WS 2012/2013

Hochschule
Augsburg University of
Applied Sciences

Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik

Studienarbeit zur Kostenkalkulation

Vergleich von Laser- und Tintenstrahldruckern

Bearbeiter: **Dawid Mastalerz**

Matrikelnummer: 933605

Abgabedatum: 16.01.2013

Studiengang: Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)

Modul K1: Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure

Betreuer: Richard Kuttenreich

Hochschule für angewandte
Wissenschaften Augsburg
University of Applied Sciences

An der Hochschule 1
D-86161 Augsburg

Telefon: +49 821 55 86-0
Fax: +49 821 55 86-3222
www.hs-augsburg.de
info@hs-augsburg.de

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenziel 2
2. Untersuchungsrahmen 2
3. Technik 2
3.1 Tintenstrahldrucker 3
3.2 Laserdrucker 3
4. Untersuchte Geräte 4
4.1 Canon PIXMA MX715 4
4.2 Canon i-SENSYS MF8080Cw 5
5. Wirtschaftlichkeitsrechnung 6
5.1 Variable Kosten 6
5.1.1 Tinten-/Tonerkosten 6
5.1.2 Stromkosten 6
5.1.3 *Handling*-Kosten 7
5.1.4 Materialkosten 8
5.2 Fixkosten 8
5.3 Kostenvergleichsrechnung 8
5.4 Kritische Menge 9
6. Investitionsrechnung 9
6.1 Materialkosten für Alternativtinte/-toner 9
6.2 Gewinnvergleichsrechnung 10
6.3 Gewinnschwellenanalyse 10
6.4 Rentabilitätsrechnung 11
6.5 Amortisationsrechnung 11
7. Einsparungspotentiale 12
7.1 *Standby*-Modus 12
7.2 Alternativtinte 12
7.3 Kostenverlauf in Abhängigkeit von Druckvolumen 13
8. Fazit 13

Abbildungsverzeichnis 14
Tabellenverzeichnis 14
Abkürzungsverzeichnis 15
Quellen- und Literaturverzeichnis 16

1. Aufgabenziel

Die Wahl des richtigen Druckers für Beruf und Privat stellt sich aufgrund der Vielfalt an Angeboten heute mehr denn je. Vor allem die laufenden Kosten stellen ein entscheidendes Kaufkriterium dar. Diese sind jedoch in aller Regel ohne ausführliche Kalkulationen nicht erfassbar. Insbesondere bei hohen Druckraten können diese Kosten schnell ein Vielfaches des Druckerpreises an sich erreichen. Zusätzlich existiert auf dem Markt nicht nur die Möglichkeit der Wahl zwischen verschiedenen Druckerherstellern, sondern auch zwischen den zwei verschiedenen Druckertypen, Laser- oder Tintenstrahldrucker.

Diese Studienarbeit hat das Ziel, anhand zweier ausgewählter Drucker die unterschiedlichen Kostenstellen bei der Kalkulation von sog. *Office*-Druckern zu untersuchen. Daneben werden Methoden zur Auswahl des geeigneten Druckers auf Basis von betriebswirtschaftlichen Rechnungen aufgezeigt. Abschließend werden anhand der beiden Beispiele Möglichkeiten zur weiteren Kosteneinsparung erörtert.

2. Untersuchungsrahmen

Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu bekommen wird in dieser Arbeit ein Laser- mit einem Tintenstrahldrucker desselben Herstellers verglichen. Bei den untersuchten Druckern handelt es sich ausschließlich um sogenannte *All-In-One*-Geräte. Das heißt jeder dieser Multifunktionsdrucker muss über die Standard-Funktionen Faxen, Scannen, Drucken und Kopieren verfügen. Zusätzlich ist die Möglichkeit von Farbdrucken ein zwingendes Kriterium, auch wenn die Berechnungen ausschließlich auf Basis von Schwarz-Weiß-Textdrucken erfolgen. Zusätzlich müssen beide Drucker die Eigenschaften *WLAN* (ermöglicht drahtlose Verbindung mit einem Computer), Einzelpatronen (separate Patronen für die Grundfarben und Kontrastschwarz), automatischer Duplexdruck (ermöglicht automatisches beidseitiges Drucken), sowie automatischer Kopiereinzug ADF verfügen. Beim Laserdrucker wird die Vorgabe des automatischen Duplexdrucks vernachlässigt, da es noch keine preislich konkurrenzfähigen Geräte mit dieser Technologie auf dem Markt gibt. Zudem müssen ausreichende Informationen zu technischen Daten auf der offiziellen Homepage des Herstellers verfügbar sein.

Die Berechnung des Tinten- bzw. Tonerverbrauchs sowie des Energieverbrauchs wird auf Basis eines normalen schwarz/weiß Drucks mit einem Deckungsgrad von 5% gewählt. Die Nutzungsdauer der Drucker wird auf 5 Jahre festgelegt.

Die Ausmaße und das Design der Drucker müssen den Anforderungen sowohl von Privathaushalten als auch von Büros genügen. Im zuletzt genannten Arbeitsbereich sind die Drucker einer hohen Beanspruchung als gemeinsam genutzte Bürodrucker ausgesetzt.

Als Druckvolumen werden 100 Seiten pro Arbeitstag angesetzt. Die Drucker sind außerhalb von Arbeitszeiten vollständig vom Stromnetz getrennt.

3. Technik

Die Technik, welche sich hinter den beiden in dieser Arbeit betrachteten Druckertypen steckt, ist sehr unterschiedlich. In den folgenden zwei Kapiteln wird die Funktionsweise daher kurz erläutert.

3.1 Tintenstrahldrucker

Bei Tintenstrahldruckern werden mit Hilfe einer Düse winzige Tröpfchen Farbe auf ein Blatt Papier geschleudert. Ein sehr präziser Elektromotor hilft dem Tintenstrahldruckkopf dabei in die benötigte Position zu fahren.

Heutzutage wird zwischen zwei Tintenstrahldruckverfahren unterschieden: Dem thermischen Druckverfahren (*Bubble-Jet*-Verfahren) und dem Piezodruckverfahren (Piezo-Verfahren).

Beim thermischen Druckverfahren (s. Bild 3-1) wird durch kleine Hitzeelemente ein Dampfbläschen erzeugt das sich blitzartig ausdehnt und die Tinte auf ein Blatt schleudert. Anschließend kühlt das Bläschen rasch ab und erzeugt so ein Vakuum, das wieder neue Tinte in die Düse zieht. Druckköpfe dieser Technologie haben eine begrenzte Lebensdauer und werden daher zusammen mit den Tintenbehältern kombiniert um regelmäßig ausgetauscht zu werden.

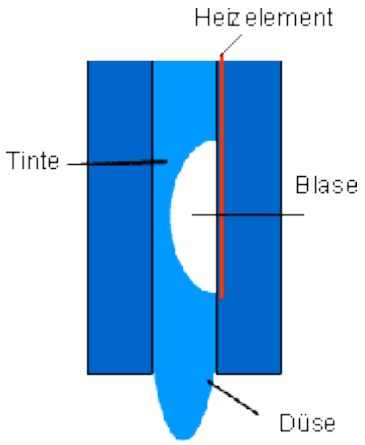

Bild 3-1: Funktionsweise des *Bubble-Jet*-Verfahrens, [1]

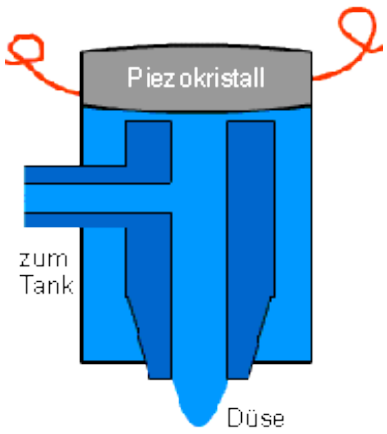

Bild 3-2: Funktionsweise des Piezo-Verfahrens, [1]

Beim Piezodruckverfahren (s. Bild 3-2) ist in jeder Düse ein Piezo-Keramik-Element eingebaut. Dieses beginnt bei Anlegung einer Spannung (hier in Form eines elektrischen Impulses) zu schwingen. Dadurch krümmt sich der Kristall, verringert das Volumen in der Druckdüse und erzeugt einen Überdruck. Durch den Druck wird ein Tropfen aus der Düse auf ein Blatt gepumpt.

Das Piezo-Verfahren ist teurer als das *Bubble-Jet*-Verfahren, dafür ist es schneller und besitzt zudem eine im Vergleich zum Drucker selbst, unbegrenzte Lebensdauer.

3.2 Laserdrucker

Sogenannte Laserdrucker arbeiten nach dem elektrofotografischen Verfahren. Dabei werden mit Hilfe von Elektrostatik, eines Laserstrahls und hohem Druck, Tonerpartikel auf Papier fixiert (s. Bild 3-3).

Das Papier wird zunächst durch eine Walze an die vorgesehene Stelle unter der Bildtrommel gefördert. Gleichzeitig ionisiert der Transferroller (auch als Koronadraht bezeichnet) durch eine hohe Spannung die ihn umgebende Luft. Dabei kann bei bestimmten Modellen in geringen Mengen Ozon entstehen. Die Bildtrommel bewegt sich an dem Transferroller vorbei und lädt sich elektrostatisch auf. Die Trommeloberfläche ist somit vollständig mit Ionen besetzt. Durch einen rotierenden Spiegel beschießt ein Laserstrahl nun die Stellen, die auf dem Papier weiß bleiben sollen. Diese Stellen werden durch den Beschuss entladen. Die Stellen, die nicht durch den Laser entladen wurden, nehmen

beim vorbeiziehen an der Tonereinheit (auch Entwicklereinheit genannt) über die Auftragswalze (blau in Bild 3-3 dargestellt) Tonerpartikel auf. Die Produktqualität wird wesentlich von den Eigenschaften des Toners beeinflusst. Das inzwischen elektrostatisch noch stärker geladene Papier nimmt nun wiederum die Partikel von der Bildtrommel auf und transportiert diese zur Fixierung. Dort werden die immer noch mehr oder weniger lose auf dem Papier liegenden Partikeln durch die von der Fixierwalze erzeugte Hitze (eine der Walzen ist beheizbar) und durch Druck auf das Papier gepresst, sodass sie sich nicht mehr lösen lassen. Dabei kann die Temperatur auf dem Papier kurzfristig bis zu 130°C betragen. An dieser Stelle kann es zu Emissionen leicht flüchtiger Tonerbestandteile kommen.

Anschließend wird die Bildtrommel von noch anhaftendem Resttoner gereinigt und mit einer speziellen Belichtungseinrichtung wieder gleichmäßig geladen.

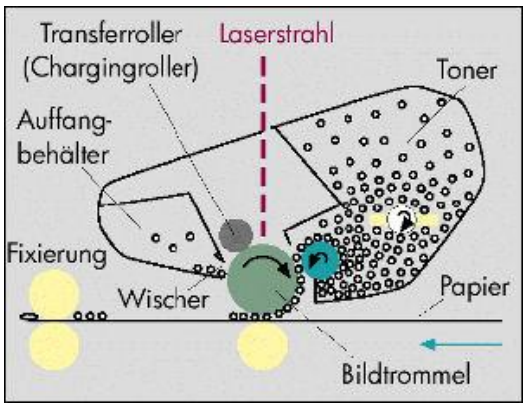

Bild 3-3: Funktionsprinzip eines Laserdruckers, [1]

Laserdrucker haben aufgrund der oben beschriebenen Techniken einen viel höheren Energiebedarf als Tintenstrahldrucker.

4. Untersuchte Geräte

Für die Kostenvergleichsrechnung wurden zwei Geräte ausgewählt, welche den in Kapitel 2 festgelegten Bedingungen entsprechen. Beide Drucker sind Produkte der Firma *Canon*. Zum einen handelt es sich um den Tintenstrahldrucker Canon PIXMA MX715 (kurz: PIXMA) und zum anderen um den Laserdrucker Canon i-SENSYS MF8080Cw (kurz: i-SENSYS).

4.1 Canon PIXMA MX715

Das 4-in-1 Tintenstrahl-Multifunktionssystem PIXMA MX715 (s. Bild 4-1) verspricht das Drucken von Dokumenten und Fotos in Topqualität. Neben WLAN-Schnittstelle bietet das Single-Ink System beidseitige Druck- und Kopiefunktion.

Bild 4-1: Canon PIXMA MX715, [4]

Der Preis betrug am 07.01.2013 auf der Website des Unternehmens *Saturn* 155,- €. [2]
Der Preis für eine Tintenpatrone der Farbe Schwarz mit einer Reichweite von 339 Seiten betrug am 11.01.2013 im Onlineshop Markenpatrone.com 11,99 €. [3]
In Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 sind die wichtigsten technischen Daten sowie herausragende Eigenschaften dieses Druckers aufgelistet.

Tabelle 4-1: Eigenschaften des Canon PIXMA MX715, [4]

Unterstützt Apple AirPrint und das Drucken von passenden Smartphones
6,2 cm TFT-Display und bifunktionales Bedienfeld
Dokumenteneinzug für bis zu 35 Blatt auch beidseitig
Automatischer beidseitiger Druck und 2 Papierzuführungen
Fünf separate Tintentanks inkl. Textschwarz
Scan-to-USB-Stick, Faxempfang auf USB-Stick oder Speicherkarte
Umfangreiches Softwarepaket mit Full HD Movie Print

Tabelle 4-2: Technische Daten des Canon PIXMA MX715, [4]

Druckgeschwindigkeit SW	ca. 12,5 A4-Seiten/Minute
Druckauflösung	bis zu 9.600 x 2.400 dpi
Kapazität Schwarz	ca. 339 Seiten (PGI-525PGBK)
Papiervorrat	Kassette: bis zu 150 Blatt
Geräuschentwicklung	ca. 46,0 dB (A)
Abmessungen (B x T x H)	ca. 491 x 448 x 218 mm
Gewicht	ca. 11,7 kg
Stromverbrauch	Standby: ca. 2,0 W Kopierbetrieb: ca. 22 W

4.2 Canon i-SENSYS MF8080Cw

Der 4-in-1 Farblaserdrucker mit der Bezeichnung Canon i-SENSYS MF8080Cw (s. Bild 4-2) verspricht professionelle Farbqualität und Funktionalität über WLAN oder Ethernet-Netzwerk für Arbeitsgruppen. Dieses anwenderfreundliche Gerät empfiehlt sich als Farb-Allround-Lösung in kleinen Büros. Dieser Drucker besitzt keine Duplexfunktion.

Bild 4-2: Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7]

Der Preis betrug am 07.01.2013 auf der Website des Unternehmens Saturn 346,- €. [5]
Der Preis für eine Tonerkassette der Farbe Schwarz mit einer Reichweite von 2.300 Seiten betrug am 11.01.2013 im Onlineshop Markenpatrone.com 57,59 €. [6]
In Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 sind die wichtigsten technischen Daten sowie herausragende Eigenschaften dieses Druckers aufgelistet.

Tabelle 4-3: Technische Daten des Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7]

Druckgeschwindigkeit SW	ca. 12 A4-Seiten/Minute
Druckauflösung	600 x 600 dpi
Kapazität Schwarz	ca. 2.300 Seiten (Cartridge 716)
Papiervorrat	Kassette: bis zu 150 Blatt
Geräuschentwicklung	max. 63,4 dB (A)
Abmessungen (B x T x H)	ca. 430 x 484 x 429 mm
Gewicht	ca. 26 kg
Stromverbrauch	Maximum: ca. 900 W Standby: ca. 15 W

Tabelle 4-4: Eigenschaften des Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7]

Netzwerkfähiges Multifunktionssystem: Druck, Kopie, Scan und Fax auch in Farbe
WLAN-Schnittstelle
Funktionstasten für einfaches Scannen und umweltbewusstes Kopieren
Benutzerfreundliches LC-Display mit 5 Zeilen
Einfaches Scannen im Netzwerk und an einen USB-Speicherstick
Energieeffizient

5. Wirtschaftlichkeitsrechnung

In den folgenden Kapiteln erfolgt eine ausführliche Kostenvergleichsrechnung mit anschließender Berechnung der kritischen Menge. Ziel ist die Bestimmung der Druckkosten pro Seite.

5.1 Variable Kosten

Die variablen Kosten setzen sich aus den Tinten-/Tonerkosten, den Stromkosten und den Handhabungskosten für die betrachteten Drucker zusammen.

5.1.1 Tinten-/Tonerkosten

Um Drucken zu können benötigen Tintenstrahldrucker Tintenpatronen und Laserdrucker Tonerkassetten. Beide werden auch als Kartuschen bezeichnet. Sie haben eine begrenzte Reichweite und müssen deshalb je nach Druckauslastung regelmäßig ausgetauscht werden. Bei den hier verwendeten Tintenkartuschen handelt es sich um Originalware. Die Berechnung erfolgt nach Tabelle 5-1.

Tabelle 5-1: Berechnung der Tinten-/Tonerkosten

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Reichweite Kartusche	339	2.300	Seiten	Vorgabe
2	Preis Kartusche	11,99	57,59	€	Vorgabe
3	Preis pro Seite	0,035	0,025	€/Seite	[2]/[1]
4	**Preis pro Seite**	**3,537**	**2,504**	**ct/Seite**	**[3]*100**

5.1.2 Stromkosten

Die Stromkosten setzen sich aus dem Stromverbrauch beim Drucken an sich (Stromkosten Betrieb) und aus dem Stromverbrauch während der Ruhephasen (Stromkosten *Standby*) zusammen. Der Strompreis wird mit 30 ct/kWh angesetzt. Die Berechnung erfolgt in Tabelle 5-2.

Tabelle 5-2: Berechnung der Stromkosten Betrieb

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Druckgeschwindigkeit	750	720	Seiten/h	Vorgabe
2	Druckzeit pro Seite	0,0013	0,0014	h/Seite	1/[1]
3	Druckzeit pro Seite	4,80	5,00	s/Seite	1/[1]*3600
4	Strompreis	30	30	ct/kWh	Annahme
5	Stromverbrauch	0,022	0,900	kW	Vorgabe
6	Stromkosten pro Seite	0,001	0,038	ct/Seite	[4]*[5]*[2]
7	Seiten pro Tag	100	100	Seiten/Tag	Annahme
8	Arbeitstage pro Jahr	250	250	Tage/ Jahr	Annahme
9	Papiermenge pro Jahr	25.000	25.000	Seiten/Jahr	[7]*[8]
10	**Stromkosten Betrieb**	**22,00**	**937,50**	**ct/Jahr**	**[6]*[9]**

Zur Ermittlung der *Standby*-Kosten wird die jährliche aktive Zeit des Druckers benötigt. Dabei wird angenommen, dass der Drucker während der Bürostunden ständig mit dem Stromnetz verbunden ist. Er befindet sich folglich entweder im Druckmodus oder im *Standby*-Betrieb. Außerhalb der Bürozeiten wird der Drucker dagegen vom Stromnetz getrennt. Da jeder Drucker eine Vorwärmphase durchläuft bevor er zum Drucken beginnt, wird die eigentliche jährliche Druckzeit mit dem Faktor zwei multipliziert. Die Berechnung der Stromkosten *Standby* erfolgt in Tabelle 5-3.

Tabelle 5-3: Berechnung der Stromkosten *Standby*

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Druckvolumen pro Tag	100	100	Seiten/Tag	Annahme
2	Arbeitstage pro Jahr	250	250	Tage/ Jahr	Annahme
3	Arbeitszeit pro Tag	8,5	8,5	h/Tag	Annahme
4	Arbeitszeit jährlich	2.125	2.125	h/Jahr	[2]*[3]
5	Druckvolumen pro Jahr	25.000	25.000	Seiten/Jahr	[1]*[2]
6	Druckzeit pro Seite	0,0013	0,0014	h/Seite	s. T. 5-2
7	Druckzeit o. Vorwärmphase	33,33	34,72	h/Jahr	[5]*[6]
8	Druckzeit m. Vorwärmphase	66,67	69,44	h/Jahr	[7]*2
9	Jährliche *Standby*-Zeit	2.058,33	2.055,56	h/Jahr	[4]-[8]
10	Strompreis	30	30	ct/kWh	Annahme
11	Stromverbrauch *Standby*	0,002	0,015	kW	Vorgabe
12	**Stromkosten *Standby***	**123,50**	**925,00**	**ct/Jahr**	**[9]*[11]*[10]**

5.1.3 *Handling*-Kosten

Ein großer Unterschied zwischen verschiedenen Druckertypen besteht in der Papierkapazität und der Reichweite der Toner- bzw. Tintenkartuschen. Drucker mit geringerer Druckreichweite müssen öfter durch einen Mitarbeiter gewartet werden, sprich zur Papiernachfüllung und zum Toner- bzw. Tintenpatronenwechsel abgestellt werden. Diese Arbeitszeit geht anderen Projekten verloren und muss daher in der Kostenanalyse berücksichtigt werden. Die Berechnung erfolgt in Tabelle 5-4.

Tabelle 5-4: Berechnung der *Handling*-Kosten

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Lohnkosten in €	35,00	35,00	€/h	Annahme
2	Lohnkosten in ct	3.500	3.500	ct/h	[1]*100
3	Druckvolumen pro Jahr	25.000	25.000	Seiten/Jahr	s. T. 5-3
4	Papierfachkapazität	150	275	Seiten	Vorgabe
5	Dauer Papiernachfüllung (1x)	5	5	min	Annahme
6	Dauer Papiernachfüllung (1x)	0,08	0,08	h	[5]/60
7	Anzahl der Papierwechsel	167	91	1/Jahr	[3]/[4]
8	Dauer Papiernachfüllung	13,89	7,58	h/Jahr	[6]*[7]
9	Kosten Papiernachfüllung	48.611,11	26.515,15	ct/Jahr	[2]*[8]
10	Reichweite Kartusche	339	2.300	Seiten	Vorgabe
11	Dauer Kartuschenwechsel (1x)	15	15	min	Annahme
12	Dauer Kartuschenwechsel (1x)	0,25	0,25	h	[11]/60
13	Anzahl Kartuschenwechsel	74	11	1/Jahr	[3]/[10]
14	Dauer Kartuschenwechsel	18,44	2,72	h/Jahr	[12]*[13]
15	Kosten Kartuschenwechsel	64.528,02	9.510,87	ct/Jahr	[2]*[14]
16	**Gesamt *Handling*-Kosten**	**113.139,13**	**36.026,02**	**ct/Jahr**	**[9]+[15]**

5.1.4 Materialkosten

Die Materialkosten setzen sich aus den Kosten für das Papier und die Kartuschen zusammen. Die Berechnung der Gesamtmaterialkosten erfolgt in Tabelle 5-5.

Tabelle 5-5: Berechnung der Materialkosten

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Papierkosten pro Seite	1	1	ct/Seite	Annahme
2	Druckvolumen	25.000	25.000	Seiten/Jahr	s. T. 5-3
3	Papierkosten pro Jahr	25.000	25.000	ct/Jahr	[1]*[2]
4	Anzahl Kartuschenwechsel	74	11	1/Jahr	s. T. 5-4
5	Preis Originalkartusche	1.199,00	5.759,00	ct	s. T. 5-1
6	Kartuschenkosten	88.426,25	62.600,33	ct/Jahr	[4]*[5]
7	**Gesamt Materialkosten**	**113.426,25**	**87.600,33**	**ct/Jahr**	**[3]+[6]**

5.2 Fixkosten

Die Fixkosten setzen sich aus den kalkulatorischen Abschreibungen und den kalkulatorischen Zinsen zusammen. Die Nutzungsdauer wird nach Rahmenbedingungen auf fünf Jahre festgelegt. Die Berechnung erfolgt in Tabelle 5-6.

Tabelle 5-6: Berechnung der Fixkosten

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Anschaffungskosten	15.500	34.600	ct	Vorgabe
2	Nutzungsdauer	5	5	Jahre	Annahme
3	Zinssatz	10	10	%	Annahme
4	Abschreibung (kalk.)	3.100	6.920	ct/Jahr	[1]/[2]
5	Zinsen (kalk.)	775	1.730	ct/Jahr	[1]*[3]*0,01/2
6	**Summe Fixkosten**	**3.875**	**8.650**	**ct/Jahr**	**[4]+[5]**

5.3 Kostenvergleichsrechnung

Bei der Kostenvergleichsrechnung werden zwei oder mehrere Investitionsalternativen im Hinblick auf ihre Kosten gegenübergestellt und verglichen. Das Ziel dieser Berechnung ist die Kostenminimierung. Die Gesamtkosten (K) einer Investition berechnen sich aus der Summe der Kapitalkosten (KD) und der Betriebskosten (B).

$$K = KD + B \tag{1}$$

$$KD = \text{Kalkulatorische Abschreibungen} + \text{Kalkulatorische Zinsen} \tag{2}$$

$$B = \text{Variable Kosten} + \text{Fixkosten} \tag{3}$$

Mit diesen Formeln und den vorherigen Berechnungen ergeben sich für die beiden betrachteten Drucker folgende Gesamtkosten:

Tabelle 5-7: Kostenvergleichsrechnung mit Originalkartuschen

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Druckvolumen	25.000	25.000	Seiten/Jahr	s. T. 5-3
2	Summe Fixkosten	3.875	8.650	ct/Jahr	s. T. 5-6
3	Fixe Seitenkosten	0,16	0,35	ct/Seite	[2]/[1]
4	Materialkosten	113.426,25	87.600,33	ct/Jahr	s. T. 5-5
5	Stromkosten Betrieb	22,00	937,50	ct/Jahr	s. T. 5-2
6	Stromkosten *Standby*	123,50	925,00	ct/Jahr	s. T. 5-3
7	*Handling*-Kosten	113.139,13	36.026,02	ct/Jahr	s. T. 5-4
8	Summe variable Kosten	226.711	125.489	ct/Jahr	[4]+[5]+[6]+[7]
9	Variable Seitenkosten	9,07	5,02	ct/Seite	[8]/[1]
10	Gesamtkosten	230.585,88	134.138,85	ct/Jahr	[2]+[8]
11	**Seitenkosten Original**	**9,22**	**5,37**	**ct/Seite**	**[3]+[9]**
12	**Differenz**	**3,86**		**ct/Seite**	

5.4 Kritische Menge

Die Seitenkosten sind vom Druckvolumen abhängig. Daher wird im nächsten Schritt die kritische Seitenmenge berechnet. Es gilt allgemein:

$$x_{krit} = \frac{K_{fixA} - K_{fixB}}{k_{varB} - k_{varA}} \quad (4)$$

Für die beiden zu untersuchenden Drucker erfolgt die Berechnung nach Tabelle 5-8.

Tabelle 5-8: Berechnung der kritischen Menge

Kritische Menge	Einheit	Berechnung
1.179	Seiten/Jahr	([2 i-SENSYS] - [2 PIXMA]) / ([9 PIXMA] - [9 i-SENSYS])

Daraus folgt, dass bis zu einer Seitenzahl von 1.179 Seiten pro Jahr der Canon PIXMA die kostengünstigere Alternative ist. Bei einer höheren Seitenzahl ist dagegen der Canon i- SENSYS günstiger.

6. Investitionsrechnung

Da in diesem Szenario kein Gewinn im eigentlichen Sinne abfällt, erfolgt die Investitionsrechnung über das Einsparpotential. Die folgenden Berechnungen sind dabei auf die teuerste Druckerkonfiguration Canon PIXMA MX715 mit Originalpatronen (= Vergleichsdrucker) bezogen. Dieser Drucker wird als gegeben betrachtet. Ziel ist die Ablösung des Druckers. Die nachfolgenden Berechnungen sollen diese Absicht stützen.

6.1 Materialkosten für Alternativtinte/-toner

Um Druckkosten zu senken steigen immer mehr Druckerbenutzer auf sog. Alternativkartuschen um. Dabei handelt es sich um Imitate der Originalware, wobei oftmals keine Qualitätsunterschiede feststellbar sind. Alternativtinte und -toner sind beispielsweise über Onlineshops erhältlich und kosten im Allgemeinen nur die Hälfte des Originalpreises. In Tabelle 6-1 erfolgt die zunächst die Berechnung der Materialkosten bei Einsatz von Alternativkartuschen.

Tabelle 6-1: Berechnung der Materialkosten mit Alternativkartuschen

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Papierkosten	1	1	ct/Seite	Vorgabe
2	Druckvolumen	25.000	25.000	Seiten/Jahr	Vorgabe
3	Materialkosten Papier	25.000	25.000	ct/Jahr	[1]*[2]
4	Anzahl Kartuschenwechsel	74	11	1/Jahr	s. T. 5-4
5	Preis Alternativkartusche	499,00	2.879,50	ct	s. T. 5-1
6	Materialkosten Kartusche	36.799,41	31.298,91	ct/Jahr	[4]*[5]
7	**Gesamt Materialkosten**	**61.799,41**	**56.298,91**	**ct/Jahr**	**[3]+[6]**

6.2 Gewinnvergleichsrechnung

Wird der Vergleichsdrucker durch einen der in der folgenden Gewinnvergleichsrechnung betrachteten Drucker ersetzt, ergibt sich das Einsparpotential (= Gewinn pro Jahr) nach Tabelle 6-2.

Tabelle 6-2: Berechnung des Einsparpotentials mit Alternativkartuschen

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Druckvolumen	25.000	25.000	Seiten/Jahr	Vorgabe
2	Seitenpreis (Originaltinte)	9,22	9,22	ct/Seite	s. T. 5-7
3	Erlös pro Jahr	230.500	230.500	ct/Jahr	[1]*[2]
4	Abschreibung (kalk.)	3.100	6.920	ct/Jahr	s. T. 5-6
5	Zinsen (kalk.)	775	1730	ct/Jahr	s. T. 5-6
6	Summe Fixkosten	3.875	8.650	ct/Jahr	[4]+[5]
7	Materialkosten	61.799,41	56.298,91	ct/Jahr	s. T. 6-1
8	Stromkosten Betrieb	22,00	937,50	ct/Jahr	s. T. 5-2
9	Stromkosten *Standby*	123,50	925,00	ct/Jahr	s. T. 5-3
10	*Handling*-Kosten	113.139,13	36.026,02	ct/Jahr	s. T. 5-4
11	Summe variable Kosten	175.084	94.187	ct/Jahr	[7]+[8]+[9]+[10]
12	Variable Seitenkosten	7,00	3,77	ct/Seite	[11]/[1]
13	**Gewinn pro Jahr**	**51.540,96**	**127.662,57**	**ct/Jahr**	**[3]-[6]-[11]**
14	**Differenz**	**76.121,61**		**ct/Seite**	

Bei einer Papiermenge von 25.000 Seiten pro Jahr bietet der Canon i-SENSYS MF8080Cw einen um fast 60% höheren Gewinn als der Canon PIXMA MX715. Damit ist er der Vorteilhafteste.

6.3 Gewinnschwellenanalyse

Bei der Wahl des richtigen Druckers ist nicht nur der errechnete Plangewinn von Bedeutung, sondern auch die Frage, ab welcher Seitenanzahl sich die Neuanschaffung lohnt. Bei dieser Entscheidung hilft die Betrachtung der Gewinnschwelle (*Break-even-Point*):

$$\text{Gewinnschwelle} = \frac{\text{Fixkosten}}{\text{Stückdeckungsbeitrag}} = \frac{\text{Fixkosten}}{\text{Stückerlöse} - \text{variable Kosten pro Stück}} \qquad (5)$$

Für die beiden zu untersuchenden Drucker ergibt sich für die Gewinnschwellenanalyse der *Break-even-Point* nach Tabelle 6-3.

Tabelle 6-3: Berechnung der Gewinnschwellenanalyse

	Break-even-Point	Einheit	Berechnung
Canon PIXMA MX715	1.748	Seiten/Jahr	[6]/ ([2]-[12])
Canon i-SENSYS MF8080Cw	1.586	Seiten/Jahr	[6]/ ([2]-[12])

Um die Gewinnzone zu erreichen müssen beim Canon PIXMA MX715 mindestens 1.748 Seiten und beim Canon i-SENSYS MF8080Cw mindestens 1.586 Seiten gedruckt werden.

6.4 Rentabilitätsrechnung

Neben den Gesamtkosten und dem Einbezug der Periodenerlöse wird bei der Rentabilitätsrechnung zusätzlich der Kapitaleinsatz berücksichtigt. Dabei wird der durchschnittliche Gewinn auf das durchschnittliche Kapital einbezogen. Folglich kann die Vorteilhaftigkeit einer Investition festgestellt werden. Die Berechnung erfolgt allgemein nach:

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{Gewinn vor Zinsen}}{\text{gebundenes Kapital}} \cdot 100 = \frac{\text{Gewinn} + \text{kalk. Zinsen}}{\frac{I_0 + RW_n}{2}} \cdot 100 \qquad (6)$$

I_0 ... ... Anschaffungskosten
RW_n = Liquidationserlös (Restwert) am Ende der Nutzungsdauer

Für die beiden zu untersuchenden Drucker erfolgt die Berechnung der Rentabilität nach Tabelle 6-4.

Tabelle 6-4: Berechnung der Rentabilität beim Wechsel zu Alternativtinte/-toner

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Anschaffungskosten	15.500	34.600	ct	Vorgabe
2	Nutzungsdauer	5	5	Jahre	Annahme
3	Zinssatz	10	10	%	Annahme
4	Zinsen (kalk.)	775	1.730	ct/Jahr	[1]*[3]*0,01/2
5	Restwert	3.100	6.920	ct	[1]/[2]
6	Gebundenes Kapital	9.300	20.760	ct	([1]+[5])/2
7	Gewinn	51.541	127.663	ct/Jahr	s. T. 6-2
8	Gewinn vor Zinsen	52.316	129.393	ct/Jahr	[4]+[7]
9	**Rentabilität**	**563**	**623**	**%**	**[8]/[6]*100**

Aus der berechneten Rentabilität wird ersichtlich, dass der Wechsel von Originalkartuschen auf Alternativkartuschen höchst rentabel ist. Die extrem großen Prozentzahlen sind durch die hohen Gewinnmargen aufgrund des großen Druckvolumens zu erklären. Der Laserdrucker ist dabei sogar noch rentabler als der Tintenstrahldrucker.

6.5 Amortisationsrechnung

Diese Rechnungsart dient der Beurteilung von Investitionen unter einem Sicherheitsaspekt. Mit der Amortisationsrechnung kann der Zeitraum ermittelt werden, in dem investiertes Kapital über Einzahlungsüberschüsse wieder zurückfließt. Die Berechnung erfolgt allgemein nach:

$$\text{Amortisationsdauer in Jahren} = \frac{\text{ursprünglicher Kapitaleinsatz}}{\text{jährlicher Gewinn} + \text{Abschreibungen}} \qquad (7)$$

Für die beiden zu untersuchenden Drucker erfolgt die Berechnung der Amortisationsdauer nach Tabelle 6-5. Dabei ist festzustellen, dass sich der Wechsel von Original- zu Alternativware bereits nach sehr kurzer Zeit amortisieren wird. Das für den Laserdrucker investierte Geld wird nach 0,26 Jahren zurückgeflossen sein. Der Grund für die geringe Amortisationsdauer liegt wiederum bei dem hohen Einsparpotential (Gewinn).

Tabelle 6-5: Berechnung der Amortisationsdauer beim Wechsel zu Alternativtinte/-toner

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Anschaffungskosten	15.500	34.600	ct	Vorgabe
2	Nutzungsdauer	5	5	Jahre	Annahme
3	Abschreibung (kalk.)	3.100	6.920	ct/Jahr	[1]/[2]
4	Zinsen (kalk.)	775	1.730	ct/Jahr	[1]*[3]*0,01/2
5	Gewinn pro Jahr	51.541	127.663	ct/Jahr	s. T. 6-2
6	**Amortisationsdauer**	**0,28**	**0,26**	**Jahre**	**[8]/[6]*100**

7. Einsparungspotentiale

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorherigen Berechnungen zur Erörterung von Einsparungspotentialen verwendet.

7.1 *Standby*-Modus

Wie aus Kapitel 3 ersichtlich wird, ist der Stromverbrauch von Laserdruckern viel höher als der von Tintenstrahldruckern. Je höher das Druckvolumen ist, umso größer ist der Einfluss der Stromkosten auf die Gesamtdruckkosten. Nach Tabelle 7-1 haben Tintenstrahldrucker aufgrund ihres relativ geringen Stromverbrauchs nur vernachlässigbare Stromkosten als Folge. Laserdrucker dagegen stellen durchaus einen gewissen finanziellen Faktor dar. Bei einem Druckvolumen von 100 Seiten pro Tag entstehen Stromkosten von 10 € pro Jahr.

Tabelle 7-1: Stromkostenvergleich von Laser- und Tintenstrahldruckern

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Stromkosten Betrieb	0,22	9,38	€/Jahr	s. T. 5-2
2	Stromkosten *Standby*	1,24	9,25	€/Jahr	s. T. 5-3
3	**Gesamtstromkosten**	**1,46**	**18,63**	**€/Jahr**	**[1]+[2]**

Tintenstrahldrucker führen beim Einschalten eine Düsenreinigung durch. Die dadurch entstehenden Kosten an Tinte sind viel höher als die eingesparten Stromkosten. Daher sollten Tintenstrahldrucker nicht vom Stromnetz getrennt werden. Bei Laserdrucker kann es sich dagegen bei längeren Ruhepausen (z.B. Mittagspause) durchaus lohnen, die Stromzufuhr abzudrehen. Die Aufwärmphasen ändern sich dadurch nur minimal.

7.2 Alternativtinte

Das größte Einsparpotential bietet bei der Betrachtung von Druckerkosten der Umstieg von Original- auf Alternativkartuschen. Nach Tabelle 7-2 liegt das Einsparpotential bei einem Druckvolumen von 100 Seiten pro Tag beim Tintenstrahldrucker bei ungefähr zwei Cent pro Seite und beim Laserdrucker bei ungefähr einem Cent pro Seite. Auf ein Arbeitsjahr bezogen lassen sich mit Alternativkartuschen beim Laserdrucker 1.341,- € pro Jahr einsparen, beim Tintenstrahldrucker sogar rund 1.790,- € pro Jahr.

Tabelle 7-2: Preislicher Unterschied zwischen Original- und Alternativkartuschen

Nr.		PIXMA	i-SENSYS	Einheit	Berechnung
1	Seitenkosten Alternativ	7,16	4,11	ct/Seite	s. CD
2	Seitenkosten Original	9,22	5,37	ct/Seite	s. T. 5-7
3	**Differenz**	**2,06**	**1,26**	ct/Seite	**[2]-[1]**

7.3 Kostenverlauf in Abhängigkeit von Druckvolumen

Da die Druckkosten sowohl von Laser- als auch von Tintenstrahldruckern vom Druckvolumen abhängen, ist eine Betrachtung der Abhängigkeit von Kosten und Seitenzahl nötig (s. Bild 7-1). Dabei ist festzustellen, dass sich bei geringem Druckaufkommen (bis zu ca. sechs Seiten pro Tag) die Anschaffung eines Laserdruckers nicht lohnt. Erst bei einem Druckvolumen von über fünf Seiten pro Tag ist der Kauf eines Laserdruckers aus wirtschaftlicher Sicht zu empfehlen. Der Grund liegt bei dem deutlich höheren Anschaffungs- und Stromverbrauchskosten. Dieser Wert wird auch durch die Berechnung der kritischen Menge in Kapitel 5.4 bestätigt.

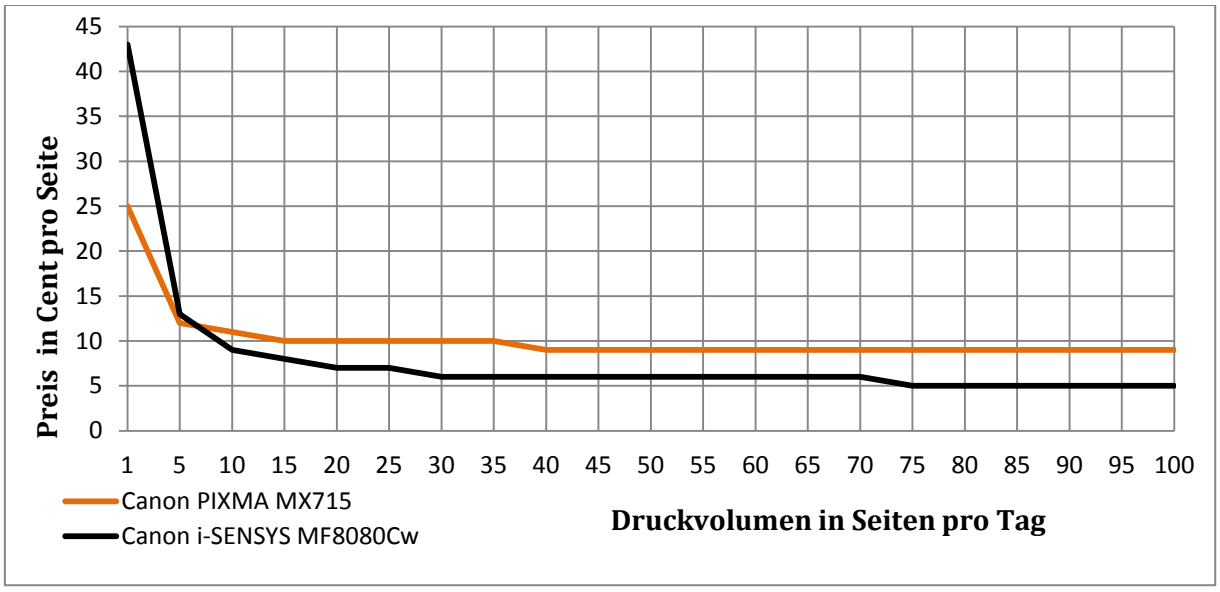

Bild 7-1: Darstellung des Kostenverlaufs in Abhängigkeit vom Druckvolumen

8. Fazit

Der Kostenanalyse zwischen dem Laserdrucker Canon i-SENSYS MF8080Cw und dem Tintenstrahldrucker Canon PIXMA MX715 hat ergeben, dass die Druckkosten grundsätzlich von dem Druckvolumen abhängen. Laserdrucker lohnen sich aufgrund der höheren Investitionskosten erst ab einer Druckrate von sechs Seiten pro Tag.

Des Weiteren wurde ersichtlich, dass die Energiekosten eines Tintenstrahldruckers keinen spürbaren Einfluss auf die Seitenkosten haben.

Der Einsatz von Alternativkartuschen ist dagegen bei beiden Druckertypen absolut zu empfehlen, da dadurch die reinen Kartuschenkosten halbiert werden können. Eine Bestätigung liefert die Berechnung des *Break-even-Points.* Dieser ergibt, dass sich eine Umstellung bei einem Tintenstrahldrucker schon bei einem Druckvolumen von knapp 1.748 Seiten pro Jahr lohnt.

Abbildungsverzeichnis

Bild 3-1: Funktionsweise des *Bubble-Jet*-Verfahrens, [1] 3
Bild 3-2: Funktionsweise des Piezo-Verfahrens, [1] 3
Bild 3-3: Funktionsprinzip eines Laserdruckers, [1] 4
Bild 4-1: Canon PIXMA MX715, [4] 4
Bild 4-2: Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7] 5
Bild 7-1: Darstellung des Kostenverlaufs in Abhängigkeit vom Druckvolumen 13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Eigenschaften des Canon PIXMA MX715, [4] 5
Tabelle 4-2: Technische Daten des Canon PIXMA MX715, [4] 5
Tabelle 4-3: Technische Daten des Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7] 5
Tabelle 4-4: Eigenschaften des Canon i-SENSYS MF8080Cw, [7] 6
Tabelle 5-1: Berechnung der Tinten-/Tonerkosten 6
Tabelle 5-2: Berechnung der Stromkosten Betrieb 6
Tabelle 5-3: Berechnung der Stromkosten *Standby* 7
Tabelle 5-4: Berechnung der *Handling*-Kosten 7
Tabelle 5-5: Berechnung der Materialkosten 8
Tabelle 5-6: Berechnung der Fixkosten 8
Tabelle 5-7: Kostenvergleichsrechnung mit Originalkartuschen 9
Tabelle 5-8: Berechnung der kritischen Menge 9
Tabelle 6-1: Berechnung der Materialkosten mit Alternativkartuschen 10
Tabelle 6-2: Berechnung des Einsparpotentials mit Alternativkartuschen 10
Tabelle 6-3: Berechnung der Gewinnschwellenanalyse 11
Tabelle 6-4: Berechnung der Rentabilität beim Wechsel zu Alternativtinte/-toner 11
Tabelle 6-5: Berechnung der Amortisationsdauer beim Wechsel zu Alternativtinte/-toner 12
Tabelle 7-1: Stromkostenvergleich von Laser- und Tintenstrahldruckern 12
Tabelle 7-2: Preislicher Unterschied zwischen Original- und Alternativkartuschen 13

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
K_{fix}	fixe Kosten gesamt
k_{var}	variable Stückkosten
x_{krit}	kritische Menge
€	Euro
B	Betriebskosten
B x T x H	Breite x Tiefe x Höhe
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
ct	Euro-Cent
Druckgeschw.	Druckgeschwindigkeit
h	Stunde
K	Gesamtkosten
kalk.	kalkulatorisch
KD	Kapitalkosten
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
m.	mit
min	Minute
mm	Millimeter
o.	ohne
s.	siehe
sog.	sogenannte
T.	Tabelle
W	Watt
WLAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel

Quellen- und Literaturverzeichnis

[1] „Tintenstrahldrucker," Leifi Physik - Umwelt und Technik, 10 1 2013. [Online]. Available: http://www.leifiphysik.de/web_ph09_g8/umwelt_technik/01drucker/tintenstrahl.htm. [Zugriff am 10 1 2013].

[2] „CANON PIXMA MX715," Saturn, 07 01 2013. [Online]. Available: http://www.saturn.de/mcs/product/CANON-PIXMA-MX715,48352,241178,524601.html?catalogId=11101. [Zugriff am 07 01 2013].

[3] „Original Canon PGI-525PGBK Tintenpatrone Black," Markenpatrone.com, 11 1 2013. [Online]. Available: http://www.markenpatrone.com/de/Original-Canon-PGI-525PGBK-Tintentank-Black. [Zugriff am 11 1 2013].

[4] „Canon PIXMA MX715," Canon, 07 01 2013. [Online]. Available: http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Multifunctionals/Inkjet/PIXMA_MX715/#p-specification5. [Zugriff am 07 01 2013].

[5] „CANON i-SENSYS MF8080Cw," Saturn, 10 1 2013. [Online]. Available: http://www.saturn.de/mcs/product/CANON-i-SENSYS-MF8080Cw,48352,241178,538505.html. [Zugriff am 10 1 2013].

[6] „Canon i-SENSYS MF8080," Markenpatrone.com, 11 1 2013. [Online]. Available: http://www.markenpatrone.com/de/Canon/Canon-i-SENSYS-MF/Canon-i-SENSYS-MF8080. [Zugriff am 11 1 2013].

[7] „Canon i-SENSYS MF8080Cw," CANON, 10 1 2013. [Online]. Available: http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Multifunctionals/Laser/i-SENSYS_MF8080Cw/. [Zugriff am 10 1 2013].

[8] „Funktionsprinzip des Laserdruckers," VBG - Ihre gesetzliche Unfallversicherung, 10 1 2013. [Online]. Available: http://www.vbg.de/apl/zh/bgi820/1.htm. [Zugriff am 10 1 2013].

[9] J. Wöltje, „Investitionsrechnung," in *Betriebswirtschaftliche Formelsammlung*, Freiburg, Haufe, 2011, pp. 308-321.

[10] D. Schmid, Produktorganisation mit Qualitätsmanagement und Produktpolitik, Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel, 2003.