

Bachelorarbeit

Die Beeinflussbarkeit der für die ökologische Nachhaltigkeit relevanten KPIs durch die Digitalisierung in kleinen Unternehmen

zur Erlangung des Grades Bachelor of Science
des Fachbereichs Wirtschaft der
Technischen Hochschule Brandenburg

vorgelegt von:

Maren Funke

geb. am 09. September 1999 Berlin.

7. Semester / 7. Semester

Betreuerin: Prof. Dr. Olga Levina

Zweitgutachter: Prof. Dr. Bernd Schnurrenberger

Funke, Maren Bachelor Betriebswirtschaftslehre 7. Fachsemester	Storchenstraße 20 14612 Falkensee funke@th-brandenburg.de Matr.-Nr. 20211203 Abgabe: 13.01.2023
--	--

Falkensee, den 13. Januar 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
Abkürzungsverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Forschungsfrage	2
1.3 Betrachtete Prozesse und Methoden	3
1.4 Thesen	4
2 Zusammenhang zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit	5
2.1 Besonderheit des Prozessmanagements in kleinen Unternehmen.....	8
2.2 Ist - Zustand von Digitalisierung in deutschen Unternehmen	9
2.3 Ist - Zustand ökologischer Nachhaltigkeit in KMU	11
2.4 Messbarkeit der Nachhaltigkeit: Ökologisch relevante KPIs in KMU	12
3 Kooperierendes Unternehmen: Die Funke Baustoffe GmbH	14
3.1 Ökologische Nachhaltigkeit bei Funke Baustoffe	14
3.2 KPIs für die Funke Baustoffe GmbH.....	15
4 Prozess 1: Die „grüne“ Suchmaschine	16
4.1 Datenerhebung.....	18
4.2 CO ₂ -Emissionen unter Verwendung der Suchmaschine: Google	19
4.3 CO ₂ -Emissionen unter Verwendung der Suchmaschine: Ecosia	19
4.4 Auswertung Prozess 1	20
5 Prozess 2: Digitaler Rechnungsversand	21
5.1 Prozessteilschritte.....	22

5.2	CO _{2e} -Emissionen und Energieverbrauch vor der Digitalisierung der Rechnungen	23
5.3	CO _{2e} -Emissionen und Energieverbrauch nach der Digitalisierung der Rechnungen	24
5.4	Auswertung Prozess 2	26
6	Prozess 3: Digitale Packscheine	28
6.1	CO _{2e} -Emissionen und Energieverbrauch gedruckter Packscheine	31
6.2	Digitalisierte Packscheine: Anforderungen an das Programm	33
6.3	Lösungsvorschlag: MeisterTask	34
6.4	Emissionen und Energieverbrauch digitalisierter Packscheine.....	37
6.5	Auswertung Prozess 3	39
7	Gesamtauswertung der Prozesse	41
8	Hochrechnung.....	43
9	Fazit	44
	Literaturverzeichnis	45
	Anhang	49
	Ehrenwörtliche Erklärung.....	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abbildung 1, Quelle: Lichtblau et al. 2018, eigene Darstellung.....	10
Abbildung 2: BPMN Modell gedruckter Packscheine, in Absprache mit ppa. Martin Mörbe.....	28
Abbildung 3: CO ₂ e Emissionen gedruckter Packscheine, eigene Ermittlung.....	32
Abbildung 4: Energieverbrauch gedruckter Packscheine, eigene Ermittlung.....	33
Abbildung 5: BPMN Modell digitalisierter Packscheine mit MeisterTask, in Absprache mit ppa. Martin Mörbe.....	37
Abbildung 6: CO ₂ e Emissionen digitalisierter Packscheine, eigene Ermittlung.....	38
Abbildung 7: Energieverbrauch digitalisierter Packscheine, eigene Ermittlung.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zählung der Suchanfragen, eigene Ermittlung.....	18
Tabelle 2: Anzahl der Lieferungen mit Packschein, eigene Ermittlung.....	30

Abkürzungsverzeichnis

App:	.....	application
BPMN:	.....	Business Process Model and Notation
CO ₂:	.....	Kohlendioxid
CO ₂ e:	.....	CO ₂ -Äquivalent
DSGVO:	.....	Datenschutz Grundverordnung
ESG:	.....	Environmental Social Governance
GB:	.....	Gigabyte
g:	.....	Gramm
GmbH:	.....	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GWP:	.....	Global Warming Potential
IPPC:	.....	Intergovernmental Panel on Climate Change
kg:	.....	Kilogramm
KMU:	.....	kleine und mittlere Unternehmen
KPI:	.....	Key Performance Indicator
LKW:	.....	Lastkraftwagen
MB:	.....	Megabyte
m ²:	.....	Quadratmeter
p. a.:	.....	per annum
PDF:	.....	Portable Document Format
ppa:	.....	per procura
PUE:	.....	Power usage effectiveness
THG:	.....	Treibhausgas-Emissionen
WLAN:	.....	Wireless Local Area Network

1 Einleitung

Zunächst soll die Relevanz des Themas vorgestellt werden. Die Methoden zur Lösung der Forschungsfragen werden beschrieben und die zu untersuchenden Prozesse vorgestellt.

1.1 Motivation

Das elfte Jahr in Folge war es in Deutschland zu warm (DWD 2022: 4).

Experten prognostizieren Klimawandelbedingte Zukunftsszenarien, welche die globale Bevölkerung ganzheitlich betreffen werden. Eine Reduzierung der Emissionen auf null als Ziel für das Jahr 2050 entgeht dem Sonderbericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change*, kurz *IPCC* von 2018 (Vgl. Neukirchen 2019: Vorwort). Neue Vorschriften und Gesetze, welche die Umwelt schützen sollen, spiegeln den Trend zur Nachhaltigkeit wider.

Die Politik setzt sich aufgrund dessen mehrere Ziele. Im Spezifischen hat sie am 29.04.2021 ein Klimaschutzgesetz mit folgendem beschlossen, wie das Umweltbundesamt veröffentlichte (*Die Treibhausgase 2020*):

- Bis 2045: Treibhausgasneutralität
- Bis 2030: 65% weniger Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990
- Bis 2040: 88% weniger Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990
- Nach 2050: mehr Treibhausgasemissionen abbauen als ausstoßen.

Unter Treibhausgasen fasst das Umweltbundesamt folgende Gase zusammen:

Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), und Lachgas (N₂O) sowie die fluorierten Treibhausgase (F-Gase): wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und Schwefelhexafluorid (SF₆). Seit 2015 wird Stickstofftrifluorid (NF₃) zusätzlich einbezogen. (*Die Treibhausgase 2020b*)

Statt der reinen CO₂-Werte umfasst das sogenannte CO₂-Äquivalent, abgekürzt CO₂e, auch die weiteren klimarelevanten Treibhausgase. Als „Global Warming Potential“, kurz GWP, werden innerhalb eines Zeitraumes die verschiedenen

Treibhausgase jeweils auf den CO₂-Wert bezogen (Vgl. Die Treibhausgase 2020b). Wo es möglich ist, soll der CO₂e-Wert bestimmt werden, da dieser bezüglich der ökologischen Nachhaltigkeit aussagekräftiger ist als der CO₂-Wert.

1.2 Forschungsfrage

Treibhausgase müssen demnach reduziert werden. In welchen Bereichen bestehen also Potenziale zur Reduzierung, um damit positiven Einfluss auf die ökologische Nachhaltigkeit zu nehmen?

Bei 99,4% der deutschen Unternehmen handelt es sich um kleine und mittlere Unternehmen, gängig abgekürzt als KMU (Vgl. Rudnicka 2022). Dieser hohe Anteil an der Gesamtheit der deutschen Unternehmen verleiht den KMU die Bezeichnung: „das Rückgrat der deutschen Wirtschaft“ (Lichtblau et al. 2018: 97).

Demnach ist die prozentuale Beteiligung der KMU an den Gesamtemissionen Deutschlands erwartungsgemäß ebenfalls hoch, näheres dazu in folgenden Kapiteln. Es stellt sich die Frage, wie diese kleinen und mittleren Unternehmen ihre Treibhausgasemissionen reduzieren können. Vorgeschlagen wird das Werkzeug der Digitalisierung.

Diese ist bislang noch mäßig ausgeprägt. Der Grad an Digitalisierung von KMU, laut einer Untersuchung der *IW Consult*, beläuft sich 2018 auf 5 von 100 Punkten im Digitalisierungsindex, wobei 0 für keine vorhandene Digitalisierung steht und 100 für ein vollständig digitalisiertes Unternehmen (Vgl. Lichtblau et al. 2018: 107).

Die Digitalisierung ist demnach niedrig, die Emissionen hoch. Nimmt die Digitalisierung Einfluss auf Kriterien der ökologischen Nachhaltigkeit in KMU, insbesondere kleinen Unternehmen?

Eine erste Unterstellung, es ließe sich somit beispielsweise Papier einsparen, unterstützt diese Fragestellung. Gemäß des Umweltbundesamtes liegt der Papierverbrauch pro Kopf in Deutschland bei 243kg pro Person. Damit verbraucht jeder und jede Deutsche deutlich mehr als die berechnete bedarfsgerechte Menge von 40kg. Die Papierproduktion ist zudem sehr energieintensiv. Sie stellt in der Industrie den fünftgrößten Energieverbraucher dar (Vgl. Papier und Druckerzeugnisse 2015). Ein Unternehmen verbraucht zudem der Erwartung nach mehr Papier als eine Privatperson. Ist eine Reduzierung des

Papierverbrauchs eine Chance, kurzfristig Energie zu sparen? Durch die Digitalisierung wird eine Einsparung an Papierverbrauch erwartet.

1.3 Betrachtete Prozesse und Methoden

In dieser Arbeit soll der Einfluss verschiedener Digitalisierungsmaßnahmen anhand von KPIs (Key Performance Indicators) gemessen werden. Dadurch lassen sich Aussagen zum Einfluss der Digitalisierung an der ökologischen Nachhaltigkeit von Unternehmen treffen. Dies benötigt zunächst die Identifizierung der relevanten KPIs.

Diese Arbeit wird in Zusammenarbeit mit der *Funke Baustoffe GmbH* entstehen, einem Groß- und Außenhandel für Baustoffe mit derzeit 10 Angestellten (persönliches Interview mit ppa. Martin Mörbe 2022). Es werden drei Prozesse untersucht, die zum Teil bereits innerhalb der letzten Jahre im Unternehmen digitalisiert wurden oder die verändert werden könnten. Im Folgenden sollen diese drei Prozesse kurz vorgestellt werden.

Beim ersten Prozess handelt es sich nicht direkt um die Transformation von analog zu digital, sondern um eine augenscheinlich kleine Änderung. Betroffen ist die tägliche Browsernutzung. Vermeintlich simpel zu implementieren ist der Wechsel auf eine "grüne" Suchmaschine. „Ecosia“ ist solch eine und stellt sich herkömmlichen Suchmaschinen gegenüber. Klimaneutral und mit hohen Investitionen in nachhaltige Projekte soll sie Nachhaltigkeit in den Alltag integrieren (Vgl. Ecosia - the search engine that plants trees o. D.). Die direkten Auswirkungen dieser Umstellung auf die ökologische Nachhaltigkeit sollen untersucht werden.

Ein zweiter Prozess, der durch Digitalisierung hauptsächlich den Papierverbrauch- und Transportweg betrifft, ist der Rechnungsversand an Geschäftskunden. Zunächst auf freiwilligen Basis ist dieser im kooperierenden Unternehmen nun verpflichtend per E-Mail. Da die Digitalisierung in anderen Unternehmen nicht den gleichen Digitalisierungsgrad aufweisen muss stellt sich die Frage, welche Hürden dabei entstehen können? Wie viel Energie wird durch die Vermittlung eingespart oder mehr verbraucht? Erwies sich die Transformierung des Prozesses als ökologisch nachhaltiger?

Der dritte und letzte untersuchte Prozess ist die Digitalisierung der Packscheine. Es soll eine Möglichkeit gefunden werden, diese nicht mehr drucken zu müssen,

sondern digital teilen und bearbeiten zu können. Welche Vor- und Nachteile sich daraus ergeben, soll nach einer Simulation erkennbar gemacht werden. Es wird eine Software vorgestellt, welche die Aufgabe erfüllen kann.

Untersucht wird der Energieverbrauch und der CO₂-, wenn möglich der CO₂-Äquivalenz-Ausstoß sowie eventuell sich aus den Teilschritten der Prozesse ergebende Indikatoren. Die Emissionen und Verbräuche vor und nach der Digitalisierung können verglichen werden. Daraus lässt sich eine Empfehlung abgeben, welche Variante des Prozesses ökologisch nachhaltiger ist. Eine grundsätzliche Wirtschaftlichkeit soll vorausgesetzt bleiben. Auch die Verhältnismäßigkeit der Anforderungen, die eventuell durch neue Informationstechnik entstehen, finden Beachtung.

Die Ergebnisse können auf ähnliche deutsche Unternehmen projiziert werden. Daraus ergibt sich ein wissenschaftlicher Ansatz, der zeigt, welchen Einfluss die Digitalisierung in größerem Maßstab auf die Umwelt haben kann.

1.4 Thesen

Die folgenden auf die Prozesse bezogenen Thesen sollen in der Untersuchung bestätigt oder widerlegt werden:

- Die Verwendung von „grünen“ Suchmaschinen statt herkömmlicher Suchmaschinen macht bei einem kleinen, bürobasierten Unternehmen keinen Unterschied in Bezug auf dessen Umweltfreundlichkeit, da die Nutzungshäufigkeit zu gering ausfällt und Rechenzentren größerer Unternehmen erwartungsgemäß effizienter arbeiten.
- Die Umstellung des Rechnungsversandes auf eine verpflichtend digitale Übermittlung wirkt sich nicht positiv auf die ökologische Nachhaltigkeit aus, da dem wegfallendem Post- und Papierverkehr ein höherer Strom- und Datenverbrauch gegenübersteht.
- Die Digitalisierung der Packscheine steigert den Energieverbrauch und benötigt in der Anschaffung und Nutzung zu viele Ressourcen, sodass die ökologische Nachhaltigkeit nicht positiv beeinflusst wird.

2 Zusammenhang zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Vorab vereint die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit bereits eines: es sind beides Megatrends, die es in den letzten Jahrzehnten geschafft haben, die uns bekannten Systeme zu verändern (Vgl. Arnold/Fischer 2019: Einleitung). Inwieweit hängen diese beiden Trends miteinander zusammen?

Unter dem Begriff Nachhaltigkeit fassen sich in der Literatur meist drei Dimensionen zusammen. Die ökologische Nachhaltigkeit, die sich als Schutz der Umwelt versteht, die ökonomische Nachhaltigkeit, die sich auf wirtschaftliche Stabilität bezieht und die soziale Nachhaltigkeit, die ihren Fokus auf das Wohlbefinden der Menschen legt. Bekannt ist diese Definition unter der Bezeichnung „Tripple Bottom Line“. Sie wurde 1994 von John Elkington formuliert (Vgl. Elkington, 1998, 18–22). Diese Arbeit legt den Fokus auf die ökologische Nachhaltigkeit, wobei die Relevanz der anderen Dimensionen sowie der Einklang, in welchem sie miteinander stehen, hier Erwähnung finden soll. Es benötigt gesunde Menschen, fortbestehende Ressourcen und bedachtes Wirtschaften, um eine Unternehmung zukunftssicher zu erhalten (Vgl. Ifaa - Institut Für Angewandte Arbeitswissenschaft e.V. 2021). Diese Aussage unterliegt der Unterstellung, eine Unternehmung zielt auf ein längst mögliches Bestehen ab.

Die Digitalisierung beeinflusst zunehmend mehr Bereiche in der Gesellschaft. Die Wertung dieses Wandels fällt dabei unterschiedlich aus. Teils als Chance, teils als Risiko betrachtet gilt die Partizipation am digitalen Wandel inzwischen als Notwendigkeit für den Fortbestand von Unternehmen. Verstanden wird unter dem Begriff „Digitalisierung“ die Transformation analoger Prozesse hin zu digitalen Prozessen, wobei dies durch Informationstechnologie gelingt (Vgl. Jacob 2019: 1,2).

Dem Zusammenspiel von Nachhaltigkeit und Digitalisierung soll Beachtung geschenkt werden. Bezüglich des eingangs erwähnten Ziels der Politik, Deutschland klimaneutral werden zu lassen, wird die Digitalisierung relevant. Auf Grund ihrer Präsenz in der Gesellschaft sollte sie unter Achtung der Nachhaltigkeitsziele überwacht werden und gleichzeitig sollten die positiven Potenziale bezüglich der Nachhaltigkeitsziele ausgeschöpft werden. Digitale Technologien verbrauchen in der Herstellung Ressourcen und Energie. In der

Anwendung werden weitere große Mengen an Energie benötigt (Vgl. WBGU 2019: 4,5). Anschließend fällt die Entsorgung der Umwelt zur Last. Darüber, dass der Energiebedarf steigen wird, sind sich Forschende einig. Darüber wie signifikant der Anstieg sein wird, wird jedoch noch diskutiert. Um die Folgen der Digitalisierung auf die Umwelt beziffern zu können, müssen neben Herstellung, Anwendung und Entsorgung auch digitale Infrastrukturen in die Untersuchungen mit einbezogen werden. Gemeint sind damit hauptsächlich Telekommunikationsnetzwerke und Rechenzentren (Vgl. Bieser et al. 2020: 7). Die Studien, die Bieser et al. in seiner eigenen Kurzstudie untersucht hat, kommen zu dem Ergebnis, dass die weltweiten Rechenzentren 2020 zwischen 200 und 250 Megatonnen THG emittierten. Die gleiche Einschätzung an Höhe der Emissionen trifft auf die Telekommunikationsnetze zu. Die CO₂-Emissionen der Unterhaltungselektronik sind 2020 mit 400 bis 500 Megatonnen in etwa doppelt so hoch bewertet worden. Nur die Informations- und Kommunikationstechnologie übertrifft mit 500 bis 600 Megatonnen CO₂e im Jahr 2020 noch diese Werte. Damit gehen zwischen 1,6% und 3,2% der globalen Treibhausgasemissionen des Jahres 2020 zu Lasten der Informations- und Kommunikationstechnologie (Vgl. Bieser et al. 2020: 23,24). Dass die Technologien Einfluss auf Strukturen in Produktionen oder gesellschaftlichen Konsum haben, kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. Transportemissionen fallen weg, wenn das Geschäftstreffen per Video-Anruf stattfindet und nicht inklusive einer Flugreise vor Ort. Auf der anderen Seite steigt die Zahl der Flugreisen, da Online-Buchungsseiten den Wettbewerb stärken und die Preise verringern (Vgl. Bieser et al., 2020: 28). Herauszufinden, welchen Einfluss solche indirekten Effekte der Digitalisierung auf die Menge an THG-Emissionen haben, ist kompliziert. Je mehr Anwendungen in eine Untersuchung fallen, desto mehr müssen Forschende auf Schätzungen zurückgreifen. Die von Bieser et al. untersuchten Studien kommen trotz dessen zu dem Schluss: „Alle Studien erkennen ein substanzielles THG-Reduktionspotenzial der Digitalisierung.“ (2020: 31).

Das Politikpapier des WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) benennt die Möglichkeit, die Digitalisierung könne als „Brandbeschleuniger“ in Bezug auf den Klimawandel fungieren (2019). Die Effizienzsteigerung, die wir durch die Digitalisierung in den letzten Jahrzehnten erlebt haben, führte zu Überkonsum. Preise sinken und Nachfragen steigen. Daher spricht die Literatur von einem „Rebound-Effekt“ (Vgl. Arnold/Fischer 2019: 3). Die Erwartung, die gestiegene Effizienz würde zu einer

Einsparung an Emissionen führen, wird durch die einhergehende Steigerung der Nachfrage gemindert. Der Rebound-Effekt wird in Prozent angegeben. Bei 100% Rebound-Effekt ist keine Einsparung eingetreten aber es werden auch keine zusätzlichen Emissionen verursacht. Bei mehr als 100% führt die gestiegene Nachfrage dazu, dass ein höherer Ressourcenverbrauch stattfindet als zuvor. Das Eintreten dieses Falles wird als „Backfire-Effekt“ bezeichnet. Ebenfalls unter den Rebound-Effekt fällt, dass durch die gesunkenen Preise den Konsumierenden mehr finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Diese können anderweitig investiert werden und führen wiederum zu neuen Emissionen, die es ohne Digitalisierung nicht gegeben hätte. Neben dem Rebound-Effekt gibt es einen weiteren Effekt, der in seiner Ermittlung nicht weniger komplex scheint. Gemeint ist der Induktions-Effekt. Dabei handelt es sich um Konsum, der erst durch die Existenz von Informations- und Kommunikationstechnologie motiviert wird (Vgl. Bieser et al., 2020: 32,33). Trotz dessen kommt Bieser et al. zu dem Ergebnis, dass Forschende der Digitalisierung das Potenzial zuschreiben, bis zum Jahr 2030 bis zu 37% der Deutschen Treibhausgase einsparen zu können (2020).

Auf Grundlage dieser Annahmen werden im Folgenden Prozesse kleiner Unternehmen im Fokus stehen. Ist es mit Hilfe der Digitalisierung möglich, Prozesse ökologischer zu gestalten? Auf den Ist-Zustand der Unternehmen soll die Digitalisierung als ein Werkzeug wirken, das der Umwelt zugutekommt (Vgl. Bodemann et al. 2022: Vorwort). Die beschriebenen negativen Effekte, wie Energieverbrauch und Emissionen, sollen so weit wie möglich identifiziert werden. Betrachtet werden einzelne Prozesse, da wie vorab beschrieben der Einbezug von zusätzlichen Faktoren die Qualität der Messung negativ beeinträchtigt.

Unternehmen haben unterschiedliche Voraussetzungen zur Implementierung digitaler Prozesse. Bei größeren Unternehmen mit langjähriger Existenz wird sich die Aufgabe der Transformierung zahlreicher und komplexer Prozesse als planungsintensiver aufweisen. Technischer Fortschritt wird hauptsächlich als Möglichkeit gesehen, die Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Ihnen stehen im Gegensatz zu KMU mehr Ressourcen zur Verfügung, in die Digitalisierung zu investieren. Die Annahme liegt nahe, dass die Prozesse in KMU weniger komplex und damit einfacher zu transformieren sind. Weniger zur Verfügung stehende Ressourcen, auch in Form von Know-How, kommen dennoch erschwerend hinzu. In vorteilhafter Position scheinen Startups zu sein. Junge, innovative Unternehmen beginnen bereits mit technischer Weitsicht und mit dem

Bewusstsein für die Relevanz der Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung (Vgl. Bodemann et al. 2022: 33).

2.1 Besonderheit des Prozessmanagements in kleinen Unternehmen

Bei der Digitalisierung kommt es zu einer Transformation von Prozessen. Da sich das Prozessmanagement von kleinen Unternehmen mit dem von großen Unternehmen unterscheidet, soll dieses Thema vorab betrachtet werden.

Unter Prozessen verstehen sich grundsätzlich feste Abläufe in Unternehmen zur Erreichung entsprechender Zielvorgaben. Beispielsweise das Erbringen einer Leistung, die extern von einer Kundin oder einem Kunden abgenommen wird. Aber auch bei internen Leistungen, die keine Kunden tangieren, handelt es sich um Geschäftsprozesse.

Das Prozessmanagement stellt eine Einheit dar, welche die Kontrolle, Dokumentation und Optimierung dieser Geschäftsprozesse zur Aufgabe hat. In großen Unternehmen obliegt diese Aufgabe in der Regel einer eigenen Abteilung, in kleinen Unternehmen fällt dies meist in den Zuständigkeitsbereich der Geschäftsführung. Häufig sind jene Geschäftsführenden ohne Studienabschluss. In Ausbildungen wird dem Thema Prozessmanagement weniger Präsenz zugeschrieben. So kann sich in diesen Unternehmen ein fehlendes Bewusstsein für das Optimierungspotenzial der Geschäftsprozesse durchsetzen. Prozessmanagement kann in vielerlei Hinsicht sinnvoll sein.

Der Trend zur Individualisierung verkompliziert Prozesse, zudem wird immer öfter nach Transparenz in Unternehmen gefordert. Das Vereinfachen von Prozessen durch Präzisierung und Dokumentation macht diese auch für weniger qualifiziertes oder weniger erfahrenes Personal umsetzbar, was in Zeiten von wachsendem Fachkräftemangel Relevanz findet (Vgl. Knothe et al. 2019: 41-43). Vorteil von kleinen Unternehmen sind insbesondere kurze Kommunikationswege. Aufgrund dessen, dass das Managen der Prozesse nur eine Teilaufgabe darstellt, wird sie neben dem Tagesgeschäft schnell als Aufgabe mit geringerer Priorität verstanden. Kommt es doch zur Umsetzung definierten Prozessmanagements stößt dieses des Öfteren auf Widerstand seitens der Arbeitnehmenden, da diese auf Veränderungen und neue Systeme skeptisch reagieren können. Daher wird in der Literatur häufig zu einem Changemanagement geraten, welches über einen längeren Zeitraum und unter

Einbeziehung der Mitarbeitenden arbeitet. Erschwerend zu einem aktiven Prozessmanagement kommt die Notwendigkeit an Informationstechnik, für die das Verständnis fehlen kann (Vgl. Knothe et al. 2019: 44).

Prozessmanagement verdient mit seinem Umfang seine eigene wissenschaftliche Arbeit. An dieser Stelle soll jedoch nicht weiter auf die Theorie dessen eingegangen werden, da auch bei den in späteren Kapiteln analysierten Prozessen bei der *Funke Baustoffe GmbH* nicht die ausführliche strategische Planung sowie Implementierung auf allen Ebenen behandelt werden wird. Des Weiteren liegt das Hauptinteresse dieser Arbeit auf der ökologisch nachhaltigen Transformierung mittels Digitalisierung. In der Realität werden Prozesse erwartungsgemäß aus einem umfassenderen, auch individuellen Blickwinkel betrachtet.

2.2 Ist - Zustand von Digitalisierung in deutschen Unternehmen

Im Kapitel 2.1 wurde beschrieben, dass die Einführung von Informationstechnik in kleinen Unternehmen eine Hemmschwelle aufweisen kann. Sind deutsche Unternehmen der Digitalisierung gegenüber tatsächlich noch so distanziert? Lichtblau et al. stellt diesbezüglich eine Studie der *IW Consult* vor (2018). Diese hat sich im Jahr 2018 dieselbe Frage gestellt und in Zusammenarbeit mit *DATAlovers* und *beDirect* eine Studie durchgeführt, welche nicht nur den Stand der Digitalisierung in Gesellschaft und Wirtschaft analysiert, sondern unter anderem auch den Digitalisierungsgrad von KMU beleuchtet. *DATAlovers* ist ein auf Künstliche Intelligenz spezialisiertes Unternehmen, das seine Kunden bezüglich Marketing und Sales unterstützt (*DATAlovers* o. D.). Bei *beDirect* handelt es sich um ein Unternehmen, dessen Hauptaufgabe die Bestandskundenpflege sowie Neukundengewinnung darstellt (Baeder 2023).

Zunächst ein Blick auf den Faktor Mensch. Die Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen sind es, die die Digitalisierung umsetzen müssen. Sind sie in der Lage dazu? Die Studie hat im Jahr 2017 die digitalen Kompetenzen der Deutschen analysiert. Eine erste Aussage ist, dass die digitalen Fähigkeiten mit zunehmenden Alter abnehmen. Gearbeitet wird mit dem Digitalisierungsindex. Dieser weist eine Zahl x von 100 möglichen Punkten auf, wobei 0 Punkte nicht digitalisiert und 100 Punkte vollständig digitalisiert bedeutet. Der Durchschnittswert der Bevölkerung liegt 2017 bei 47 Punkten. 71 Punkte erhielt

die Altersgruppe 14 bis 29. 66 Punkte bei Menschen bis zum Alter von 50. 51 Punkte bis zum Alter von 65 Jahre und in den späteren Jahrgängen sinkt der Wert auf 28 Punkte. Das fehlende Interesse an digitalen Technologien der älteren Generationen scheint sich im Ausbau dieser zu spiegeln, da Deutschlands Breitbandnetz europaweit nur mittelmäßig ausgebaut ist (Vgl. Lichtblau et al., 2018: 39-41).

Im Rahmen ihrer Möglichkeiten analysierten die Autoren der Studie den Digitalisierungsgrad von Unternehmen. Ihr „Digital Index“ bewertet verschiedene Faktoren. Dazu zählen zum Beispiel die verwendeten Arten an Technologien, wie viel Reichweite die Unternehmen online aufweisen oder wie professionell ihr Social Media Auftritt ist. Durchschnittlich erhalten deutsche Unternehmen einen Wert von 5,1 Punkten, im Vorjahr (2017) waren es noch 4,1 Punkte, wobei zu erwarten ist, dass sich der Wert bis zum Jahr 2022 erhöht hat. Je größer das Unternehmen, desto höher der Digitalisierungsgrad. Betriebe, die bis zu 49 Mitarbeitende beschäftigen erhalten einen Durchschnittswert von 4,8 Punkten, wobei der Median Null beträgt. Unternehmen mit bis zu 249 Mitarbeitenden weisen bereits einen Wert von 16,4 Punkten auf bei einem Median von 14. Große Unternehmen mit 250 und mehr Mitarbeitenden zum Vergleich erhalten 23,9 Punkte und ein Median von 21 Punkten (Vgl. Lichtblau et al. 2018: 52,53). Abbildung 1 fasst die Daten zur besseren Darstellung zusammen.

Digitalisierungsgrad von deutschen Unternehmen 2017

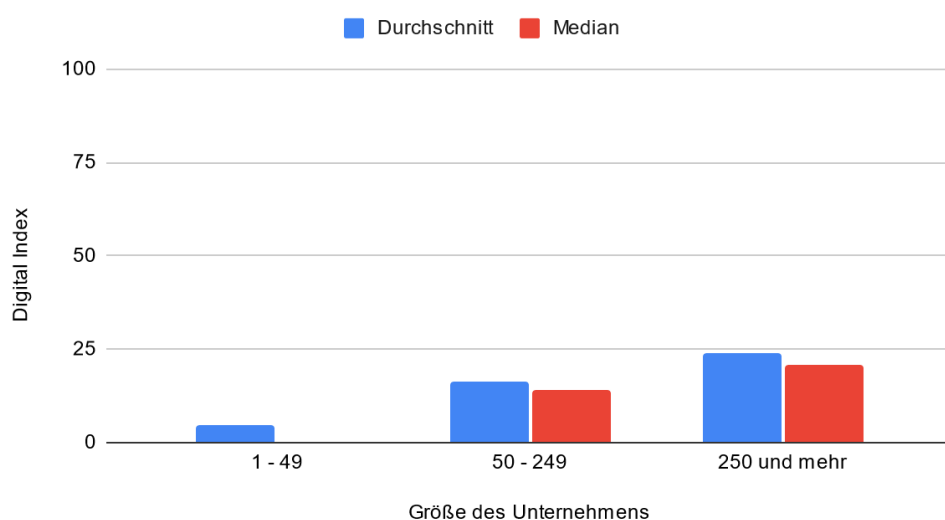


Abbildung 1, Quelle: Lichtblau et al. 2018, eigene Darstellung

Das Digitalisierungspotenzial ist groß und mit jungen sowie zukünftigen Generationen wird gemäß dieser Erkenntnisse womöglich auch der

Implementierung neuer Technologien und Entwicklungen weniger entgegenstehen. Für diese Arbeit ist mit Blick auf die Gegenwart auf angemessene Anforderungen der Technologien an den Arbeitgebenden und Arbeitnehmenden zu achten.

2.3 Ist - Zustand ökologischer Nachhaltigkeit in KMU

KMU zeichnen sich durch einen hohen Bestand an Familiengeführten Unternehmen aus. Dieser Umstand verbindet sie seit jeher mit dem Thema Nachhaltigkeit, bei welchem es im Kern darum geht, zukünftigen Generationen durch den eigenen Konsum der Gegenwart keine Nachteile zu verschaffen. Da diese Unternehmen oft vorzugsweise an die eigenen Kinder weitergegeben werden, kann das nachhaltige Wirtschaften intrinsischer Natur sein. Auch der Wunsch nach einer positiven Reputation ist durch die persönliche Bindung zum Unternehmen erwartungsgemäß hoch, was ebenso nachhaltiges Handeln auf der ökologischen, ökonomischen und sozialen Ebene begünstigt (vgl. Gadatsch et al. 2018: 287,288).

Insbesondere bei der ökologischen Nachhaltigkeit ergeben sich in dessen Management aber häufig Schwierigkeiten.

70,8% der KMU erklären, ökologische Nachhaltigkeit ist für sie relevant. Dieses Erkenntnis erzielte eine Studie aus dem Jahr 2021 nach einer Befragung von 1.535 KMUs aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Trotz dessen, dass fast dreiviertel der KMU das Thema als relevant einstufen, können nur 23,7% der Befragten bestätigen, auch Kennzahlen der ökologischen Nachhaltigkeit eingeführt zu haben (Vgl. Alsdorf et al. 2022: Zusammenfassung).

In Europa sind es um die Jahrtausendwende die KMUs, die für rund die Hälfte der produzierten Abfall- und Umweltverschmutzungen verantwortlich sind, zumindest der vorhandenen Informationen nach. Denn nur sieben der befragten europäischen Länder konnten Angaben zur Umweltbelastung ihrer ansässigen KMUs abgeben (Vgl. CORDIS Forschungsergebnisse der EU 2000). Aktuell schreiben Alsdorf et al. den KMU der DACH-Region (Deutschland, Österreich und Schweiz) eine Beteiligung in Höhe von 60% an den Umweltverschmutzungen der jeweiligen Regionen zu (2022). Es besteht also eine Diskrepanz: trotz dessen die Mehrheit der KMUs ökologische Nachhaltigkeit als wichtiges Thema einstufen, werden nur 23,7% der Unternehmen auch aktiv und können diese messen. Mitunter könnte dies an fehlendem Wissen liegen mit der Thematik umzugehen, oder aber auch an einem gewünschten Grünen

Image, ohne tatsächliche Ambitionen (Vgl. Alsdorf et al., 2022: Diskussion, Limitationen und Ausblick).

2.4 Messbarkeit der Nachhaltigkeit: Ökologisch relevante KPIs in KMU

„Nachhaltigkeit ist in jeder Facette auch ein Datenthema, denn nur was sich messen lässt, können wir auch gezielt managen“ (Microsoft 2022).

Die aufkommende Bedeutung der Nachhaltigkeitsberichterstattung unterstützt die Suche nach geeigneten Methoden zur Messung der Nachhaltigkeit. Grundsätzlich müssen Kennzahlen identifiziert werden, die der gesuchten Thematik gegenüber aussagekräftig sind. Die Diversität an Unternehmen und Umständen macht es jedoch notwendig, individuelle Kennzahlen zu formulieren. Das wiederum erschwert eine Vergleichbarkeit von Unternehmen untereinander oder die Entwicklung einfacherer, klar definierter Methoden.

Die neuen Kennzahlen könnten sich in ein System einfügen, welches ein Unternehmen womöglich bereits anwendet. Beispielsweise die Balanced Scorecard, welche um Nachhaltigkeitsfelder ergänzt wird (Vgl. Gadatsch et al. 2018: 289)

Hilfe kann hierbei die Global Reporting Initiative, kurz GRI, geben. Vergleichbar mit den GoB, den Grundsätzen ordnungsgemäßer Buchhaltung, bezieht sich die GRI auf die Nachhaltigkeitsberichterstattung. Problem dieser Methoden ist, dass sie auf die Durchführung in größeren Unternehmen angepasst sind.

In KMU, insbesondere den kleinen Unternehmen, fehlt es womöglich an (Human-)Ressourcen, um eine umfassende Datenerhebung sowie Berichterstattung durchzuführen (Vgl. ebd.: 290).

23,3% der deutschen KMUs arbeiten bereits mit für die Nachhaltigkeit relevanten KPIs (Vgl. Alsdorf et al., 2022: Ergebnisse). Dass so wenige Daten erhoben werden, liegt an der Schwierigkeit der Bemessung. Neben einfacher erhobenen Daten, wie der Messung des Energieverbrauchs oder Rohstoff- und Materialkosten sind auch die Treibhausgase für die ökologische Nachhaltigkeit relevant. Erstere Indikatoren lassen sich aus den Beschaffungsdaten oder Rechnungen herleiten. Treibhausgase umfassen hingegen weniger leicht zugängliche Kriterien (Vgl. Gonserkewitz et al. 2020). Diese vollständig als KPIs zu bemessen, stellt eine Herausforderung dar, insbesondere, da wie in Kapitel 2.1 beschrieben in KMU diese Aufgabe meist eine Nebentätigkeit darstellt.

Zur Orientierung, welche Themen für ökologische Nachhaltigkeit bedeutsam sind, kann ein Blick auf die Globalen Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen geworfen werden. Die 17 SDG, ausgeschrieben Sustainable Development Goals, welche die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit betreffen, können ein Leitfaden sein (Vgl. Vereinte Nationen 2022). Tangiert eine im Unternehmen entschiedene KPI eins dieser Ziele, kann es sich der nachhaltigen Relevanz sicher sein. Beispiele dazu geben die Unternehmen *CEMEX*, *Iberdrola* und *Telefónica*, die je eine Vielzahl an KPIs aufstellen und diese direkt einem der 17 Ziele zuschreiben, oft mehreren gleichzeitig (Vgl. Global Reporting Initiative/United Nations Global Compact 2020). Das Festlegen der KPIs ist Branchen- und Unternehmensabhängig.

EFFAS, die europäische Föderation von Finanzanalystengesellschaften gibt mit dem Paper „*KPIs for ESG A Guideline for the Integration of ESG into Financial Analysis and Corporate Valuation.*“ einen Leitfaden zur Herleitung von KPIs (2019). Er besagt, dass grundsätzlich nicht nur einzelne KPIs aufgelistet werden sollen, sondern vorab ein jeweiliger Themenbereich festgelegt wird. Diese werden hier als ESG (Environmental Social Governance) bezeichnet. Für diese Arbeit werden die Themenbereiche, die unter „Umwelt“ fallen betrachtet. Das ist zum einen das ESG 1: Energieeffizienz und das ESG 2: THG-Emissionen (Treibhausgas-Emissionen). Im Leitfaden wird ein umfangreicher Einblick in die Art und Weise der Berichterstattung gegeben. Auf Formalien bezüglich der Berichterstattung wird in dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen. Energieeffizienz kann wie folgt definiert werden: „Energieeffizienz beschreibt allgemein das Verhältnis eines bestimmten Nutzens – zum Beispiel die Bereitstellung von Licht oder Wärme – zu dessen Energieeinsatz“ (Was bedeutet „Energieeffizienz“? 2013).

KPIs für die Energieeffizienz können den gesamten Energieverbrauch oder spezifizierten Energieverbrauch bemessen. Unter spezifischem Energieverbrauch lassen sich individuelle Kategorien eintragen, beispielsweise einzelne Prozesse oder der Verbrauch je Mitarbeiter und Mitarbeiterin. Beispiele für KPIs des ESG 2 für die THG-Emissionen sind die gesamten Treibhausgas-Emissionen und ebenfalls spezifizierte THG-Emissionen. Pro Mitarbeitenden, pro Prozess oder pro Umsatz bieten sich hierbei an (Vgl. *KPIs for ESG A Guideline for the Integration of ESG into Financial Analysis and Corporate Valuation.* 2009: 19).

3 Kooperierendes Unternehmen: Die Funke Baustoffe GmbH

Die *Funke Baustoffe* GmbH ist ein Baustoffhandel im Land Brandenburg, nahe Berlin. Gegründet wurde die Firma 1999 von Jens Funke, dem Geschäftsführer. Neben ihm sind vier Mitarbeitende im Büro festangestellt und drei weitere Festangestellte in der Lagerlogistik. Extern beschäftigt ist je eine Person für die (Lohn-)Buchhaltung. Auf ~2500m² vertreibt das Unternehmen Baustoffe und Baufachartikel an Privatkunden und Fachhandwerker (persönliches Interview mit ppa. Martin Mörbe 2022). Das Unternehmen ist daran interessiert, die Digitalisierung weiter auszubauen und fortführend Medienbrüche zu reduzieren (persönliches Interview mit Geschäftsführer Jens Funke 2022).

3.1 Ökologische Nachhaltigkeit bei Funke Baustoffe

Auch die ökologische Nachhaltigkeit hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Im persönlichen Interview mit Jens Funke bewertet er die Relevanz der ökologischen Nachhaltigkeit für das eigene Unternehmen auf einer Skala von 1 bis 10 (1 = niedrig, 10 = hoch) mit 10 Punkten. Die Umstellung des Fuhrparks auf Elektroantriebe sei auf Grundlage der ökologischen Nachhaltigkeit getroffen worden. Die Frage, ob auch beim Einkauf von Büroartikeln und technischen Anschaffungen auf Nachhaltigkeit geachtet werden würde, bejahte er. Kennzahlen für ökologische Kriterien gibt es aktuell keine. Bezüglich der Digitalisierung wurde um eine Einschätzung gebeten, inwieweit er den Schwierigkeitsgrad erwartet, die Mitarbeitenden auf neue digitale Anwendungen einzustellen. Auf einer Skala von 1 bis 10 (1 = niedrig, 10 = hoch) bewertet er diese mit 2 Punkten. Demnach erwartet Herr Funke eine geringe Schwierigkeit in der Einführung neuer digitaler Anwendungen. Die Installation einer Photovoltaikanlage und das Nutzen einer Strom Cloud macht die *Funke Baustoffe* GmbH unabhängig von Fremdstrom (persönliches Interview mit Geschäftsführer Jens Funke 2022). Dass die Firma ihren Strom emissionsarm produziert, soll bei den Untersuchungen nicht entscheidend sein. Im Sinne der Energieeffizienz wird ein Prozess mit weniger Energieaufwand als ökologischer bewertet als jener mit mehr Energieaufwand.

3.2 KPIs für die Funke Baustoffe GmbH

Es werden KPIs vorgeschlagen, welche die ökologische Nachhaltigkeit betreffen. Die KPIs können demnach der Überkategorie „Umwelt“ untergeordnet werden. Die gesuchten KPIs sollen sich auf die untersuchten Prozesse beziehen. Entschieden wurde sich für die folgenden KPIs:

KPI 1: CO₂-Emissionen der Browsernutzung

KPI 2: CO_{2e}-Emissionen des Rechnungsversandes

KPI 3: Energieverbrauch des Rechnungsversandes

KPI 4: CO_{2e}-Emissionen des Prozesses: Packscheine bereitstellen und bearbeiten

KPI 5: Energieverbrauch des Prozesses: Packscheine bereitstellen und bearbeiten

Tangiert werden die SDGs Nummer 13 (Climate Action) und 12 (Responsible consumption and production), was ihre Nachhaltige aber insbesondere ökologische Relevanz bestätigt (Vgl. Global Reporting Initiative/United Nations Global Compact 2020). Für die Berichterstattung kann außerdem die folgende Zuordnung getroffen werden: Die KPIs 1, 2 und 4 stehen in Zusammenhang mit dem ESG 2: Treibhausgasemissionen. Die KPIs 3 und 5 mit dem ESG 1: Energieeffizienz.

4 Prozess 1: Die „grüne“ Suchmaschine

These: Die Verwendung einer „grünen“ Suchmaschine statt einer herkömmlichen macht bei einem kleinen, bürobasierten Unternehmen keinen Unterschied bezogen auf dessen Umweltfreundlichkeit, da unter anderem die Nutzungshäufigkeit zu gering ausfällt und Rechenzentren größerer Unternehmen erwartungsgemäß effizienter arbeiten.

So genannte „grüne“ Suchmaschinen werben damit, der Umwelt positive Beiträge zu leisten. Dabei können verschiedene nachhaltige Konzepte gemeint sein, beispielsweise Spenden in nachhaltige Projekte für Mensch und Natur oder die Verwendung von Ökostrom. Häufig arbeiten diese „grünen“ Suchmaschinen mit den Suchindexen größerer Anbieter wie Google, Yahoo oder Bing (Vgl. Königs et al. 2013: 4.1). Sie geben sich als umweltfreundliche Alternativen zu herkömmlichen Suchmaschinen aus. Allen voran Google, welches einen Marktanteil von 86,6% vorweisen kann (Vgl. Zehendner/Cron 2021: 1). Auch im kooperierenden Unternehmen wird bis dato Google als Hauptsuchmaschine verwendet. Daher findet im Folgenden der Vergleich zwischen Ecosia und Google statt (persönliches Interview mit ppa. Martin Mörbe 2022).

Das zum Mutterkonzern *Alphabet Inc.* gehörende *Google* erklärt, seinen Bedarf an Energien bereits seit 2017 vollständig durch erneuerbare Energien decken zu können. Das inkludiert nicht nur die eigens genutzten Büroräumlichkeiten, sondern auch die verwendeten Datenzentren. Gleichzeitig soll der Energiebedarf auf Grund der guten Effizienz niedriger sein als bei der Konkurrenz (Vgl. Hölzle o. D.). Weitere Informationen lassen sich im „Google Environmental Report“ des Unternehmens finden (2016). Demnach beträgt die Leistung der Rechenzentren 1.12 PUE (Power usage effectiveness), während die Konkurrenz im Durchschnitt einen Wert von 1.7 erreicht. Der PUE bezieht sich auf den Energieverbrauch, der zusätzlich zur eigentlichen Rechenleistung notwendig ist. Beispielsweise zur Kühlung der Informationstechnik. Je näher der Wert bei 1 liegt, desto energieeffizienter ist ein Rechenzentrum.

2,5 Milliarden Dollar stehen bei Google für Investitionen in Projekte mit Bezug zu erneuerbaren Energien zur Verfügung. Des Weiteren ist Google selbst CO₂-neutral. Neben einer Vielzahl an weiteren Argumenten bezüglich des umwelttechnischen und gesellschaftlichen Engagements seitens Google wird erklärt, der Umstieg auf die Google Cloud-basierten Anwendungen würde 65% -

85% an Energie und CO₂ einsparen. Die Google E-Mail-Anwendung soll im Vergleich zu anderen E-Mail-Programmen 98% Treibhausgas-Emissionen einsparen (Vgl. Google Inc. 2016: 9,10,17).

Die Suchmaschine *Ecosia* wirbt mit dem Pflanzen von Bäumen in mehr als 35 Ländern, bewirkt durch getätigte Suchanfragen. In einem detailreichen Finanzbericht werden die Investitionen in nachhaltige Projekte vorgestellt. Die *Ecosia* GmbH ist darüber hinaus als erstes deutsches Unternehmen seit 2014 als B-Corporations zertifiziert (Vgl. *Ecosia - the search engine that plants trees* o. D.). *Ecosia* nutzt den zu *Microsoft Corporation* gehörenden Suchindex der Suchmaschine *Bing* (Vgl. *We protect your privacy* o. D.) und laut Königs et al. die Suchmaske von Yahoo (2013). Insbesondere in Deutschland steigen die Nutzerzahlen der „grünen“ Suchmaschine an. Im Februar betrug der Marktanteil weltweit 0,13%, in Deutschland waren es 1,07% (Vgl. Zehendner/Cron 2021: 1-3). Als derzeit führende „grüne“ Suchmaschine bietet sich *Ecosia* für den Vergleich mit Google an. Die Studie von Zehendner und Cron (2021) wertet zudem die Zufriedenheit der Benutzer und Benutzerinnen mit *Ecosia* aus und kommt zu dem Schluss, dass die Nutzenden mit der Qualität der Suchmaschine überwiegend zufrieden waren. Auch während der Probezeit bei der *Funke Baustoffe* GmbH sind keine Nachteile in der Anwendung im Vergleich zu Google genannt worden (persönliches Interview mit ppa. Martin Mörbe 2022). Neben dem vergleichbaren Nutzen der Suchmaschinen *Ecosia* und Google stellt sich nun die These auf, welche für ein kleines Unternehmen die ökologisch nachhaltigere Alternative darstellt. Da Google sich als CO₂-neutral ausweist und eine überlegene Effizienz ihrer Datenzentren erklärt ist zu hinterfragen, ob *Ecosia* mit dem technischen Know-How des Konzerns mithalten kann.

4.1 Datenerhebung

Zur Erhebung der Daten wurde der Browser *Ecosia* selbst zur Hilfe gezogen, denn dieser zählt die getätigten Suchanfragen eigens mit. Die Suchmaschine ist ohne fortgeschrittene Informatikkenntnisse installier- und als Standardbrowser einsetzbar. Dies ist aus der eigenständigen Installation hervorgegangen und wurde von Prokurist Martin Mörbe bestätigt (persönliches Interview mit ppa. Martin Mörbe 2022). Vor Beginn der Zählung wurden keine Hintergründe zur Datenerhebung genannt, um das Ergebnis nicht zu verfälschen. Gezählt wurden die Suchanfragen zweier Mitarbeitenden im Büro, in der Erhebung genannt Mitarbeiter:in A- und B. Jedem von ihnen steht für die gesamte Arbeitsdauer eines Arbeitstages, acht volle Stunden zuzüglich einer Stunde Pause, ein Desktop-Computer mit Internetanschluss zur Verfügung. Suchanfragen können auch während der Pause getätigt werden.

Anzahl der getätigten Suchanfragen pro Tag (ein Tag = 9 Stunden):

Mitarbeiter:in A	Anzahl Suchanfragen	Mitarbeiter:in B	Anzahl Suchanfragen
Tag 1	37	Tag 1	13
Tag 2	35	Tag 2	14
Tag 3	22	Tag 3	13
Tag 4	15	Tag 4	14
Tag 5	35	Tag 5	17
Tag 6	21	Tag 6	18
Tag 7	8	Tag 7	17
-	-	Tag 8	17
Mittelwert	24,71428571	Mittelwert	15,375

Tabelle 1: Zählung der Suchanfragen, eigene Ermittlung

Mitarbeiter:in A: 24,71; Mitarbeiter:in B: 15,38

Mittelwert: 20,04 pro Person

Bei fünf im Büro Beschäftigten ergibt sich daraus ein Wert von 100,21 Suchanfragen pro Arbeitstag.

4.2 CO₂-Emissionen unter Verwendung der Suchmaschine: Google

Eine Suchanfrage = 0,2g CO₂ (Vgl. Diebel-Fischer, H., Hellmig, L., Tischler, M. 2022: 39).

Durchschnittliche Suchanfragen je Arbeitstag pro Person: 20,04

Suchanfragen des Unternehmens je Arbeitstag (5 Personen): 100,21

Rechnung: $20,04 * 0,2 = 4,008\text{g CO}_2$

$100,21 * 0,2 = 20,04\text{g CO}_2$

Arbeitstage im Bundesland Brandenburg 2022 (ohne Sonn- und Feiertage) : 253

Abzüglich Urlaubstage (mindestwert): - 28

(persönliches Interview mit Geschäftsführer Jens Funke 2022)

Arbeitstage gesamt: 225

Rechnung: $225 * 4,008 = 901,8\text{g CO}_2$ im Jahr pro Person

$225 * 20,04 = 4.509,45\text{g CO}_2$ im Jahr im Unternehmen gesamt

Die Verwendung von Google als Suchmaschine verursacht insgesamt 4.509,45g CO₂ im Geschäftsjahr. Umgerechnet: **~4,509kg CO₂**.

4.3 CO₂-Emissionen unter Verwendung der Suchmaschine: Ecosia

Eine Suchanfrage = 0,7g CO₂ (Fátima: *Wie neutralisiert Ecosia seine CO₂ Emissionen?* 2013)

Suchanfragen je Arbeitstag pro Person: 20,04

Suchanfragen des Unternehmens je Arbeitstag (5 Personen): 100,21

Rechnung: $20,04 * 0,7\text{g} = 14,028\text{g CO}_2$

$100,21 * 0,7\text{g} = 70,147\text{g CO}_2$

Arbeitstage im Bundesland Brandenburg 2022 (ohne Sonn- und Feiertage): 253

Abzüglich Urlaubstage (mindestwert): - 28

(persönliches Interview mit Geschäftsführer Jens Funke 2022)

Arbeitstage gesamt: 225

Rechnung: $225 * 14,028 = 3.156,3\text{g CO}_2$

$225 * 70,147 = 15.783,075\text{g CO}_2$ im Jahr im Unternehmen gesamt

Die Verwendung von Ecosia als Suchmaschine verursacht insgesamt **15.783,075g CO₂** im Geschäftsjahr. Umgerechnet: **~15,783kg CO₂**.

4.4 Auswertung Prozess 1

Nicht mit aufgenommen in die Rechnung sind anderweitige Fehlzeiten, beispielsweise Krankheitstage. Bei den Urlaubstagen wurde sich für 28 Tage entschieden. Die Möglichkeiten der Datenerhebung sind begrenzt. Die tatsächlichen Daten können daher abweichend sein. Die jeweiligen Werte der CO₂-Emissionen pro Suchanfrage entstammen keiner externen Ermittlung, sondern eigenen Aussagen der Unternehmen selbst. Während Ecosia auf der eigenen Website einen Artikel über die Thematik veröffentlicht und die 0,7g CO₂ definiert, ist die Herleitung von 0,2g CO₂ seitens Google weniger transparent.

Unter Annahme korrekter Werte lässt sich die Aussage tätigen, das Umsteigen auf die „grüne“ Suchmaschine Ecosia verursacht jährlich rund 11,273kg CO₂ mehr als unter der Verwendung von Google. Einfluss in die Entscheidung können die ökologischen Projekte nehmen, in die die beiden Unternehmen investieren. Da für eine Bewertung der Projekte zum einen nicht genügend Daten vorliegen und sie zum anderen auch subjektiv ausfallen könnte empfiehlt sich vorerst die Suchmaschine Google. Der explizite Energieverbrauch einer Suchanfrage lässt sich weder von Google noch von Ecosia beziehen und muss daher ausstehend bleiben.

KPI 1: CO₂-Emissionen der Browsernutzung: 4,509kg CO₂ pro Jahr.

Die aufgestellte These kann zum Teil angenommen werden. Mit der ermittelten Nutzungshäufigkeit sollte der Browsernutzung eine ökologische Relevanz zugeschrieben werden. Die Effizienz der Rechenzentren, die ausschlaggebend für die CO₂-Emissionen sind, ist bei einem größeren Unternehmen wie erwartet höher.

5 Prozess 2: Digitaler Rechnungsversand

These: Die Umstellung des Rechnungsversandes auf eine verpflichtend digitale Übermittlung wirkt sich nicht positiv auf die ökologische Nachhaltigkeit aus, da dem wegfallendem Post- und Papierverkehr ein höherer Strom und Datenverbrauch gegenübersteht.

Zunächst wird der Prozess beschrieben, dann werden die Daten erhoben und anschließend die Kennzahlen ermittelt. Die Prozessbeschreibung entsteht in Zusammenarbeit mit Herrn Funke. Aus eigener Tätigkeit im Unternehmen wurde ein Teil des Prozesses von der Autorin selbst durchgeführt und demnach verfasst. Anschließend wurde die Beschreibung Herrn Funke vorgelegt. Die „**fett**“ markierten Wörter wurden von ihm schriftlich ergänzt. So lässt sich ein vollständiges Bild des Prozesses darstellen:

Das Einkaufen bei *Funke Baustoffe* kann mit **oder** ohne Kundenkonto stattfinden. Besteht ein Kundenkonto, kann ausgewählt werden, ob direkt eine Zahlung vor Ort **in bar** oder mit **Kredit-Karte** geschehen soll oder ob per Lieferschein die Zahlung aufgeschoben wird. In letzterem Fall genügt eine Unterschrift auf einem Lieferschein welcher, womöglich kumuliert mit weiteren Lieferscheinen desselben Kunden, zweimal wöchentlich dem Geschäftsführer überreicht wird. Dieser scannt diese und überführt die Lieferscheine anschließend in Rechnungen. Nun müssen die Rechnungen die Rechnungsempfänger erreichen. Bis 2021 geschah dies überwiegend per Post. Wenige Kunden oder Kundinnen haben zu dieser Zeit bereits eine E-Mail-Zustellung auf Anfrage erhalten. Der übliche Ablauf war folgender: die überführte Rechnung wird zweifach ausgedruckt. Ein Exemplar wird abgeheftet und für eine Dauer von 10 Jahren an einem externen Lagerort aufbewahrt. Das andere Exemplar wird in einen Briefumschlag **gesteckt** und von einem Kurierdienst **zugestellt**. Diese zweimal wöchentlich stattfindende Aufgabe bindet den Geschäftsführer **und** einen weiteren Mitarbeitenden mit ein, welcher für das Abheften und Briefe einpacken zuständig ist. Die geschätzte Dauer des Prozesses beträgt zwischen 60 und 120 Minuten, je nach Menge der Lieferscheine. Der Prozess wurde im Jahr 2022 insoweit digitalisiert, dass die Rechnungen ausschließlich per E-Mail an die Rechnungsempfänger und -empfängerinnen versandt werden.

Zur Umstellung des Prozesses wurde ein persönliches Interview mit Jens Funke durchgeführt (2022). Auf die Frage, was die Motivation zur Umstellung war, wurde die Kosteneinsparung und die schnellere Rechnungszustellung genannt. Es gab weder Komplikationen mit den Kunden noch technische Probleme. Bestätigen kann der Geschäftsführer außerdem, dass Kosten in Höhe von 400€ für den wegfallenden Postverkehr reduziert werden konnten. Auch eine Steigerung der Liquidität trat ein, da die Rechnungen schneller zugestellt werden und dementsprechend durchschnittlich schneller bezahlt werden. Es sind im Schnitt 100 Rechnungen, die wöchentlich versendet werden. Das verwendete E-Mail-Programm ist *Thunderbird* (Interview mit Jens Funke, siehe Anhang).

Zu ermitteln ist, wie hoch die CO_{2e}-Emissionen und der Energieverbrauch vor und nach der Digitalisierung waren und nun sind. Führt die Veränderung des Prozesses zu einer Einsparung an Emissionen?

KPI 2: CO_{2e}-Emissionen des Rechnungsversandes

KPI 3: Energieverbrauch des Rechnungsversandes

5.1 Prozessteilschritte

Die beiden Prozesse, vor und nach der Digitalisierung, sind nun in ihre Teilschritte zu gliedern, welche Bezug zur ökologischen Nachhaltigkeit haben könnten.

Es werden für den Prozess **vor** der Digitalisierung Daten bezüglich der CO₂-Emissionen und/oder des Energieverbrauchs der folgenden Schritte ermittelt (wo möglich CO_{2e}-Emissionen):

- Die CO₂-Emissionen des Papiers
- Die CO₂-Emissionen der Briefumschläge
- Die CO₂-Emissionen und Energieverbrauch des Scannens und des Druckers
- Die CO₂-Emissionen des Postverkehrs

Nicht mit einbezogen werden die Emissionen der Entsorgung der gelagerten Rechnungen und die Herstellung der Ordner. Außerdem nicht mit in die Untersuchung fallen die Emissionen der Lagerung der gedruckten Rechnungen.

Es werden für den Prozess **nach** der Digitalisierung Daten bezüglich der CO₂-Emissionen und/oder des Energieverbrauchs der folgenden Schritte ermittelt (wo möglich CO₂e-Emissionen):

- Die CO₂-Emissionen der versendeten E-Mails
- Die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch des Speicherplatzes
- Die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch des Scannens

Die Datenerhebung wird limitiert durch die verwendeten Rechner. Um die Werte vergleichen zu können, soll sich auf wenige, seriöse Rechner beschränkt werden. Darunter fällt insbesondere der Server der *Funke Baustoffe GmbH*. Der verwendete CO₂e-Rechner gibt keine Auskunft diesbezüglich. Die Nutzung des Servers wird jedoch nicht durch den digitalisierten Prozess ausgelöst und ist für den Vergleich daher nicht entscheidend.

5.2 CO₂e-Emissionen und Energieverbrauch vor der Digitalisierung der Rechnungen

Für den Versand per Brief fallen zunächst die Emissionen der Herstellung und des Transportes für Papier und Kuvert an. Nach der elektronischen Bereitstellung der Rechnungsdaten emittiert der Druck der Rechnungen. Anschließend folgt die Versendung, bei der wieder Transportemissionen anfallen.

Für die Emissionen des Papiers wird der Rechner der *KlimAktiv gGmbH* verwendet (o.D.). Im Interview mit Geschäftsführer Jens Funke ergab sich eine geschätzte Menge von 100 Rechnungen pro Woche. Bei ca. 52 Wochen im Jahr ergibt sich daraus eine Gesamtmenge von 5.200 Rechnungen pro Geschäftsjahr. Bei dem Papier für die Rechnungen handelt es sich um 80 g/m² starkes, individuell für die Firma *Funke Baustoffe GmbH* vorgedrucktes Fotokopiepapier. Unbeachtet des Drucks berechnet die *KlimAktiv gGmbH* für diese Menge einen Verbrauch in Höhe von **34,50kg CO₂e** (o.D.).

Das Papier wurde in einem Briefumschlag mit Sichtfenster über den Kurierdienst *Blitzkurier* ausgeliefert, wie Herr Funke im Interview berichtet. Bei diesem handelt es sich um einen regionalen Kurierdienst, bei dem die Briefe persönlich abgeholt werden (Vgl. Blitz-Kurier GmbH 2022). Die CO₂-Emissionen lassen sich für diesen Kurierdienst nicht spezifisch ermitteln. In Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit ähnlichen Unternehmen, den diese Arbeit anregen soll, wird ein allgemeiner Postverkehr unterstellt. 20g CO₂ fallen für einen durchschnittlichen Brief an (Vgl.

Frage des Monats: E-Mail vs. Post 2019). Zu diesem Ergebnis kommen die *Regionalen Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien*, welche vom Rat für Nachhaltigkeit koordiniert werden und Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu Nachhaltigkeitsthemen beraten. (Vgl. Über uns - RENN: Regionale Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien o. D.). Explizite Daten zum Kuvert lassen sich nicht aus den Rechnern beziehen. Die Datenerhebung ergab 5.200 Rechnungen im Jahr. Diesen Wert multipliziert mit 20g ergibt 104.000g CO₂ pro Geschäftsjahr. In Kilogramm umgerechnet sind dies: **104kg CO₂**.

Es lässt sich kein CO₂-Äquivalenzwert ermitteln. Demnach sind die Werte abschließend differenziert zu betrachten. Der Desktop-Computer wird für 0,43 Stunden pro Tag berechnet und 6 Jahre Nutzungszeitraum angesetzt. **68kg CO₂e** verursacht dieser pro Jahr. Die 0,43 ergibt sich aus dem Aspekt, dass der Prozess nur an zwei Tagen der Woche stattfindet. Der Eintrag in den Rechner ist beschränkt auf eine tägliche Auskunft. Drei Stunden wöchentlich (Mittelwert 90 Minuten an je zwei Tagen) ergibt 0,43 Stunden pro Tag.

Der Stromverbrauch besagten Computers beträgt **22kW/h** (Gröger o.D.).

Die Lieferscheine müssen gescannt werden. Die Dauer des Prozesses wurde auf 60 bis 120 Minuten geschätzt, für die Eintragung in den Rechner wird wieder der Mittelwert in Höhe von 90 Minuten gewählt. Für das Scannen der Lieferscheine wird ein Drucker mit einer Nutzungsdauer von 6 Jahren eingetragen. Wieder greift die tägliche Nutzungsdauer von 0,43 Stunden. Die CO₂e-Emissionen des Scannens der Lieferscheine liegen bei insgesamt **46kg** pro Jahr, wobei 11kg CO₂e bereits für die Herstellung des Druckers anfallen und 35kg CO₂e für die Nutzung.

Der Stromverbrauch für das Scannen liegt bei **75kW/h** pro Jahr (Gröger o. D.). Die Herleitung der Ergebnisse des Rechners beschreibt Gröger in seinem Bericht (2020).

5.3 CO₂e-Emissionen und Energieverbrauch nach der Digitalisierung der Rechnungen

Die CO₂-Emissionen einer E-Mail lassen sich aus keinem bekannten carbon footprint Rechner beziehen. Stattdessen wird auf die Ergebnisse des englischen Forschers Mike Berners-Lee zurückgegriffen. In seinem Buch *How Bad Are Bananas?: The carbon footprint of everything* definiert er den CO₂-Verbrauch verschiedenster Erzeugnisse (2020). So auch den CO₂e-Verbrauch einer E-Mail.

Er differenziert dabei zwischen der Art und Größe der elektronischen Post. Eine Spam-E-Mail verbraucht im Schnitt 0,03g CO_{2e}, eine kurze E-Mail 0,3g CO_{2e} und eine längere E-Mail mit etwa 3 Minuten Lesezeit bis zu 17g CO_{2e}. Auch wird unterschieden in die Art der Sender- und Empfängergeräte, sowie ob der Eingang über mobiles Internet oder WLAN erfolgt. Der exakte Verbrauch einer E-Mail mit einer Rechnung im Anhang als PDF-Datei lässt sich demnach nicht einfach bestimmen, da auch Rechnungen unterschiedlich groß sein können und unbekannt ist, wie und womit die Rechnungsempfänger- und empfängerinnen ihre E-Mails öffnen. Stattdessen wird sich im Folgenden auf einen Durchschnittswert für E-Mail-Versand berufen. Dieser wird auf 4g CO_{2e} pro E-Mail festgelegt. Die Datenerhebung ergab 100 Rechnungen pro Woche. Wie im Kapitel zuvor wird dies mit 52 Wochen multipliziert. 5.200 E-Mails im Jahr mit je 4g CO_{2e} verursachen 20.800g CO_{2e}. Umgerechnet: **20,8kg CO_{2e}**.

Der Energieverbrauch und CO_{2e} Verbrauch einer E-Mail wird seitens *Thunderbird*, welches von der Firma *Funke Baustoffe* verwendet wird, nicht veröffentlicht. Daher wird der Energieverbrauch, der beim Absenden einer E-Mail entsteht, nicht in die Untersuchung miteinfließen (persönliches Interview mit Jens Funke 2022).

Außerdem nicht mit einbezogen ist die Möglichkeit, dass Empfängerinnen und Empfänger die E-Mail nach dem Eingang ausdrucken oder anderweitig weiterleiten. Bei dem Digitalisierungsgrad der kleinen Unternehmen, der wie zuvor beschrieben vorherrschend niedrig ausfällt, ist von dem Eintreten dieses Falles auszugehen. Von einer Befragung der Kundinnen und Kunden, ob sie an dieser Stelle einen Medienbruch in den eigenen Betriebsvorgängen durchführen, ist im Umfang dieser Arbeit abzusehen. Zur Speicherung wird kein Online-Storage verwendet, sondern die Daten werden auf dem Server des Unternehmens abgelegt. Die Belege, die 10 Jahre gespeichert werden, nehmen auf dem entsprechenden Laufwerk 17,1 GB Speicherplatz ein. Würde die Speicherung online stattfinden ergebe dies einen Verbrauch von 2kg CO_{2e} und 5 kW/h pro Jahr (Gröger o. D.).

Abschließend wird wieder der Scanner und der Desktop-Computer in die Rechnung miteinbezogen. Es kann in der Rechnung nicht differenziert werden, ob Unterschiede in der Nutzung der Druckfunktion und der Scanfunktion bestehen. Wie zuvor beträgt die tägliche Nutzungsdauer beider Geräte 0,43 Stunden. Die Geräte sind für die Rechnung auf 6 Jahre Nutzung ausgelegt. Die CO_{2e}-Emissionen des Scannens der Lieferscheine liegen wieder bei insgesamt **46kg** pro Jahr. Der Stromverbrauch liegt bei **75kW/h** pro Jahr.

Die Nutzungsdauer des Desktop-Computers ist ebenso für 0,43 Stunden tägliche Nutzungsdauer und 6 Jahre Nutzungszeitraum angesetzt. Pro Jahr ergibt sich ein Verbrauch von **68kg CO₂e**. Der Stromverbrauch beträgt **22kW/h** (Gröger o.D.).

5.4 Auswertung Prozess 2

Die Werte liegen nun vor und können addiert werden, um den jährlichen Verbrauch aufzuzeigen und zu vergleichen.

Der Prozess **vor** der Digitalisierung verursacht 34,50kg CO₂e für das Papier, 68kg CO₂e für den Desktop-Computer und 104kg CO₂ für den Postweg. 46kg CO₂e entstehen durch das Scannen.

Insgesamt sind dies **148,5kg CO₂e** und **104kg CO₂**.

Der gesamte jährliche Stromverbrauch des Prozesses lässt sich nur für die im Unternehmen anfallenden Prozessschritte einbeziehen. Der jährliche Strombedarf des Scanners beträgt 75kW/h und der des Desktop-Computer bei 22kW/h. Demnach **insgesamt 97kW/h** im Jahr.

Der Prozess **nach** der Digitalisierung verursacht 46kg CO₂e durch das Scannen und 20,8kg CO₂e für den E-Mail-Versand. Der Desktop-Computer ergänzt die Emissionen um 68kg CO₂e.

Insgesamte CO₂e-Emissionen für den Prozess der Rechnungsversendung per E-Mail: **134,8kg CO₂e** pro Jahr.

Der Jahresenergieverbrauch ergibt sich aus den im Unternehmen anfallenden Strombedarf des Scanners mit 75kW/h und des Desktop-Computer mit 22kW/h.

Insgesamt: 97kW/h pro Jahr.

Auch, wenn die Daten zum Teil nicht vollständig sind, lassen sie einen Vergleich der Prozesse zu. Der Strombedarf ist gleichwertig. Mindernd auf den Prozess nach der Digitalisierung wirkt erwartungsgemäß die Nichtverwendung der Druckerfunktion. Die gesamten CO₂e-Emissionen und CO₂-Emissionen sind beim Prozess vor der Digitalisierung höher als nach der Umstellung auf Versand per E-Mail. Da sich für den Postverkehr kein CO₂-Äquivalent angeben lässt, kann unterstellt werden, dieser Wert läge unter Miteinbezug weiterer Treibhausgase höher. Die CO₂-Emissionen wurden mit Hilfe der Digitalisierung in etwa halbiert. Für diesen Prozess lässt sich die Forschungsfrage insoweit beantworten, dass

die Digitalisierung einen positiven Einfluss auf die ökologische Nachhaltigkeit von kleinen Unternehmen aufweist.

Die neuen Kennzahlen für den Prozess des Rechnungsversandes unter der Kategorien Umwelt und Energieeffizienz lauten:

KPI 2: CO₂e-Emissionen des Rechnungsversandes: 134,8kg CO₂e

KPI 3: Energieverbrauch des Rechnungsversandes: 97kW/h pro Jahr

Die eingangs aufgestellte These kann widerlegt werden. Der Post- und Papierverkehr übertrifft mit seinen Emissionen die des E-Mail-Verkehrs. Auch der Stromverbrauch steigt durch die Transformation des Prozesses nicht an. Die Digitalisierung dieses Prozesses betrifft die ökologische Nachhaltigkeit positiv.

6 Prozess 3: Digitale Packscheine

These: Die Digitalisierung der Packscheine steigert den Energieverbrauch und benötigt in der Anschaffung und Nutzung zu viele Ressourcen, sodass die ökologische Nachhaltigkeit nicht positiv beeinflusst wird.

Der dritte zu betrachtende Prozess betrifft die Kommunikation zwischen Vertrieb und Lagerlogistik, sowie die Organisation innerhalb letzterer. Die Prozessbeschreibung basiert auf der eigenen Erfahrung der Autorin sowie auf Absprache mit Prokurist Martin Mörbe. Ein BPMN (Business Process Model and Notation) zeigt den Prozessablauf im Modell. Dieses wurde eigens erstellt und ppa. Martin Mörbe präsentiert und von diesem als zutreffend bestätigt. Das nachfolgende Modell wurde mit *Camunda* erstellt (Camunda 2022).

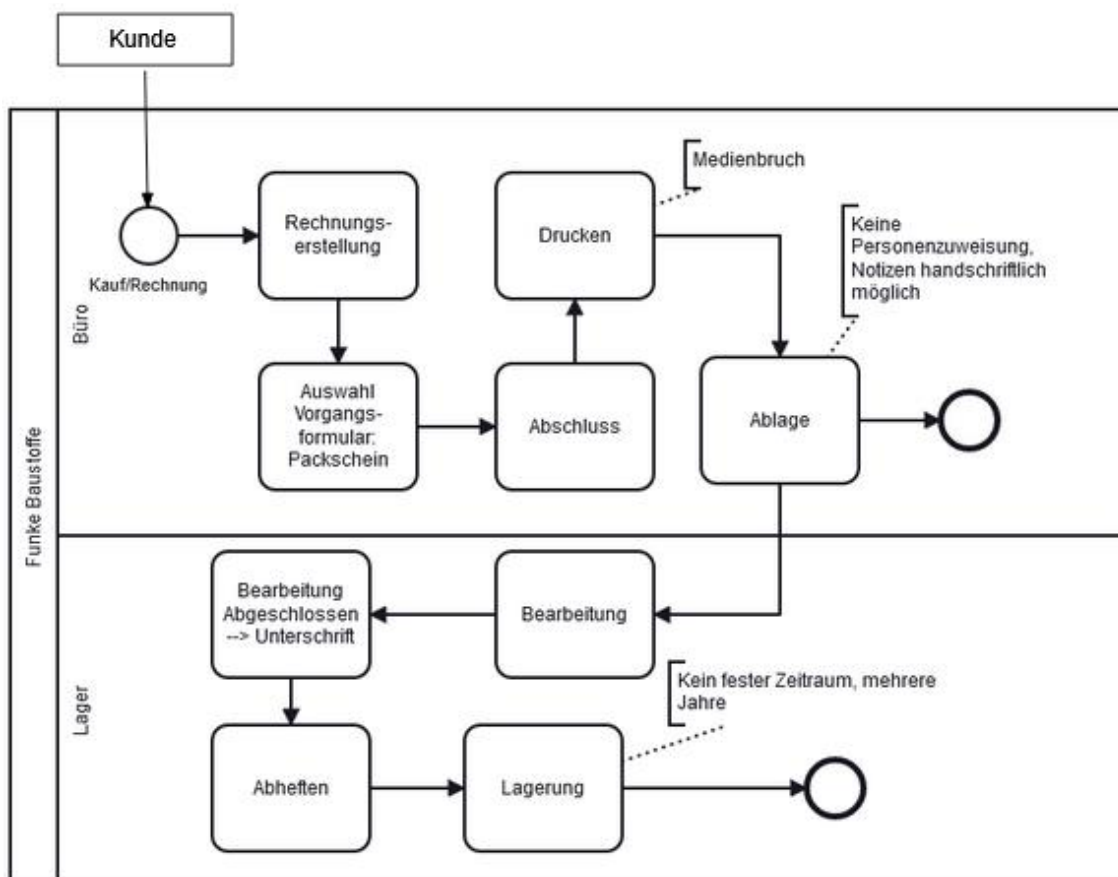


Abbildung 2: BPMN Modell gedruckter Packscheine, Absprache mit ppa. Martin Mörbe

Beschrieben lautet der Prozessablauf wie folgt:

Das Büro, in dem der Vertrieb ansässig ist, grenzt direkt an den Lagerbereich an. Schließt der Vertrieb einen vom Kunden initiierten Kauf ab, erhält der Kunde oder die Kundin die Ware nach Bezahlvorgang oder Unterschrift auf einem Lieferschein vom Lagerpersonal. Je nach Art des Kaufabschlusses wird ein Packschein benötigt. Dieser wird zusammen mit der Rechnung oder des Lieferscheins ausgedruckt. Dafür wird, nachdem die Rechnung abgeschlossen und aufgerufen wurde, die Formatvorlage „Packschein“ ausgewählt. Das Papierformat ist A4 bei herkömmlichem 80g Fotokopierpapier. Der Packschein wird im Büro auf einer Ablage abgelegt und kann anschließend vom Lagerpersonal eingesehen und mitgenommen werden. Mit Hilfe dieses Packscheins kann das Lagerpersonal Aufträge vorbereiten, sodass diese zu einem späteren Zeitpunkt zeiteffizient ausgegeben werden können. Nach der Bearbeitung des Packscheins setzt der verantwortliche Mitarbeitende seine Unterschrift auf diesen und heftet ihn in einem Ordner ab. Die Ordner werden auf unbestimmten Zeitraum in der Halle des Baustoffhandels gelagert. Hauptsächlich eingesetzt wird der Packschein im Falle einer Anlieferung mit einem der beiden LKWs. Da in der Regel mehrere Lieferungen an einem Tag erfolgen, muss die Ware womöglich händisch gepackt und bereitgestellt werden, ehe der LKW beladen wird.

Zunächst gilt es herauszufinden, wie viele Packscheine die *Funke Baustoffe GmbH* verbraucht. Dafür wurde der Tourenplan untersucht. Da Packscheine hauptsächlich die Touren mit per LKW tangieren, lässt sich über den Tourenplan der Bedarf an Packscheinen abschätzen. Die Eintragungen im Tourenplan enthalten Menge und Bezeichnung der Ware. Es lässt sich demnach nachvollziehen, ob es für die entsprechende Fahrt vorab einen Packschein gegeben hat oder nicht. Zum Verständnis folgendes Beispiel: am 02.11.2022 ist eine Tour geplant. In der Beschreibung heißt es: 30m² Rechteckpflaster. Daraus lässt sich wiederum ziehen, dass vier Paletten für die Beladung des LKWs abgepackt und bereitgestellt werden mussten. Es wird einen Packschein gegeben haben. Ein anderes Beispiel für eine geplante Tour, für die es aber keine Notwendigkeit für einen Packschein gibt, ist die Lieferung von Schüttgut. Da hier die Beladung zwangsläufig erst direkt vor der Beladung erfolgen kann, wird kein Packschein benötigt.

Nach der Einsicht des Tourenplans und der Zählung der benötigten Packscheine für Lieferungen ergibt sich folgende Tabelle:

Monat	Anzahl
Januar	16
Februar	26
März	58
April	44
Mai	68
Juni	52
Juli	44
August	55
September	55
Oktober	44
November 01.11.2022 - 29.11.2022	30
Summe	492
Mittelwert	44,72727273

Tabelle 2: Anzahl der Lieferungen mit Packschein, eigene Ermittlung

Jeden Monat werden demnach durchschnittlich 44,73 Packscheine benötigt. Jährlich ergibt sich daraus eine Anzahl von 536,73 Packscheinen.

Gesucht werden die folgenden Daten **vor** der Digitalisierung:

- Die CO₂e-Emissionen und der Stromverbrauch der Computernutzung
- Die CO₂e-Emissionen des Papiers
- Die CO₂e-Emissionen und der Stromverbrauch des Druckers

Sowie die folgenden Daten **nach** der Digitalisierung

- Die CO₂e-Emissionen und der Stromverbrauch der Computernutzung
- Die CO₂e-Emissionen und der Stromverbrauch des Tablets
- Die CO₂e-Emissionen und der Stromverbrauch des Routers

Die Datenerhebung wird limitiert durch die verwendeten Rechner. Um die Werte zuverlässig vergleichen zu können, wird sich auf wenige Quellen beschränkt. Näheres zu womöglich fehlenden Werten kann in Zusammenhang mit der jeweiligen Untersuchung erwähnt werden.

6.1 CO₂e-Emissionen und Energieverbrauch gedruckter Packscheine

Zur Berechnung wird, wie beim Prozess zuvor der CO₂-Rechner von Gröger verwendet (o.D.). Dieser Rechner bezieht sich auf den digitalen Fußabdruck, den Informationstechnologie verursacht. Gemäß diesen Rechners ergibt sich der Detaillierungsgrad der Untersuchung. Zusätzlich wird noch ein anderer Rechner verwendet, der sich auf Papier-Emissionen bezieht. Für gleichwertige Ergebnisse wird kein weiterer Rechner hinzugeführt. Das führt dazu, dass Teile des Prozesses nicht betrachtet werden. Diese sind nach eigener Einschätzung aber nicht gewichtig und verfälschen das Ergebnis nicht. Ein Beispiel ist der Kugelschreiber, der in der analogen Variante verwendet wird, um eine Signatur oder Ergänzung auf dem Papier zu hinterlassen. Dieser wird in der Untersuchung nicht weiter erwähnt.

Spezifizieren lässt sich die Nutzungsdauer in Jahren und die tägliche Nutzungsdauer. Für den nicht digitalisierten Prozess der Packscheine werden folgende Produkte und Services in den Rechner eingetragen: die Desktop-Computer, die im Büro Anwendung finden. Diese sind den gesamten Arbeitstag über in Betrieb. Nicht die gesamte Zeit über werden Packscheine erstellt, sie müssen aber jederzeit bereitstehen und sind daher mit ihrer vollen aktiven Zeit von 8,57 Stunden mit einbezogen. Die wöchentliche Betriebszeit beträgt 60 Stunden, sodass von der täglichen Nutzungsdauer bei der Eingabe in den Rechner die geschlossenen Sonntage und die verkürzte Öffnungszeit an Samstagen berücksichtigt wurden (Funke Baustoffe o. D.). Mit einbezogen werden nur die drei Desktop-Computer aus dem Verkaufsraum, da hier der überwiegende Anteil an Packscheinerstellungen erwartet wird.

Unter Betrachtung der täglichen Nutzungsdauer verursachen die Desktop-Computer **355kg CO₂e** pro Jahr, wobei 174kg CO₂e davon für die Herstellung der Geräte anfallen und 181kg CO₂e für die Nutzung. Die Nutzungsdauer der Desktop-Computer wurde auf 6 Jahre festgelegt.

Vom Computer wird der Packschein an den Drucker weitergeleitet. Dieser wird mit der gleichen täglichen Nutzungszeit wie der Desktop-Computer berechnet. 6 Jahre Nutzungsdauer und eine Nutzungszeit von 8,57 Stunden täglich. Die Gründe gleichen denen der Desktop-Computer. Aus diesen Werten ergibt sich ein CO₂e-Verbrauch in Höhe von **86kg** pro Jahr.

Im nächsten Schritt wird das Papier untersucht. Aus der Datenerhebung von Kapitel 3.4 ergibt sich eine Menge von 536 Packscheinen pro Jahr. Der

verwendete Rechner der *KlimAktiv g*GmbH bestimmt wie der Rechner zuvor das CO₂-Äquivalent (o.D.). Für eine Menge von 536 A4 Blättern mit je 80g/m² fallen CO₂e-Emissionen in Höhe von **3,55kg** an.

Insgesamt ergibt sich aus diesen Werten ein Verbrauch von **444,5kg CO₂e** pro Jahr. Prozessbestandteile mit erwartungsgemäß sehr niedrigen Emissionen und schwer nachvollziehbarer Verwendung wie verwendeter Kugelschreiber, Textmarker etc. werden in der Rechnung nicht berücksichtigt.

Die folgende Abbildung 3 stellt die ermittelten Daten grafisch dar.

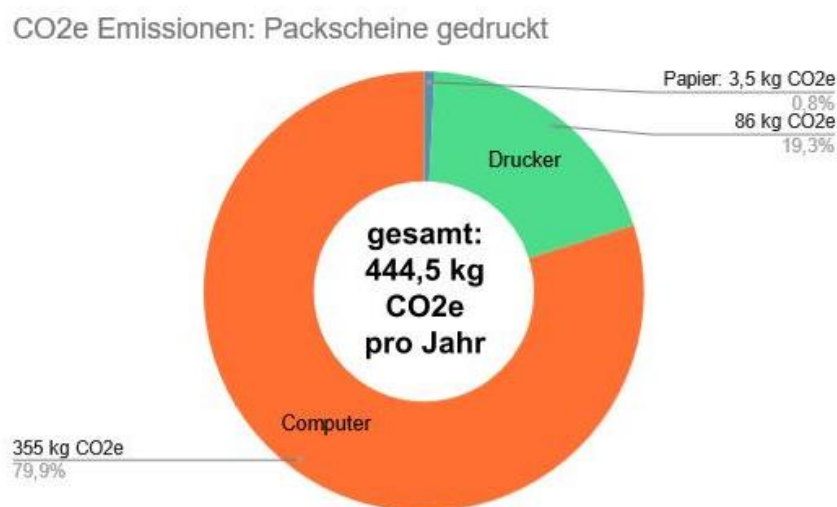


Abbildung 3: CO₂e-Emissionen gedruckter Packscheine, eigene Ermittlung

Des Weiteren lässt sich der direkte Energieverbrauch der verwendeten Geräte ermitteln. Hierzu wird wieder der Rechner von Gröger (o.D.) verwendet. Die angegebenen Daten zur Nutzungszeit entsprechen denen der vorherigen Rechnung. Es ergibt sich ein Verbrauch von 386kW/h pro Jahr für die Desktop-Computer. Der Drucker hat einen Verbrauch von 160kW/h pro Jahr. **Insgesamt** werden für den aktuellen Prozess des Packscheindruckens **546kW/h** benötigt. Aufgrund dessen, dass die *Funke Baustoffe GmbH* ihren Strom von einer eigenen Photovoltaik Anlagen bezieht, fällt der Stromverbrauch aus ökologischer Sicht erwartungsgemäß weniger ins Gewicht. Trotz dessen ist die Energieeffizienz ein Ziel der Nachhaltigkeit und kann so besser eingeschätzt werden. Auch in der späteren Hochrechnung die Herkunft des Stromes nicht einbezogen. In Abbildung 4 ist der Energieverbrauch der beiden Geräte dargestellt.

Energieverbrauch digitaler Packscheine

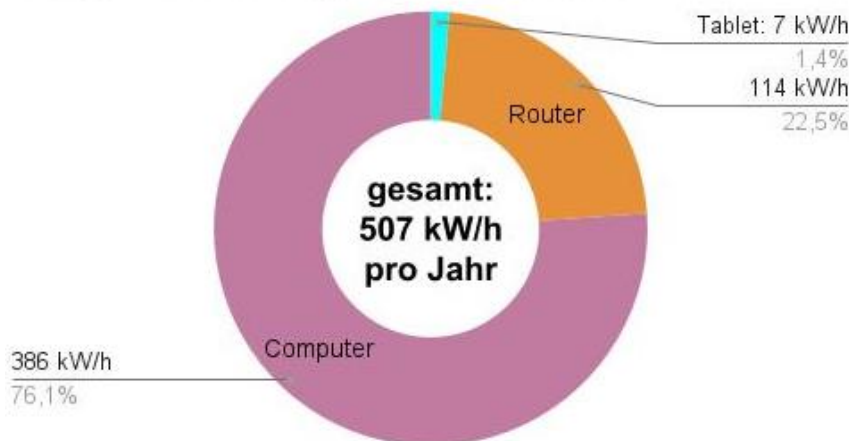


Abbildung 4: Energieverbrauch gedruckter Packscheine, eigene Ermittlung

6.2 Digitalisierte Packscheine: Anforderungen an das Programm

Dieser Prozess soll nun digitalisiert und die ökologischen Konsequenzen ermittelt werden. Ein Programm zur Umsetzung soll vorgeschlagen werden und eine eventuell benötigte Investition an Hardware mit einbezogen werden.

Eine Simulation des digitalisierten Prozesses soll Aufschluss über die Änderungen in der Arbeitsweise geben.

Das Programm soll die Kommunikation und Organisation zwischen Vertrieb und Lagerlogistik unterstützen. Ein am Computer erstellter Packschein soll in das Programm abgelegt und von der Lagerlogistik auf einem portablen elektronischen Gerät, beispielsweise ein Tablet, bearbeitet werden können. Dafür benötigt es eine Schnittstelle zwischen der Warenwirtschaft von *Funke Baustoffe* und der Anwendung. Mehrere Personen müssen auf die Dateien Zugriff haben und Einblick in den Bearbeitungsstand haben können. Kategorien wie „offen“, „in Arbeit“ und „erledigt“ bieten sich für den Bearbeitungsverlauf an. Die Möglichkeit, über einen Touchscreen eine Unterschrift auf einen Packschein zu geben, ist nicht zwangsweise notwendig, wäre jedoch sinnvoll. So kann ohne Risiko nachvollzogen werden, wer vom Lagerpersonal für die Bearbeitung zuständig war. Des Weiteren soll die Anwendung und das Gerät unkompliziert zu bedienen sein und in der Sprache ‚Deutsch‘ arbeiten. Da für diesen Prozess außerhalb der Büroräume Internet benötigt wird, wird ein weiterer Router in der

Simulation mit einkalkuliert. Es wird außerdem nach einer möglichst kostengünstigen Alternative gesucht.

6.3 Lösungsvorschlag: MeisterTask

Die Suche nach einer geeigneten Software stellte sich als schwieriger heraus als zu Beginn der Untersuchung angenommen. Eine Lösung, die den Anforderungen gänzlich gerecht wird, kann nicht präsentiert werden. Stattdessen wird eine Software vorgestellt, die sich auf Projektmanagement versteht. Sie erfüllt die grundlegenden Anforderungen der Aufgabenstellung. Es handelt sich dabei um das in Deutschland ansässige *MeisterTask*. Die Basis-Version der Software steht kostenlos zur Verfügung und ist in der Sprache Deutsch erhältlich (Vgl. MeisterLabs o. D.a). Sie ist für den zu untersuchenden Fall ausreichend. Des Weiteren steht die Anwendung auch zum Download im iOS Appstore sowie im Android Playstore zur Verfügung. *MeisterTask* beschreibt sich als intuitive, agile und sichere Task Management Software. Sie ist DSGVO konform, iOS 27001 und Trusted Cloud zertifiziert und agiert weltweit. Projekte werden als Kanban dargestellt. Dabei handelt es sich um eine aus Japan stammende Art der Darstellung, bei der die Aufgaben als Kästen dargestellt werden und in individuellen Spalten verschoben werden können. Diese Spalten zeigen beispielsweise den Fortschritt innerhalb des Prozesses (Vgl. MeisterLabs o. D.b). Dies kann überführt werden in die Arbeit mit den Packscheinen. Es werden drei Spalten benötigt: „offen“, „in Arbeit“ und „erledigt“. Mit *MeisterTask* lassen sich komplexe Projekte visualisieren und strukturieren, in Abhängigkeit des gewählten Abos. Das kostenlose Basic Abo bietet folgende für die Untersuchung relevante Funktionen an: die Arbeit an 3 Projekten zeitgleich, wobei die Anzahl an Projektmitgliedern unbegrenzt ist. 20 MB Dateianhänge, mobile App und E-Mail-Support (Vgl. MeisterLabs o. D.a). Die E-Mail-Support Funktion wird sich als entscheidend erweisen.

Der Ablauf des Prozesses der Packscheinbearbeitung kann unter Anwendung von MeisterTask wie folgt aussehen:

Zunächst wird die Software auf den mobilen Geräten des Lagerpersonals installiert. Vorgeschlagen wird ein Tablet mit Betriebssystem Android 5 und jünger oder iOS 14 und jünger. Alternativ genüge auch ein Smartphone mit demselben Betriebssystemen. Die gewünschte Größe der Darstellung ist entscheidend. Die Mitarbeitenden im Büro an Desktop-Computern können sich wahlweise online bei MeisterTask registrieren und einloggen oder ebenfalls die

Software downloaden. Möglich ist dies mit Geräten mit den Betriebssystemen Windows 7 und jünger und Mac OS X Mavericks 10.9 und jünger (Vgl. MeisterTask 2022). Ist jemand bei MeisterTask registriert, wird zuerst auf eine Startseite verleitet. Hier werden Benachrichtigungen angezeigt. Nun kann eine Person ein Projekt erstellen. Dieses wird benannt mit, in diesem Fall, „Packscheine“. Es kann zusätzlich eine Beschreibung des Projektes eingetragen werden. Das Hinzufügen von weiteren Mitgliedern gelingt über eine Leiste auf der rechten Seite (getestet über Windows 10 Pro). Benötigt wird die E-Mail-Adresse oder der Benutzername. Aufgaben können vom Ersteller des Projektes individuell Personen zugewiesen werden. Die Spalten können nach Bedarf farblich angepasst werden. Aufgaben können nun manuell in die Spalten eingetragen werden. Nun wird die E-Mail-Funktion relevant. Sie bildet die Schnittstelle zur Warenwirtschaft. In einer Spalte, in diesem Fall der Spalte „Offen“, lassen sich Einträge per E-Mail einfügen. Dafür findet sich im Tabellenkopf der Spalte unter „Automationen“ eine E-Mail-Adresse. Diese kann als Kontakt im E-Mail-Programm hinterlegt werden (MeisterLabs o. D.b). *Funke Baustoffe* nutzt das Warenwirtschaftssystem Sage50 (persönliches Interview mit Geschäftsführer Jens Funke 2022). Dieses lässt das direkte Verschicken von Vorgängen aus dem Warenwirtschaftssystem zu. Benötigt wird Internetzugang und ein SMTP-Server (Simple Mail Transfer Protocol). Ob der von Sage bereitgestellte E-Mail-Client genutzt werden soll oder ein externer Client ist ebenfalls optional. *Funke Baustoffe* verwendet, wie aus dem persönlichen Interview mit Geschäftsführer Jens Funke hervorging, den Client *Thunderbird*. Der Vorgang, also der Packschein, wird in Sage abgeschlossen und gelangt in die Druckansicht. Aus dieser wird in der Vorgangsliste „Mailen...“ angeboten („Sage 50@“, o. D.: 80-82). Dieses wird ausgewählt und die E-Mail-Adresse für die Spalte „Offen“ in *MeisterTask* eingetragen. Es öffnet sich, sofern gewünscht, der E-Mail-Entwurf im E-Mail-Client. Hier können bei Bedarf noch zusätzliche Informationen eingetragen werden. Anschließend wird die E-Mail mit dem Packschein als PDF im Anhang versendet. Einer eigenen Messung nach erscheint die neue Aufgabe in der Spalte „Offen“ bei *MeisterTask* nach 2 Minuten und 25 Sekunden. Die PDF-Datei befindet sich jedoch nur im Anhang der Aufgabe. Nach dem Öffnen der Aufgabe kann dieser Anhang geöffnet werden und der Packschein erscheint in Großansicht. Er kann außerdem gedruckt und gespeichert werden. Beides ist für den Prozess nicht relevant. Es ist in dieser Ansicht nach aktuellem Stand nicht möglich, die Datei zu bearbeiten und beispielsweise eine Unterschrift zu setzen. Jedoch ist erkenntlich, welches Profil den Packschein bearbeitet. Nimmt ein Profil den Packschein an, kann dieser in

die Spalte „in Arbeit“ geschoben werden, nach der Bearbeitung in die Spalte „Erledigt“. Damit erfüllt *MeisterTask* nicht gänzlich alle Anforderungen an das Programm. Auch die Art der Darstellung könnte zunächst auf Verwirrung stoßen. Da das Programm aber kostenlos ist, den Zweck grundsätzlich erfüllen kann, alle Beteiligten gleichermaßen integriert und einen schnellen Transfer aus der Warenwirtschaft zur Lagerlogistik ermöglicht, kann es als Lösung vorgeschlagen werden (MeisterLabs o. D.b). Eine Alternative stellen womöglich sogenannte App-Baukasten dar. Extra für Unternehmen entwickelte Apps, die eigenständig zusammengestellt werden können, ohne Voraussetzung fortgeschrittener Informatikkenntnisse. Diese sind allerdings zum Großteil kostenpflichtig. Die Identifizierung des geeigneten App-Baukastens ist ebenfalls komplex. Da der Prozess der Packscheinerstellung nicht derart komplex und relevant ist, scheint ein monatlicher Beitrag nicht angebracht. Für den Fall, dass die Digitalisierung im Unternehmen weiter voranschreite, könnte diese Lösung sinnvoll sein. Mehrere Prozesse ließen sich individuell zusammenstellen. Ein Beispiel hierfür ist die Anwendung Siberian (Siberian CMS, Free Open-Source App Maker: Build your own app o. D.)

Das BPMN des digitalisierten Prozesses mit der Software *MeisterTask* sieht wie folgt aus. Das Modell wurde mit *Camunda* erstellt (Camunda 2022).

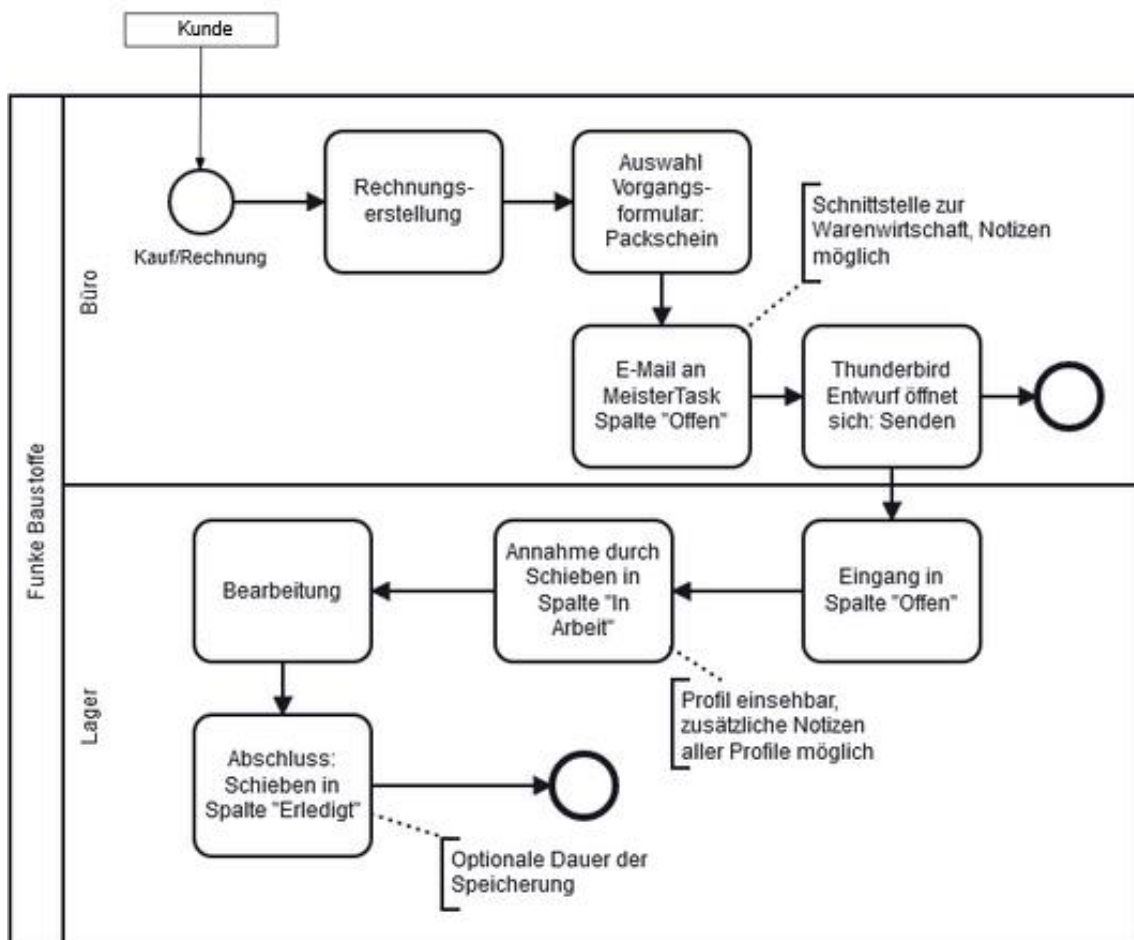


Abbildung 5: BPMN Modell digitalisierter Packscheine mit MeisterTask, Absprache mit ppa. Martin Mörbe

6.4 Emissionen und Energieverbrauch digitalisierter Packscheine

Für die Berechnung der Emissionen des digitalisierten Prozesses wurde der Rechner von Gröger verwendet (o.D.). Gleichbleibend findet sich der Verbrauch der Desktop-Computer mit 355kg CO_{2e} pro Jahr wieder. Auf das neu anzuschaffende Tablet fällt ein jährlicher Verbrauch von 53kg CO_{2e}. Die Nutzungsdauer wurde auf 4 Jahre festgelegt. Die tägliche Nutzungsdauer beträgt 5 Stunden. Diese Angabe entstammt dem Umstand, dass das Tablet erwartungsgemäß nicht während der gesamten Arbeitszeit in Nutzung ist und zusätzlichem Abzug der Wochenenden. Es wird nur die Zeit der Warenannahme verwendet, welche sich auf 7 Stunden von Montag bis Freitag beschränkt. Zur Umrechnung auf eine tägliche Nutzungsdauer werden die gesamten 35 Stunden

mit 7 Wochentagen dividiert und es ergibt sich eine tägliche Nutzungsdauer von 5 Stunden (Funke Baustoffe o. D.).

Für die Herstellung des Tablets fallen 50kg CO₂e, für die Nutzung 3kg CO₂e pro Jahr an.

Der dritte zu berücksichtigende Faktor ist die Anschaffung eines zusätzlichen Routers für den Hallen- und Außenbereich. Auf diesem ist eine Nutzungsdauer von 7 Jahren angesetzt. In der Nutzung entstehen 53kg CO₂e pro Jahr, woran die Herstellung mit 11kg CO₂e beteiligt ist. Nicht berücksichtigt werden hier zusätzliche Anschaffungen wie Ladegeräte oder sonstiges Tablet-Zubehör.

Es ergibt sich ein jährlicher **Gesamtverbrauch** von **472kg CO₂e**. Veranschaulicht in der Abbildung 6.

CO₂e Emissionen: Packscheine digital

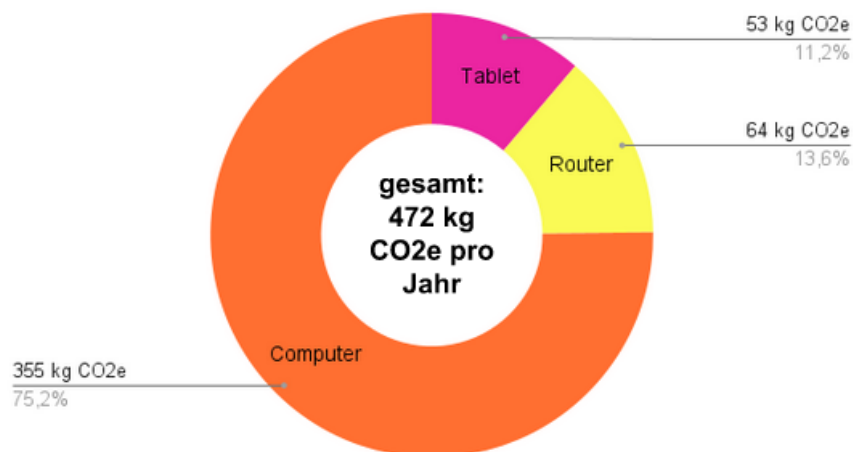


Abbildung 6: CO₂e-Emissionen digitalisierter Packscheine

Auch hier lässt sich der gesamte jährliche Energieverbrauch der 3 Geräte bestimmen. Der von Gröger (o.D.) bereitgestellte Rechner gibt bei gleichbleibenden Eingaben zu den Geräten folgende Werte aus: Die Desktop-Computer verbrauchen wie zuvor 386kW/h im Jahr. Das Tablet jährlich 7kW/h und der Router 114kW/h. Daraus ergibt sich ein **gesamter** Verbrauch von **507kW/h** pro Jahr. Veranschaulicht ist der Energieverbrauch in Abbildung 7.

Energieverbrauch digitaler Packscheine

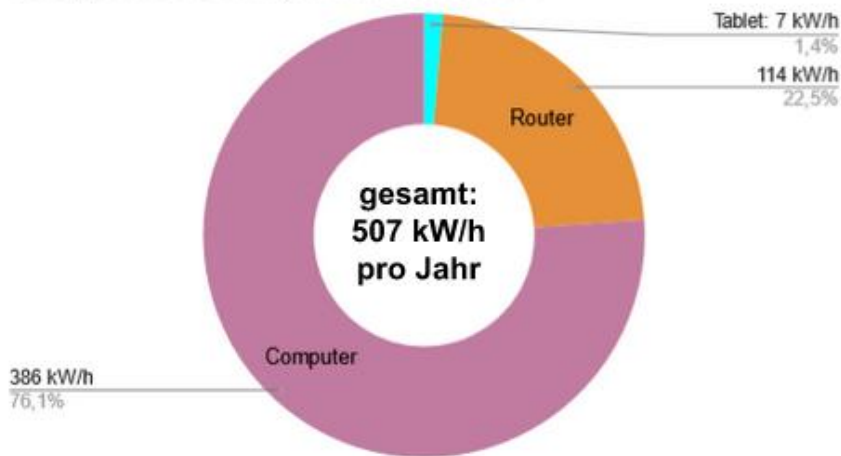


Abbildung 7: Energieverbrauch digitalisierter Packscheine, eigene Ermittlung

6.5 Auswertung Prozess 3

Die gesamten jährlichen CO₂e-Emissionen des Prozesses **vor** der Digitalisierung betragen **444,5kg**. Der Jahresenergieverbrauch liegt bei **546kW/h**.

Nach der Digitalisierung beträgt der CO₂e-Ausstoß des Prozesses **472kg** pro Jahr und der Jahresenergieverbrauch liegt bei **507kW/h**.

Durch die Digitalisierung entstehen demnach jährlich 27,5kg CO₂e-Emissionen mehr. Der Energieverbrauch hingegen nimmt jährlich um 39kW/h ab.

Aus ökologischer Perspektive kann demnach keine eindeutige Aussage getroffen werden, bei welchem der Prozesse es sich um den ökologisch nachhaltigeren handelt. Die Tendenz weist jedoch darauf hin, dass die Arbeit mit gedruckten Packscheinen weniger umweltschädlich ist als die digitale Variante.

Die Investitionen in einen Router und in ein leistungsgerechtes Tablet müssen zusätzlich vorab getätigt werden. Es sollte bei der Anschaffung darauf geachtet werden, dass das Gerät mit einem Tablet-Stift kompatibel ist. Zukünftig könnte die Möglichkeit aufkommen, Unterschriften verfassen zu können. Auch sollte in die Wahl des Gerätes mit einfließen, dass es womöglich später noch zusätzliche Anwendungen erfüllen wird. Die Digitalisierung ist im Unternehmen noch nicht abgeschlossen, wie an dem noch notwendigen drucken, beispielsweise der Lieferscheine, zu erkennen ist. Es wurde sich bemüht, einen Softwarevorschlag anzubieten, der eine möglichst intuitive Anwendungsweise zugrunde legt. Zudem hat Herr Funke im persönlichen Interview die Mitarbeitenden als wenig

widerständig gegenüber Digitalisierung eingeschätzt (persönliches Interview mit Jens Funke 2022).

Der niedrigere Energieverbrauch wird ungeachtet der Photovoltaikanlage als ökologisch nachhaltiger bewertet. Der Transportweg des Papiers könnte ebenfalls zu Lasten der Emissionen der analogen Variante hinzukommen. Weitere Auswirkungen, die sich für die Variante mit einer technischen Anwendung aussprechen, sind das Entfallen der Lagerung in den Räumen des Unternehmens und, dass zu jeder Zeit Einsicht bezüglich des Fortschritts der aktuellen Aufgaben in Anspruch genommen werden kann. Aus ökonomischer Betrachtung bietet die Digitalisierung Vorteile, da im Zuge dieser Arbeit aber aus rein ökologischer Sicht entschieden werden soll, wird der Prozess von vor der Digitalisierung gewählt.

Die neuen KPIs für den Prozess der Packscheinerstellung und -bearbeitung lauten:

KPI 4: CO₂e-Emissionen des Prozess: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 444,5kg CO₂e.

KPI 5: Energieverbrauch je Prozess: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 546kW/h.

Die These kann bestätigt werden. Die Rechnung inkludiert die Emissionen bei der Herstellung der neuen Geräte und weist tatsächlich mehr CO₂e-Emissionen auf als vor der Digitalisierung des Prozesses. Der Energieverbrauch sinkt hingegen durch die Umstellung.

7 Gesamtauswertung der Prozesse

Da nun alle Prozessrelevanten KPIs aufgestellt wurden, können sie nachfolgend verglichen werden. Die „alten“ KPIs sind jene vor der im Rahmen dieser Arbeit stattgefundenen Prozessveränderungen. Die „neuen“ KPIs sind jene, die sich während der Untersuchung als ökologisch nachhaltiger erwiesen haben. Dabei kann es sich demnach auch um jeweils dieselben KPIs handeln, sofern die Untersuchung die Digitalisierung des Prozesses als weniger ökologisch nachhaltig eingestuft hat.

KPIs alt:

KPI 1: CO₂-Emissionen der Browsernutzung: 4,509kg CO₂ p. a.

KPI 2: CO_{2e}-Emissionen des Rechnungsversandes: 148,5kg CO_{2e} p. a. + 104kg CO₂

KPI 3: Energieverbrauch des Rechnungsversandes: 97kW/h p. a.

KPI 4: CO_{2e}-Emissionen des Prozesses: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 444,5kg CO_{2e} p. a.

KPI 5: Energieverbrauch je Prozess: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 546kW/h p. a.

Gesamte CO_{2e}- und CO₂-Emissionen der drei Prozesse: 593kg CO_{2e} und 108,509kg CO₂ p. a.

Gesamter Energieverbrauch der drei Prozesse: 643kW/h p. a.

KPIs neu:

KPI 1: CO₂-Emissionen der Browsernutzung: 4,509kg CO₂ p. a.

KPI 2: CO_{2e}-Emissionen des Rechnungsversandes: 134,8kg CO_{2e} p. a.

KPI 3: Energieverbrauch des Rechnungsversandes: 97kW/h p. a.

KPI 4: CO_{2e}-Emissionen des Prozesses: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 444,5kg CO_{2e} p. a.

KPI 5: Energieverbrauch je Prozess: Packscheine bereitstellen und bearbeiten: 546kW/h p. a.

Gesamte CO_{2e}-Emissionen der drei Prozesse: 588,3kg CO_{2e} p. a. und 4,509kg CO₂ p. a.

Gesamter Energieverbrauch der drei Prozesse: 643kW/h p. a.

Durch die bereits im Unternehmen vorgenommene Digitalisierung lässt sich jährlich 13,7kg CO_{2e} sowie zusätzliche 104kg CO₂ einsparen. Der Stromverbrauch bleibt unverändert.

Die eingangs gestellte Forschungsfrage, ob die Digitalisierung Einfluss auf die ökologische Nachhaltigkeit nehmen würde, kann hiermit bejaht werden. Bereits marginal erscheinende Transformationen haben Auswirkungen auf die Menge an Treibhausgasemissionen. Die größten Auswirkungen befinden sich im Zusammenhang mit der Post während des Rechnungsversandes. Wie beim Prozess der „grünen“ Suchmaschine konnte auch die Digitalisierung der Pakscheine nicht empfohlen werden. Es entstehen mehr CO_{2(e)}-Emissionen als noch vor der Digitalisierung, sodass vom Eintreten des Rebound-Effektes gesprochen werden kann.

Grundsätzlich wirken viele Faktoren auf Prozesse ein, die nicht gänzlich integriert werden konnten. Die ökonomischen Vorteile sind bei Prozess 2 und 3 im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu nennen. Beispielsweise die gesteigerte Liquidität durch den Rechnungsversand per E-Mail, wie Herr Funke im persönlichen Interview bestätigt (2022). Auch die digitalen Pakscheine können den Prozess optimieren und die Effizienz steigern. Je nach Kosten und Nutzungsdauer für die neuen Geräte, wie ein oder mehrere Tablets, können auch die Kosten sinken, die stattdessen für Post und Papier anfielen. Diese Rechnung ließe sich nach Auswahl an Geräten und Vorlage der Rechnungsdaten für Post und Papier aufstellen.

Nicht mit einberechnet ist der Fall einer Beschädigung der Geräte und den damit verbundenen zusätzlichen Emissionen.

8 Hochrechnung

Um sich die Auswirkungen dieser kleinen Prozessveränderungen ganzheitlicher vorstellen zu können, können die KPIs auf ähnliche Betriebe übertragen werden. Die am naheliegendste Vergleichbarkeit lässt sich mit anderen in Deutschland liegenden Baustoffhändlern- und Händlerinnen erzielen. Daraus ergibt sich eine grobe Schätzung an ökologischem Einsparpotenzial dieser Branche. Als Datengrundlage werden die Mitglieder des BDB, des Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhändler gewählt. Der Wirtschaftsverband zählt über 930 Baustoff-Fachhändler in 2.200 Betriebsstätten zu seinen Mitgliedern. (Vgl. Mitgliedschaft - BDB o. D.).

Berechnet wird mit den 2.200 Betriebsstätten.

Die Digitalisierung des Rechnungsversandes spart 13,7kg CO_{2e} sowie zusätzliche 104kg CO₂. Dies wird nun multipliziert mit der Anzahl vergleichbarer Betriebe:

$$2.200 * 13,7 = \mathbf{30.140\text{kg CO}_2\text{e}}$$
 sowie $2.200 * 104 = \mathbf{228.800\text{kg CO}_2}$

228,8 Tonnen CO₂ könnten nach den Ergebnissen dieser Untersuchung eingespart werden. An CO_{2e}-Emissionen sind es 30.140kg. Bedenkt man die Anzahl an Unternehmen, die nicht Teil des BDB sind und dennoch vergleichbare Prozesse durchführen, liegt der Wert erwartungsgemäß höher.

Ein Umstieg von der Suchmaschine *Google* auf die „grüne“ Suchmaschine *Ecosia* würde nach gleichen Annahmen einen Anstieg von 24.800,6kg CO₂ mit sich ziehen. Rechnung: $2.200 * 11,273 = 24.800,6\text{kg CO}_2$.

Die Digitalisierung der Packscheine unter den in Kapitel 6 getätigten Maßnahmen erhöhe die CO_{2e}-Emissionen nach gleichen Annahmen um 60.000kg CO_{2e}.

$$\text{Rechnung: } 2.200 * 27,5 = 60.500\text{kg CO}_2\text{e}$$

9 Fazit

Die Untersuchung der Prozesse konnte nicht grundsätzlich einen positiven Einfluss der Digitalisierung auf die ökologische Nachhaltigkeit belegen. Es gibt viele Möglichkeiten, die Umweltauswirkungen eines Prozesses zu beeinflussen. Die Wahl des Stromes, die Wahl des Papiers oder auch die Wahl der Informationstechnik nehmen Einfluss. Die Zeit, die investiert wird, einen Prozess insoweit zu optimieren, dass er nicht nur ökonomische, sondern auch ökologische Vorteile mit sich zieht, ist sinnvoll. Die Untersuchung der verschiedenen Prozesse zeigt, dass die Digitalisierung sich positiv auf die Umwelt auswirken kann, es aber nicht muss. Dennoch können eben diese teils kleinen Digitalisierungsmaßnahmen bezogen auf eine größere Grundgesamtheit signifikante Unterschiede machen, wie das Einsparungspotenzial von über 200 Tonnen CO₂ im Kapitel zuvor gezeigt hat. Die Erstellung von Kennzahlen hat sich als zielführend erwiesen. Die KPIs können Entscheidungshilfen sein und zum Handeln bewegen. Die Komplexität der Ermittlung von realitätsnahen Emissionen eines Vorgangs begründet die wenigen KPIs, die sich kleine Unternehmen bislang aufstellen. Zusätzlich sollte das Bewusstsein bezüglich der Umweltauswirkungen digitaler Anwendungen übermittelt werden. Die Information, dass zum Beispiel die Größe einer E-Mail in direktem Zusammenhang mit dessen CO₂e-Emissionen steht, kann auch positive Auswirkungen auf die Umwelt haben, indem sich das Nutzungsverhalten ändert. Die Digitalisierung kleiner deutscher Unternehmen birgt Potenzial und Risiko. Digitale Transformationen ohne Recherche bezüglich der ökologischen Auswirkungen könnte sich in steigenden Emissionen äußern. Weniger Medienbrüche, innerhalb und zwischen Unternehmen, bürgen aber auch großes Einsparungspotenzial an CO₂e-Emissionen. Die mögliche Schwierigkeit der Etablierung neuer Anwendungen fand vorab auch Beachtung. Es sollte bei neuer Technologie mit einer längeren Eingewöhnungsphase gerechnet werden und ausreichend Hilfestellung bereitgestellt werden. Werden Prozesse nach und nach digitalisiert, baut sich womöglich ein besseres Grundverständnis auf und folgende Prozessdigitalisierungen etablieren sich einfacher und schneller. Da die Nutzungsdauer eines Gerätes Einfluss auf dessen ökologische Nachhaltigkeit ausübt, sollten diese nach guter Recherche ausgewählt und sorgsam behandelt werden.

Literaturverzeichnis

- Alsdorf, Helge/Linda Kosmol/Zaira Rivera Fernandez (2022): Relevanz und Bedeutung der Nachhaltigkeit – Green IT/IS als Nischenthema in KMU der DACH-Region, in: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, [online] doi:10.1365/s40702-022-00863-y.
- Arnold, Marlen/Anne Fischer (2019): *Fluch und Segen der Digitalisierung im Kontext einer Entwicklung zur Nachhaltigkeit*, Chemnitz University of Technology, [online] <http://hdl.handle.net/10419/197295> [abgerufen am 18.12.2022].
- Baeder, Elena (2023): B2B-Adressen, Adressmanagement, Data Quality, beDirect, [online] <https://www.bedirect-online.de/> [abgerufen am 04.01.2023].
- Berners-Lee, Mike (2020): *How Bad Are Bananas?: The carbon footprint of everything - 2020 new edition*, New ed. updat. and expand., Profile Books.
- Bieser et al., Jan (2022): *Bieser et al., J. (2020). Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken.*, Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich, [online] <https://doi.org/10.5167/uzh-190091> [abgerufen am 27.12.2022].
- Blitz-Kurier GmbH (2022): Blitz-Kurier GmbH, macuti. Internet & Marketing Agenturen, [online] <https://www.blitzkurier-rathenow.de/> [abgerufen am 17.12.2022].
- Bodemann, Markus/Wiebke Fellner/Vanessa Just (2022): *Digitalisierung und Nachhaltigkeit – Transformation von Geschäftsmodellen und Unternehmenspraxis (Organisationskompetenz Zukunftsfähigkeit)*, 1. Aufl. 2022, Springer Gabler.
- Camunda (2022): Try Modeler, Camunda, [online] <https://camunda.com/try-modeler/> [abgerufen am 29.12.2022].
- CORDIS Forschungsergebnisse der EU (2000): *Untersuchung über KMU und Umweltfragen*, Europäische Kommission, [online] <https://cordis.europa.eu/article/id/15789-smes-and-the-environment-relationship-reviewed/de> [abgerufen am 19.11.2022].
- DATAlovers (o. D.): DDG – Digital Devotion Group, DATAlovers, [online] <https://www.data lovers.com/> [abgerufen am 04.01.2023].
- Diebel-Fischer, H./L. Hellmig/M. (2022): *Technik und Verantwortung im Zeitalter der Digitalisierung: Beiträge zur Ringvorlesung im Wintersemester 2020/2021*, RosDok Rodstocker Dokumentenserver, Universität Rostock, [online] https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003538.
- Die Treibhausgase (2020): Umweltbundesamt, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase> [abgerufen am 08.12.2022].
- Die Treibhausgase (2020b): Umweltbundesamt, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase> [abgerufen am 31.12.2022].

-
- DWD (2022): *Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2021.*, Deutscher Wetterdienst, [online] https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [abgerufen am 29.11.2022].
- Ecosia - the search engine that plants trees (o. D.): [online] <https://www.ecosia.org/> [abgerufen am 25.11.2022].
- ELKINGTON, J. (1998) *Accounting for the triple bottom line. Meas Bus Excell* 2(3):18–22
- Funke Baustoffe (o. D.): Baumarkt TYPO3 v10 relunch, [online] <https://baustoffe-funke.de/> [abgerufen am 10.01.2023].
- Frage des Monats: E-Mail vs. Post (2019): Der Nachhaltige Warenkorb, [online] <https://www.nachhaltiger-warenkorb.de/klimabilanz-e-mail-vs-brief/> [abgerufen am 17.12.2022].
- Gadatsch, Andreas/Hartmut Ihne/Jürgen Monhemius/Dirk Schreiber (2018): *Nachhaltiges Wirtschaften im digitalen Zeitalter: Innovation - Steuerung - Compliance*, 1. Aufl. 2018, Springer Gabler.
- Global Reporting Initiative/United Nations Global Compact (2020): *Setting Objectives — Linking to KPIs*, Global Reporting Initiative, [online] <https://www.globalreporting.org/public-policy-partnerships/sustainable-development/reporting-in-practice/> [abgerufen am 23.11.2022].
- Gonserkewitz, Phil/Helge Schmermbek/Frederik Ahlemann (2020): Green IT Quick Wins, in: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Bd. 58, Nr. 1, S. 167–180, [online] doi:10.1365/s40702-020-00691-y.
- Google Inc. (2016): *Google Environmental Report*, [online] <https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//green/pdf/google-2016-environmental-report.pdf> [abgerufen am 21.11.2022].
- Gröger, Jens (o. D.): Document.title: Digitaler CO2-Fußabdruck, [online] <https://www.digitalcarbonfootprint.eu/> [abgerufen am 12.12.2022].
- Gröger, Jens (2020): *Digitaler CO2-Fußabdruck: Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste*, Öko Institut e.V., [online] <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/digitaler-co2-fussabdruck> [abgerufen am 12.12.2022].
- Hölzle, Urs (o. D.): 100 % erneuerbar ist nur der Anfang | Google, [online] <https://www.google.com/intl/de/about/values-in-action/renewable/> [abgerufen am 06.12.2022].
- Ifaa - Institut Für Angewandte Arbeitswissenschaft e.V., Ifaa - Institut Für Angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (2021): *Nachhaltigkeitsmanagement - Handbuch für die Unternehmenspraxis: Gestaltung und Umsetzung von Nachhaltigkeit in kleinen und mittleren Betrieben (ifaa-Edition)*, 1. Aufl. 2021, Springer Vieweg.
- Jacob, Michael (2019): *Digitalisierung & Nachhaltigkeit: Eine unternehmerische Perspektive*, 1. Aufl. 2019, Springer Vieweg.
- klimAktiv gGmbH, klimAktiv (o. D.): Projekt erfassen | UBA CO2-Rechner für Veranstaltungen, [online] https://uba-event-free.co2ckpit.de/de_DE/footprint/ [abgerufen am 12.12.2022].

-
- Knothe, Thomas/Patrick Gering/Sven Rimmelspacher/Michael Maier (2019): *Die Digitalisierungshürde lässt sich Meister(n): Erfolgsfaktoren, Werkzeuge und Beispiele für den Mittelstand*, 1. Aufl. 2020, Springer Vieweg.
- Königs, Larissa/Simon Pieper/Melanie Thum (2013): *Open-Source Suchmaschinen: Marktanalyse und Bewertung*, DHBW Duale Hochschule Baden-Württemberg, [online] https://www.dhbw-stuttgart.de/fileadmin/dateien/KOS/pub_kos.content_1.2013.band2.pdf#page=5 [abgerufen am 18.12.2022].
- KPIs for ESG A Guideline for the Integration of ESG into Financial Analysis and Corporate Valuation*. (2009): EFFAS.
- Lichtblau, K./T. Schleiermacher/H. Goecke/P. Schützdeller (2018): *Digital-Atlas Deutschland*, Institut der deutschen Wirtschaft.
- MeisterLabs (o. D.a): MeisterTask Preise | MeisterTask, [online] <https://www.meistertask.com/de/140672> [abgerufen am 22.12.2022].
- MeisterLabs (o. D.b): Task Management für Teams, MeisterTask, [online] <https://www.meistertask.com/de> [abgerufen am 04.01.2023c].
- MeisterTask (2022): Projektmanagement-App –, MeisterTask, [online] <https://www.meistertask.com/pages/de/apps/> [abgerufen am 22.12.2022].
- Microsoft (2022): Unternehmen im Nachhaltigkeits-Blindflug: Acht von zehn Firmen brauchen bessere Daten zu ihren CO2-Emissionen, News Center Microsoft Deutschland, [online] <https://news.microsoft.com/de-de/unternehmen-im-nachhaltigkeits-blindflug-acht-von-zehn-firmen-brauchen-bessere-daten-zu-ihren-co2-emissionen/> [abgerufen am 31.12.2022].
- Mitgliedschaft - BDB (o. D.): [online] <https://www.bdb-bfh.de/mitgliedschaft.html> [abgerufen am 28.12.2022].
- Neukirchen, Florian (2019): *Die Folgen des Klimawandels*, 1. Aufl. 2019, Springer.
- Papier und Druckerzeugnisse (2015): Umweltbundesamt, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/papier-druckerzeugnisse> [abgerufen am 13.10.2022].
- Rudnicka, J. (2022): Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Deutschland, Statista, [online] <https://de.statista.com/themen/4137/kleine-und-mittlere-unternehmen-kmu-in-deutschland/> [abgerufen am 10.11.2022].
- Sage GmbH (o. D.): *Sage 50®: Handbuch*, HPH-Software GmbH, [online] <https://www.hph-software.de/?ddownload=2789> [abgerufen am 23.12.2022].
- Sage 50®: Handbuch. (o. D.). In HPH-Software GmbH. Sage GmbH. Abgerufen am 23. Dezember 2022, von <https://www.hph-software.de/?ddownload=2789> (aufgerufen am 23.12.2022)
- Siberian CMS, Free Open-Source App Maker: Build your own app (o. D.): Siberian CMS, [online] <https://www.siberiancms.com/> [abgerufen am 10.01.2023].
- Über uns - RENN: Regionale Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien (o. D.): [online] <https://www.renn-netzwerk.de/ueber-uns> [abgerufen am 17.12.2022].

Vereinte Nationen (2022): 17 Ziele - Vereinte Nationen - Regionales Informationszentrum für Westeuropa, Vereinte Nationen - Regionales Informationszentrum für Westeuropa, [online] <https://unric.org/de/17ziele/> [abgerufen am 30.11.2022].

Was bedeutet „Energieeffizienz“? (2013): Umweltbundesamt, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-bedeutet-energieeffizienz> [abgerufen am 31.12.2022].

WBGU (2019): *WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019): Ein europäischer Weg in unsere gemeinsame digitale Zukunft. Politikpapier 11. Berlin: WBGU.*, [online] https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/politikpapiere/pp11_2019/wbgu_pp11_navi.pdf [abgerufen am 03.12.2022].

We protect your privacy (o. D.): [online] <https://info.ecosia.org/privacy> [abgerufen am 30.11.2022].

Fátima (2021): Wie neutralisiert Ecosia seine CO2 Emissionen?, The Ecosia Blog DE, [online] <https://de.blog.ecosia.org/wie-neutralisiert-ecosia-co2/> [abgerufen am 27.11.2022].

Zehendner, L./M. Cron (2021): *Green Search Engine Usage - A Qualitative Study Exploring Why German Millennials Use the Green Search Engine Ecosia*, LUP Student Papers LUND UNIVERSITY LIBRARIES, Lund University, [online] <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9052955> [abgerufen am 25.11.2022].

Anhang

Persönliches Interview mit Jens Funke, Geschäftsführer der *Funke Baustoffe GmbH* vom 23.11.2022. Die Fragen sind jeweils dickgedruckt. Darunter die schriftlich verfasste Antwort.

- **Was war die grundlegende Motivation, komplett auf E-Mail-Rechnungszustellung umzusteigen?**
Kosteneinsparung, schnelle Rechnungszustellung
- **Gab es Probleme mit Kunden? Bevorzugen Briefe, haben Probleme mit E-Mail**
wenig
- **Gab es technische Schwierigkeiten?**
Nein
- **Müssen jetzt mehr Daten gespeichert werden?**
Nein
- **Welche Finanziellen Vor- oder Nachteile ergeben sich? Steigerung der Liquidität?**
Kosteneinsparung, höhere Liquidität
- **Wie viele Rechnungen werden im Schnitt in der Woche verschickt?**
100
- **Kosteneinsparung: wie teuer war der Versand per Post? (Porto, personalisierte Briefumschläge,...)**
400,- pro Monat
- **Wie viel Speicherplatz nehmen die Rechnungen ein?**
Das Laufwerk O (alle Belege) ist belegt mit 17,1 GB von insgesamt 99,9 GB.
- **Weitere Vor- und Nachteile oder Anmerkungen (Zeiteinsparung,...)**
Der Kunde bekommt schneller einen Kostenüberblick der gekauften Waren und kann Sie ggf. sofort an seinen Kunden weiterberechnen.
Der Kunde kann die erhaltene Rechnung sofort prüfen und ggf. an seinen Kunden weiterberechnen. Debitoren also RA (Rechnungen an Kunden) drucken wir seit 2 Jahren nicht mehr. Nur digital.
- **Welches E-Mail-Programm wird benutzt?**
Thunderbird
- **Wie relevant schätzen Sie das Thema der ökologischen Nachhaltigkeit für Ihr Unternehmen ein?**
Skala: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
X
- **Arbeiten Sie mit Kennzahlen, um Ihre ökologische Nachhaltigkeit zu managen? Wenn ja, welche?**
nein
- **Auf einer Skala von eins bis zehn, wie hoch schätzen Sie den Schwierigkeitsgrad ein, Ihre Mitarbeitenden auf neue digitale Anwendungen einzustellen?**
Skala: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
X

-
- **Sonstige Anmerkungen zum Thema**
durch die Installation einer PV-Anlage und den Einsatz einer Strom Cloud brauchen wir keinen Fremdstrom mehr.
 - **Mit welchem Kurierdienst haben Sie gearbeitet?**
Blitz Kurier
 - **Wie viele Urlaubstage haben die Arbeitnehmer:innen?**
28 Tage, ab dem 50. Geburtstag 30 Tage
 - **Welche Warenwirtschaft benutzen Sie?**
Sage50

Persönliches Interview mit Martin Mörbe, Prokurist der *Funke Baustoffe GmbH* vom 29.12.2022.
Die Fragen sind jeweils dickgedruckt. Darunter die schriftlich verfasste Antwort.

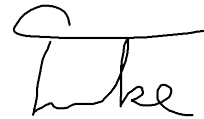
- **Wann wurde gegründet und wie groß ist die Verkaufsfläche?**
1999 und 40m² Innenfläche Baumarkt +2500m² Aussenfläche (inkl. Halle)
- **Wie viele Mitarbeiter sind beschäftigt?**
10 Mitarbeiter gesamt
- **An wen verkaufen Sie?**
Privatkunden und Fachhandwerker
- **Welche Hauptsuchmaschine nutzen Sie?**
Google
- **Waren Sie mit den Suchergebnissen von Ecosia zufrieden?**
Ja
- **Fanden Sie die Installation (von Ecosia) leicht?**
Ja
- **Wie lange ist Ihr Arbeitstag und können Sie über die volle Zeit auf den Browser zugreifen? (inklusive Pausen)**
9 Stunden und ja

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Falkensee, 12.01.2023

Ort, Datum

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M Funke', with a stylized, flowing script.

Unterschrift

(Maren Funke)