (Jahre)	67kg/3Jahre	270kg/3Jahre	461kg/4Jahre	1010kg/4 Jahre
Benötigte Geräte in 12 Jahren	4 Stück	4 Stück	3 Stück	3 Stück
Gesamt CO2-Emission nach 12 Jahren	268kg	1080kg	1383kg	3030kg

Tabelle 14: CO2-Emission der Apple-Produkte bei 12 Jahren Betrachtungszeitraum

(Aufarbeitung der Daten aus Environment Reports der Apple Produkte (eigene Berechnungen))

Es zeigt sich, dass das iPhone 7 Plus 32GB die deutlich beste CO2-Bilanz bietet und der iMac 27“ die Schlechteste. Abschließend kann man zu dieser Analyse sagen, dass es sehr wohl Unterschiede bei der CO2-Emission durch die IT-Gerätetypen gibt.

4.8 Ökologischer Rucksack

Ein Maß, um die Nachhaltigkeit bzw. Umweltverträglichkeit von zum Beispiel IT-Geräten zu vergleichen, ist der ökologische Rucksack.²⁶³ Dieses Modell wurde 1994 von Friedrich Schmidt-Bleck veröffentlicht. Es ist ein ähnliches Maß wie etwa der ökologische Fußabdruck oder das Modell des virtuellen Wassers.²⁶⁴ Die Wahl fiel auf dieses Modell, da einzig die Gewichte der einzelnen Rohstoffe je IT-Gerät bekannt sein müssen um das Modell anwenden zu können. Somit ist es möglich die zum Teil sehr unterschiedlich materiell beschaffenen IT-Geräteklassen ohne großen Aufwand gegenüberzustellen.

„Der ökologische Rucksack ist die sinnbildliche Darstellung der Menge an Ressourcen, die bei der Herstellung, dem Gebrauch und der Entsorgung eines Produktes oder einer Dienstleistung verbraucht werden.“²⁶⁵ „Die Gewichtangaben (kg, g) beim ökologischen Rucksack beziehen sich auf den Materialinput, der im gesamten Lebenszyklus eines Produktes von der Rohstoffgewinnung bis zu seiner Entsorgung aufgewendet werden muss.“²⁶⁶ Ein weiterer Grund für die Anwendung ist die einfache Verständlichkeit des sehr aussagekräftigen Modelles.

Ein Nachteil des ökologischen Rucksackes ist, dass die angegebenen benötigten Ressourcen für 1kg des Rohstoffes sehr in der Literatur schwanken und sich auch von Zeit zu Zeit ändern. So ist die benötigte Menge an Ressourcen um 1kg Kupfer zu erhalten mit 348kg²⁶⁷ angegeben und in einer anderen Quelle bzw. Veröffentlichung mit 500kg.²⁶⁸

²⁶³ Vgl. Wikipedia, "Ökologischer Rucksack"

²⁶⁴ Vgl. Wikipedia, "Ökologischer Rucksack"

²⁶⁵ Wikipedia, "Ökologischer Rucksack"

²⁶⁶ Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 3, Seite 2)

²⁶⁷ Vgl. Paeger, Jürgen., "Ökosystem Erde - Der Mensch bewegt die Erde: unsere Rohstoffe"

²⁶⁸ Vgl. Wikipedia, "Ökologischer Rucksack"

Einige weitere Beispielwerte für einzelne Ressourcen:²⁶⁹:

- Für 1kg Kunststoff benötigt man 5kg Ressourcen.
- Für 1kg Papier benötigt man 15kg Ressourcen.
- Für 1kg Aluminium benötigt man 85kg Ressourcen.
- Für 1kg Gold benötigt man 550000kg Ressourcen.
- Für 1kg Kupfer benötigt man 500kg Ressourcen.

Grundlegend gilt: „Je weniger Ressourcen eingesetzt werden, desto kleiner wird der ökologische Rucksack und desto weniger wird die Umwelt belastet.“²⁷⁰ Jedoch sind bereits 2010 1,6 Milliarden Geräte in Nutzung, welche eine Menge an Ressourcen verschlingen. Diese Zahl dürfte heute noch viel höher sein.²⁷¹

Bei einem 3kg schweren Laptop wurde 2010 ein ökologischer Rucksack von 300kg angegeben.²⁷² Für ein heute produziertes nur 2kg schweres Notebook werden stolze 745kg beziffert.²⁷³ Die Gründe für die sehr differenzierten Werte ließen sich leider nicht feststellen. Eine Literaturquelle gibt als ökologischen Rucksack für diese Geräteklasse an, er sei das 271fache des Produktgewichtes.²⁷⁴

Ungenaue Zahlen sind auch beim Desktop-PC die Regel. Eine Quelle schreibt bei einem 25kg schweren PC einen Ressourcenverbrauch von 1500kg.²⁷⁵ Eine andere sehr umfangreichere und recht aktuelle Studie beziffert für einen Computer mit Monitor, Tastatur, Drucker und Maus mit einem Gesamtgewicht von 6 bis 10kg einen ökologischen Rucksack von 500kg, welcher je nach Ausstattung und Modell auf 1500kg anwachsen kann.²⁷⁶

Bei den Smartphones und Mobiltelefonen gehen die angegebenen Werte noch weiter auseinander. Für ein 100g schweres Smartphone sind auf einer Webseite 28kg²⁷⁷ (Stand 2016) angegeben. In einer aktuellen Studie werden für ein nur 80g schweres Mobiltelefon mit Tasten (kein Smartphone) jedoch ganze 75,3kg veranschlagt.²⁷⁸ In der gleichen Quelle wird in einem anderen Artikel für ein normales Handy mit 2 Jahren Nutzungsdauer ein ökologischer Rucksack von 31,7kg veranschlagt.²⁷⁹

Zu der IT-Geräteklasse Tablet und Convertible konnten bei der Recherche leider keine aussagekräftigen Werte bzgl. ökologischen Rucksack gefunden werden. Abschließend muss man

²⁶⁹ Vgl. Wikipedia, "Ökologischer Rucksack"

²⁷⁰ Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 3, Seite 5)

²⁷¹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 3, Seite 1)

²⁷² Vgl. Paeger, Jürgen., "Ökosystem Erde - Der Mensch bewegt die Erde: unsere Rohstoffe"

²⁷³ Vgl. KonsUmwelt, "Ressourcenknappheit, Klimawandel und Ökologischer Fußabdruck"

²⁷⁴ Vgl. Sievert, Korinna, et. al. "Green IT: Arbeitsmaterial für Schülerinnen und Schüler", (Seite 27)

²⁷⁵ Vgl. Prof. Dr. Siegmund, Alexander., "Bodenschätze"

²⁷⁶ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 3, Seite 1)

²⁷⁷ Vgl. KonsUmwelt, "Ressourcenknappheit, Klimawandel und Ökologischer Fußabdruck"

²⁷⁸ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 4, Seite 2)

²⁷⁹ Vgl. Nordmann, J. et. al., "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", (Factsheet 2, Seite 2)

sagen, dass man durch den ökologischen Rucksack einen sehr guten Vergleich zwischen den Geräteklassen erhält, auch wenn die Ressourcenangaben sehr unterschiedlich sind.

5. Auswertung und Rangfolge aufstellen

Im letzten Kapitel ging es um die Analyse der Auswirkungen durch die IT-Gerätetypen und um den Vergleich der konkreten Apple- Vertreter. Es geht nun um die objektive Aufstellung einer Rangfolge der IT-Geräteklassen.

Hierzu werden alle Ergebnisse des Analyseprozesses übersichtlich in einer Tabelle dargestellt und mit Punkten versehen. Diese Punktevergaben finden je Analysekategorie statt und sind unabhängig zueinander. Dieses beutet, dass eine negative Bewertung keinen Einfluss auf eine nachfolgende Bewertung einer Kategorie bzgl. Nachhaltigkeit hat. Die Punkteskala (1,2,3,4,5) geht dabei von 1 für sehr unnachhaltig bis zu 5 für sehr nachhaltig. Die Bewertung 3 steht für weder nachhaltig noch unnachhaltig, die Bewertung 2 für unnachhaltig und die Bewertung 4 für nachhaltig. Die höchste Gesamtpunktzahl ergibt somit die nachhaltigste IT-Geräteklasse an.

Mit dieser gewählten Skalierung lassen sich die Analyseergebnisse einfach einordnen ohne eine zu hohe Komplexität aufzuweisen. Ist etwa für ein Gerät keine Aussage bzgl. Nachhaltigkeit möglich, bekommt es eine Bewertung 3, welche an neutral deklariert ist. Zeigt ein Gerät positive Tendenzen bzgl. Nachhaltigkeit, so erhält es eine Bewertung 4. Sind es jedoch nicht nur Tendenzen, sondern ist ein IT-Produkt zu fast 100% nachhaltig, so folgt eine Bewertung mit 5.

	Smartphone (iPhone 7 Plus 32GB)	Tablet-PC (iPad Pro 12,9“)	Laptop/Notebook (MacBook Pro (2016))	Desktop-PC (iMac 27“)
Rohstoffgewinnung	2	2	2	2
Produktdesign	3	3	3	3
Produktionsbedingungen	2	2	2	2
Verpackungsdesign	2	3	4	4
Nutzungsgewohnheiten (Förderung des Dranges zum Modelltausch)	2	3	4	4
Stromverbrauch der Geräte	3	4	4	2
Recycling (Materialmix)	3	3	4	3
CO2-Emission	4	3	2	1
Ökologischer Rucksack der IT-Gerätetypen	4	3	2	1
Gesamtpunkte	25	26	27	22

Tabelle 15: Bewertungstabelle zum Aufstellen der Rangfolge der Nachhaltigkeit
(Eigene tabellarische Übersicht der einzelnen Bewertungen)

Diese sehr objektive Punktevergabe liefert das folgende Ergebnis: Die nachhaltigste IT-Gerätekategorie sind die Laptops bzw. Notebooks mit 27 Punkten. Direkt dahinter liegen mit 26 Punkten die Tablet-PC's und mit 25 Punkten die Smartphones. Mit gerade mal 22 Punkten sind die Desktop-PC's auf Platz 4 gekommen.

Vergleicht man diese ermittelte Rangfolge der Nachhaltigkeit mit der, welche die Umfrageteilnehmer angeben haben, so fällt auf, dass die Reihenfolge Laptop bzw. Notebook, Tablet-PC und Smartphone übereinstimmt (von Nachhaltig zu Unnachhaltig). Bei der wissenschaftlichen Untersuchung kommen die Desktop-PC's auf den letzten Platz. Hingegen liegen die Desktop-PC's bei den Umfrageteilnehmern auf Platz 1, was bedeutet, dass Sie dieses Produkt für das Nachhaltigste halten. Warum sich dieser Unterschied ergibt ist nicht klar.²⁸⁰ Man kann vermuten, dass die Verbraucher annehmen, dass die Desktop-PC's durch ihre lange Nutzungsdauer am Nachhaltigsten der vier IT-Gerätetypen sind.

Ein Aspekt, welchen man an dieser Stelle noch einmal anführen muss, sind die Nutzungsgewohnheiten der Verbraucher (Umfrage Frage 8) und die aktuellen Gerätezahlen (Umfrage Frage 1). Es ist deutlich erkennbar, dass viele Nutzer mehrere Gerätetypen parallel nutzen. Dieses hat zur Ursache, dass es je nach Gerät, wie bei Frage 8 der Umfrage ermittelt wurde, verschiedene bevorzugte Nutzungen gibt. So nutzt man den Tablet-PC und das Smartphone vorwiegend mobil für Multimediaanwendungen und soziale Netzwerke. Hingegen finden Laptops und Desktop-PC's ihre Anwendung bei der Dokumentenverarbeitung, der Internetarbeit und dem Schreiben von E-Mails.²⁸¹ Aus diesem Grund besitzen viele Nutzer meist einen Gerätetyp aus jeden der beiden zentralen Nutzungsbereiche.

Bei der Analyse der Absatzentwicklung konnte festgestellt werden, dass immer mehr Laptops verkauft werden und dafür immer weniger Desktop-PC's. Diese Entwicklung ist positiv in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltbelastungen, da somit weniger der nicht nachhaltigen IT-Gerätekategorie Desktop-PC produziert und genutzt, sowie entsorgt werden müssen.

Abschließend zum gesamten Analyse- und Vergleichsprozess folgen nun einige weitergehende Betrachtungen und Überlegungen. Um nachhaltige IT-Produkte zu erhalten, muss bereits bei der Rohstoffgewinnung, dem Produktdesign und der Produktion auf eine nachhaltige und umfassend faire Vorgehensweise geachtet werden.²⁸² Die Verbraucher können durch ihr Verhalten in der Nutzungsphase die Gesamtbilanz nur sehr eingeschränkt beeinflussen.

Maßnahmen der Verbraucher für mehr Nachhaltigkeit können etwa der gezielte Kauf von nachhaltigen Produkten und die möglichst lange Nutzung nicht nur bis ein neues Modell mit erweiterten Funktionen auf den Markt kommt. „Es gilt die Faustregel: Je länger die Nutzungsdauer der Geräte, desto kostengünstiger, klima – und ressourcenschonender.“²⁸³ Die Konsumenten

²⁸⁰ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 9

²⁸¹ Vgl. Umfrage Kapitel 3 Frage 8

²⁸² Vgl. Lexikon der Nachhaltigkeit, "Mobiltelefon / Handy / Smartphone"

²⁸³ oekonews.at, "Green IT: 6-Punkte-Plan für nachhaltige Computernutzung in der Bundesverwaltung"

befinden sich leider täglich neuen Versuchen der Industrie ausgesetzt, dieses Verhalten nicht zuzulassen. Denn die wirtschaftlichen Ziele der Unternehmen und die Nachhaltigkeitsförderung und -maßnahmen sind nicht zu 100% identisch.²⁸⁴

„Kann ein Smartphone fair, konfliktfrei und nachhaltig sein? Nein, nicht einmal eines davon.“²⁸⁵ Dieses Zitat zeigt deutlich, dass es noch ausreichend Handlungs- und Anpassungsbedarf in allen Phasen des Produktlebenszyklus aller IT-Gerätetypen gibt. Aus Umweltsicht ist „nur ein nicht produziertes Smartphone ein gutes Smartphone.“²⁸⁶ Gleiches gilt auch für die anderen IT-Gerätetypen.

²⁸⁴ Vgl. Wölbart, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

²⁸⁵ Wölbart, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

²⁸⁶ Wölbart, Christian., "Gibt es ethische Elektronik?"

6. Zusammenfassung und Ausblick

Fazit

Abschließend dieser Arbeit soll ein Resümee der Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Bachelorarbeit gezogen werden. Es wurde festgestellt, dass die gesamte Entwicklung vom ersten Computer bis zu den heutigen Produkten enorm schnell abgelaufen ist. Alles begann mit den ersten Rechnern um 1941, ging weiter mit der Entwicklung der ersten Personal Computer und hatte seinen aktuellen Höhepunkt mit der Entwicklung und Verbreitung des Smartphones. Heute und in Zukunft kommen viele neue Kombinationsgeräte aus unterschiedlichen IT-Geräte-kategorien auf den Markt, welche eine neue Etappe der IT-Geschichte einläuten. Eine der wichtigsten Feststellungen der Umfrage ist, dass die Kosten für ein IT-Gerät, wie auch seine Produktionseigenschaften vielen Kunden sehr wichtig sind. Erst viel später oder oft auch gar nicht werden die Umweltbelastung und die Nachhaltigkeit des Produktes betrachtet. Als zweite wichtige Schlussfolgerung der Umfrage ist zu nennen, dass heute fast jeder ein Smartphone nutzt. Als nachhaltigste IT-Geräte-kategorie konnten anhand einer objektiven Bewertungsskala die Laptops bzw. Notebooks ermittelt werden. Hiernach folgen die Tablet-PC's und die Smartphones. Als unnachhaltigste IT-Geräte-klasse wurden die Desktop-PC's ermittelt.

Probleme beim Erstellen der Arbeit

Ein großes Problem beim Verfassen dieser Arbeit war, dass nur wenige Unternehmen die umweltbezogenen Daten ihrer Produkte offenlegen. So gibt es selten Angaben wie hoch die CO₂-Emission bei zum Beispiel der Herstellung eines Produktes ist. Im Ergebnis konnte eine sehr objektive Rangfolge aufgestellt werden. Jedoch wurde eine viel höhere Quellendichte bei der Themenstellung angenommen. Somit mussten innerhalb des Entstehungsprozesses einige Anpassungen an dem Aufbau der Analyse der Nachhaltigkeit durchgeführt werden. Im ersten Konzept sollte jeder konkrete Vertreter von einem unterschiedlichen Unternehmen stammen. Jedoch bieten nur sehr wenige Hersteller solche umfangreichen Environment Reports wie das Unternehmen Apple an. Aus diesem Grund fand die Untersuchung und der Vergleich der Nachhaltigkeit nur zwischen Appleprodukten statt.

Ausblick

Betrachtet man im Kontext der in Kapitel 4 in der Phase „Produkt-design und Produktion“ die Absatzentwicklungen, so wird es auch in Zukunft immer wichtig und relevant bleiben, nachhaltige und umweltschonende Produkte herzustellen und zu nutzen. Beim Schreiben der Arbeit wurde an mehreren Stellen festgestellt, dass es heute noch viele Prozesse und Phasen eines IT-Gerätes gibt, welche in Zukunft verbessert werden müssen, um nachhaltigere IT-Produkte herstellen und anbieten zu können. Ein wichtiges Signal in Richtung Hersteller können jedoch nur die Verbraucher senden, denn solange für diese Funktionen und Preis wichtiger sind als Umweltbelastung und Niedriglöhne wird sich an der Umweltbilanz der technischen Geräte nichts ändern. Laut Umfrageergebnis sind viele bereit für nachhaltige IT-Produkte mehr zu bezahlen.

Literaturverzeichnis

Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till. "Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle". Springer-Verlag, 2014.

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "15" MacBook Pro mit Thunderbolt 3", [Online] URL: http://images.apple.com/euro/environment/pdf/e/generic/products/notebooks/15inchMBP_wTB3_PER_Oct2016.pdf abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "15" MacBook Pro Technische Daten", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/macbook-pro/specs/> abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "27" iMac mit 5k Retina Display", [Online] URL: http://images.apple.com/euro/environment/pdf/a/generic/products/desktops/27inch_iMacR5K_PER_Oct2015.pdf abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "27" iMac Technische Daten", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/imac/specs/> abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "iPad Pro (12,9") Technische Daten", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/ipad-pro/specs/> abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "iPad Pro (12,9")", [Online] URL: http://images.apple.com/euro/environment/pdf/a/generic/products/ipad/12.9-inch_iPad_Pro_PER_nov2015.pdf abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "iPhone 7 Plus Technische Daten", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/iphone-7/specs/> abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "iPhone 7 Plus", [Online] URL: http://images.apple.com/euro/environment/pdf/a/generic/products/iphone/iphone_7_Plus_PER_sept2016.pdf abgerufen am 11.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "Umweltschutz Klimawandel Apple", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/environment/climate-change/> abgerufen am 13.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "Umweltschutz Ressourcen Apple", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/environment/resources/> abgerufen am 13.12.16

Apple, Apple Inc. (Herausgeber), "Umweltschutz", [Online] URL: <http://www.apple.com/de/environment/> abgerufen am 13.12.16

Bär, Thomas., Computermodell-Katalog (Herausgeber), "MARK I, II, III, IV", [Online] URL: <http://computer-modell-katalog.de/mark.htm> abgerufen am 23.01.17

Barczok, Achim und Wölbart, Christian., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "Erster Fairsuch", [Online] URL: <https://www.heise.de/ct/ausgabe/2014-4-Test-Das-Fairphone-mit-Android-4-2-Dual-SIM-und-wechselbarem-Akku-im-Test-2222360.html> abgerufen am 23.11.16

Bäumer, Frank., Bayerischer Rundfunk, Anstalt des öffentlichen Rechts. (Herausgeber), "Aluminium-Recycling", [Online] URL: <http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/wie-wissen/aluminium-110.html> abgerufen am 13.12.16

Becker, Leo., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "iFixit: 2016er MacBook Pro mit Touch Bar praktisch nicht zu reparieren", [Online] URL: <https://www.heise.de/mac-and-i/meldung/iFixit-2016er-MacBook-Pro-mit-Touch-Bar-praktisch-nicht-zu-reparieren-3485935.html> abgerufen am 13.12.16

Behrendt, Siegfried und Erdmann, Lorenz. "Computer, Internet und Co: Geld sparen und Klima schützen". Umweltbundesamt, 2009.

Bergert, Denise., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "ENIAC: Erster elektronischer Computer der Welt erstrahlt in neuem Glanz", [Online] URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/ENIAC-Erster-elektronischer-Computer-der-Welt-erstrahlt-in-neuem-Glanz-2465430.html> abgerufen am 23.01.17

Bitkom, Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V. (Herausgeber), "Tablets werden vor allem zu Hause genutzt", [Online] URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Tablets-werden-vor-allem-zu-Hause-genutzt.html> abgerufen am 29.11.16

Breitinger, Matthias., ZeitOnline. (Herausgeber), "Dieses Tablet verwendet seltene Erden", [Online] URL: <http://www.zeit.de/wirtschaft/2016-09/nachhaltigkeit-barbara-hendricks-oeko-etikett-elektrogeraete-lebensmittel/komplettansicht> abgerufen am 23.11.16

Brommer, Eva, et al. "PROSA Smartphones–Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen". Öko-Institut eV, Freiburg, 2012.

bvglas.de, Bundesverband Glasindustrie e. V. (Herausgeber), "Glasrecycling", [Online] URL: <http://www.bvglas.de/umwelt-energie/glasrecycling/> abgerufen am 13.12.16

Calmbach, Marc, et al. "Digitale Medien und digitales Lernen". Wie ticken Jugendliche 2016?. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016. 171-219.

Chatfield, Tom. "50 Schlüsselideen Digitale Kultur". Springer-Verlag, 2013.

computerwoche.de, IDG Business Media GmbH (Herausgeber), "17 Meilensteine der Notebook-Geschichte", [Online] URL: <http://www.computerwoche.de/g/17-meilensteine-der-notebook-geschichte,40465,6> abgerufen am 23.01.17

Denker, Helege., Chip Digital GmbH. (Herausgeber), "Die Ökobilanz von PC, Handy und Co", [Online] URL: http://www.chip.de/artikel/Die-oekobilanz-von-PC-Handy-Co_33087752.html abgerufen am 22.11.16

Deutsche Presse Agentur, Springer Medizin Verlag GmbH. (Herausgeber), "Tausende Fabriken ignorieren Alarmstufe "Rot"", [Online] URL: http://www.aerztezeitung.de/politik_gesellschaft/gesundheitspolitik_international/article/926712/smog-krise-china-tausende-fabriken-ignorieren-alarmstufe-rot.html abgerufen am 05.01.17

Disterer, Georg und Kleiner, Carsten. "Mobile Endgeräte im Unternehmen". Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.

Dressler, Nadine Juliana., WinFuture.de (Herausgeber), "Neuer Report zur prekären Lage der Arbeiter in der iPhone-Produktion", [Online] URL: <http://winfuture.de/news,93786.html> abgerufen am 13.12.16

Ebert, Marina., (Übergizmo.de) NetMediaEurope Deutschland GmbH. (Herausgeber), "iPad Pro: viel Klebstoff und schwer zu reparieren", [Online] URL: <http://de.uebergizmo.com/2015/11/12/ipad-pro-viel-klebstoff-und-schwer-zu-reparieren.html> abgerufen am 13.12.16

Enzyklo.de, Slot Webcommerce bv. (Herausgeber), "Enzyklo.de, Suchbegriff: "Turing-Vollständigkeit"", [Online] URL: <http://www.enzyklo.de/Begriff/Turing-Vollst%C3%A4ndigkeit> abgerufen am 22.01.17

Exner, Andreas. Held, Martin und Kümmerer, Klaus. "Kritische Metalle in der Großen Transformation". Springer Spektrum, 2016.

focus.de, FOCUS Magazin Verlag GmbH (Herausgeber), "Der PC feiert seinen 30. Geburtstag", [Online] URL: http://www.focus.de/digital/computer/computergeschichte/ibm-5150-personal-computer-der-pc-feiert-seinen-30-geburtstag_aid_654589.html abgerufen am 23.01.17

Friedewald, Michael. "Vom Rechenautomaten zum elektronischen Medium: Eine kurze Geschichte des interaktiven Computers". Die digitale Herausforderung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007. 27-38.

Gebraucht.de Team, Gebraucht.de UG. (Herausgeber), "Warum Nachhaltigkeit bei Smartphones wichtig ist und worauf du achten kannst!", [Online] URL: <https://www.gebraucht.de/blog/nachhaltigkeit/warum-nachhaltigkeit-bei-smartphones-wichtig-ist-und-worauf-du-achten-solltest/> abgerufen am 29.11.16

Grüter, Thomas. "Offline!: das unvermeidliche Ende des Internets und der Untergang der Informationsgesellschaft". Springer-Verlag, 2013.

Heck, Andreas., Vogel Business Media GmbH & Co.KG (Herausgeber), "Einblicke in den legendären Zuse-Computer Z3", [Online] URL: <http://www.meilensteine-der-elektronik.de/einblicke-in-den-legendaeren-zuse-computer-z3-a-543055/> abgerufen am 23.01.17

Hirsch, Christian., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "Marktforscher: Tablet-Verkäufe sinken zweistellig", [Online] URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Marktforscher-Tablet-Verkaeufe-sinken-zweistellig-2866542.html> abgerufen am 06.01.17

Höflich, Joachim R. "Der Mensch und seine Medien". Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "Laptop", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Laptop-laptop.html> abgerufen am 24.11.16

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "Mini-PC", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Mini-PC-mini-PC.html> abgerufen am 05.12.16

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "PDA (personal digital assistant)", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/personal-digital-assistant-PDA-Persoenlicher-Datenassistent.html> abgerufen am 26.11.16

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "Personal Computer ", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Personal-Computer-PC-personal-computer.html> abgerufen am 25.11.16

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "Smartphone", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Smartphone-smart-phone.html> abgerufen am 26.11.16

ITWissen.info, DATACOM Buchverlag GmbH. (Herausgeber), "Tablet-PC", [Online] URL: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Tafel-PC-tablet-PC.html> abgerufen am 26.11.16

Jacobsen, Nils. "Das Apple-Imperium". Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.

Janssen, Jan-Keno., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "20 Jahre Smartphone: Mit IBMs Simon fing alles an", [Online] URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/20-Jahre-Smartphone-Mit-IBMs-Simon-fing-alles-an-2293693.html> abgerufen am 22.01.17

Kainz-Huber., Wolfgang, Computermuseum München (Herausgeber), "Apple Computer Inc.", [Online] URL: <http://www.cm-muenchen.de/computer/apple/index.html> abgerufen am 23.01.17

Kainz-Huber., Wolfgang, Computermuseum München (Herausgeber), "Compaq Computer Corporation", [Online] URL: <http://www.cm-muenchen.de/computer/compaq/index.html> abgerufen am 22.01.17

Knabe, Ivo Adrian., Beuth Hochschule für Technik Berlin (Herausgeber), "Die Erfindung der ersten Computer und Vergleich der Intentionen der Erfinder", [Online] URL: <http://public.beuth-hochschule.de/~knabe/fach/pr1/Erfindung-des-Computers.pdf> abgerufen am 23.01.17

KonsUmwelt, www.going-green.info (Herausgeber), "Ressourcenknappheit, Klimawandel und Ökologischer Fußabdruck", [Online] URL: <http://www.going-green.info/themen/konsum/ressourcenverbrauch/> abgerufen am 26.11.16

Lexikon der Nachhaltigkeit, Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken. (Herausgeber), "Mobiltelefon / Handy / Smartphone", [Online] URL: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/gibt_es_umweltfreundliche_mobiltelefone_1940.htm abgerufen am 29.11.16

Lexikon der Nachhaltigkeit, Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken. (Herausgeber), "Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland Bericht | Brundtland Report)", [Online] URL: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland_report_1987_728.htm abgerufen am 22.01.17

Meyer, Rene., Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH (Herausgeber), "Als die roten Lämpchen sprachen", [Online] URL: <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/computer-internet/altair-8800-als-die-roten-laempchen-sprachen-1208345.html> abgerufen am 23.01.17

mini-pc-tests.de, Gögelein, Christian. (Herausgeber), "Mini-PC-Kaufberatung", [Online] URL: <http://mini-pc-tests.de/kaufberatung/> abgerufen am 27.11.16

Möhrle, Martin G., Springer Gabler Verlag (Herausgeber), "Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Nachhaltigkeit", [Online] URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/nachhaltigkeit.html> abgerufen am 25.11.16

Müssig, Florian. et. al., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "Mit Touchscreen und Tastatur", [Online] URL: <http://www.heise.de/ct/artikel/Tablet-PCs-in-Convertible-Bauweise-1901559.html> abgerufen am 26.11.16

- Nordmann, J. et al.**, Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. (Herausgeber), "18 Factsheets zum Thema Mobiltelefone und Nachhaltigkeit", [Online] URL: http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Mobiltelefone_Factsheets.pdf abgerufen am 21.11.16
- oekonews.at**, Pawek, Lukas. (Herausgeber), "Green IT: 6-Punkte-Plan für nachhaltige Computernutzung in der Bundesverwaltung", [Online] URL: http://www.oekonews.com/index.php?mdoc_id=1109923 abgerufen am 04.12.16
- Oerkermann, Gerald.** "Nachhaltige Produktgestaltung". CSR und Produktmanagement. Springer Berlin Heidelberg, 2015. 149-159.
- Paeger, Jürgen.**, Ökosystem Erde. (Herausgeber), "Ökosystem Erde - Der Mensch bewegt die Erde: unsere Rohstoffe", [Online] URL: <http://www.oekosystem-erde.de/html/rohstoffe.html> abgerufen am 29.11.16
- PCWelt**, IDG Tech Media GmbH / PC-WELT. (Herausgeber), "Die Meilensteine der Elektronik- und IT-Geschichte", [Online] URL: <http://www.pcwelt.de/ratgeber/Technik-pur-Die-Meilensteine-der-Elektronik-und-IT-Geschichte-463700.html> abgerufen am 24.11.16
- Pleye, Matthias.**, Definition-online.de (Herausgeber), "Umwelt "Definition Umwelt"", [Online] URL: <http://www.definition-online.de/umwelt/> abgerufen am 30.11.16
- Prof. Dr. Siegmund, Alexander.**, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Abteilung Geographie. (Herausgeber), "Bodenschätze", [Online] URL: http://www.glokalchange.de/cms/p/boden_global_3_oekorucksack/ abgerufen am 26.11.16
- Professor Dr.-Ing. Horst Zuse.**, zuse.de (Herausgeber), "Z1", [Online] URL: <http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/z1.html> abgerufen am 23.01.17
- Professor Dr.-Ing. Horst Zuse.**, zuse.de (Herausgeber), "Z4", [Online] URL: <http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/z4.html> abgerufen am 23.01.17
- Pufé, Iris.** "Nachhaltigkeit". UVK Verlagsgesellschaft mbH Münschen und Konstanz, 2014.
- rankabrand.de**, Rank a Brand e.V. (Herausgeber), "Nachhaltigkeit:Elektronik", [Online] URL: <https://rankabrand.de/elektronik> abgerufen am 11.12.16
- rankabrand.de**, Rank a Brand e.V. (Herausgeber), "Was wir tun", [Online] URL: <https://rankabrand.de/home/was-wir-tun> abgerufen am 11.12.16
- Riedl, David, et al.** "Nutzungsmuster von Internet und Computerspielen". neuropsychiatrie 30.4 (2016): 181-190.
- Sievert, Korinna, et. al.** "Green IT: Arbeitsmaterial für Schülerinnen und Schüler". Umweltbundesamt, 2012
- Ulrich, Susanne.** "Der Smartphone-Mensch. Eine Akteur-Netzwerk-Perspektive auf die digitale Gesellschaft". 360°–Das studentische Journal für Politik und Gesellschaft 9.1, 2014.
- umweltbewusst-heizen.de**, Herminghaus, Harald. (Herausgeber), "Stromverbrauch von Computern ", [Online] URL: <http://www.umweltbewusst-heizen.de/Strom/Haushaltsgeraete/Computer/Computer-kwh-Stromverbrauch.html> abgerufen am 28.11.16

umweltbewusst-heizen.de, Herminghaus, Harald. (Herausgeber), "Vergleich Stromverbrauch: PC, Laptop, I-Pad, Smartphone", [Online] URL.: <http://www.umweltbewusst-heizen.de/Strom/Haushaltsgeraete/Computer/Vergleich/Vergleich-Stromverbrauch-ipad.html> abgerufen am 29.11.16

umweltbundesamt.de, Umweltbundesamt. (Herausgeber), "Kunststoffabfälle", [Online] URL.: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft/entsorgung-verwertung-ausgewaehelter-abfallarten/kunststoffabfaelle#textpart-4> abgerufen am 13.12.16

Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e.V. (Herausgeber), "Rohstoffabbau schadet Umwelt und Menschen", [Online] URL.: <http://www.verbraucherzentrale.nrw/rohstoffabbau-schadet-umwelt-und-menschen> abgerufen am 11.12.16

Visser, Corinna., Verlag Der Tagesspiegel GmbH (Herausgeber), "Der Traum vom einfachen Computer", [Online] URL.: <http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/der-traum-vom-einfachen-computer/768576.html> abgerufen am 23.01.17

Wachstum-im-Wandel.de, BUND Landesgeschäftsstelle Sachsen. (Herausgeber), "Computer mit Green IT", [Online] URL.: http://www.wachstum-im-wandel.de/infothek/tipps/205.computer_energiespar.html abgerufen am 01.12.16

Weiss, Robert., Chip Digital GmbH. (Herausgeber), "Computerposter", [Online] URL.: http://www.chip.de/downloads/Computerposter_48390539.html abgerufen am 25.11.16

wieland-cuprotherm.de, Wieland-Werke AG. (Herausgeber), "Recyclingfähigkeit", [Online] URL.: <http://www.wieland-cuprotherm.de/internet/de/fokustechnik/langlebigkeit/recyclingfahigkeit/recyclingfahigkeit.jsp> abgerufen am 13.12.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Computer", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Computer> abgerufen am 29.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Convertibel (Computer)", [Online] URL.: [https://de.wikipedia.org/wiki/Convertible_\(Computer\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Convertible_(Computer)) abgerufen am 21.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Green IT ", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Green_IT abgerufen am 04.12.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Macintosh", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Macintosh> abgerufen am 09.12.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Microsoft Surface", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Surface abgerufen am 29.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Notebook", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Notebook> abgerufen am 21.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Ökologischer Rucksack", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Ökologischer_Rucksack abgerufen am 22.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Papierrecycling", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Papierrecycling> abgerufen am 13.12.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Personal Computer", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Personal_Computer abgerufen am 24.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Personal Digital Assistant", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Personal_Digital_Assistant abgerufen am 03.01.17

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Smartphone", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Smartphone> abgerufen am 27.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Tabletcomputer", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Tabletcomputer> abgerufen am 28.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Umwelt ", [Online] URL.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Umwelt> abgerufen am 30.11.16

Wikipedia, Wikimedia Foundation Inc. (Herausgeber), "Zuse Z4", [Online] URL.: https://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z4 abgerufen am 10.12.16

Willmroth, Jan., Handelsblatt GmbH. (Herausgeber), "Das jährliche Smartphone - So umweltschädlich ist der Handy-Verbrauch", [Online] URL.: <http://www.wiwo.de/technologie/green/living/das-jaehrliche-smartphone-so-umweltschaedlich-ist-der-handy-verbrauch/13552142.html> abgerufen am 06.01.17

Wölbart, Christian., Heise Medien GmbH & Co. KG. (Herausgeber), "Gibt es ethische Elektronik?", [Online] URL.: <http://www.heise.de/ct/ausgabe/2014-4-Was-Fairness-Nachhaltigkeit-und-Konfliktfreiheit-in-der-IT-bedeutet-2094545.html> abgerufen am 23.11.16

Zimmermann, Bernhard., Bayerisches Institut für nachhaltige Entwicklung (Herausgeber), "LCA - Life Cycle Assessment (Produktbezogene Ökobilanzierung)", [Online] URL.: <http://www.bifne.de/263.html> abgerufen am 22.01.17

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erklären wir, dass ich die Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Quellen angefertigt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat und diese als Teil einer Prüfungsleistung angenommen wurde. Alle Ausführungen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet.

Magdeburg, den 10.02.2017

Robert Humbsch