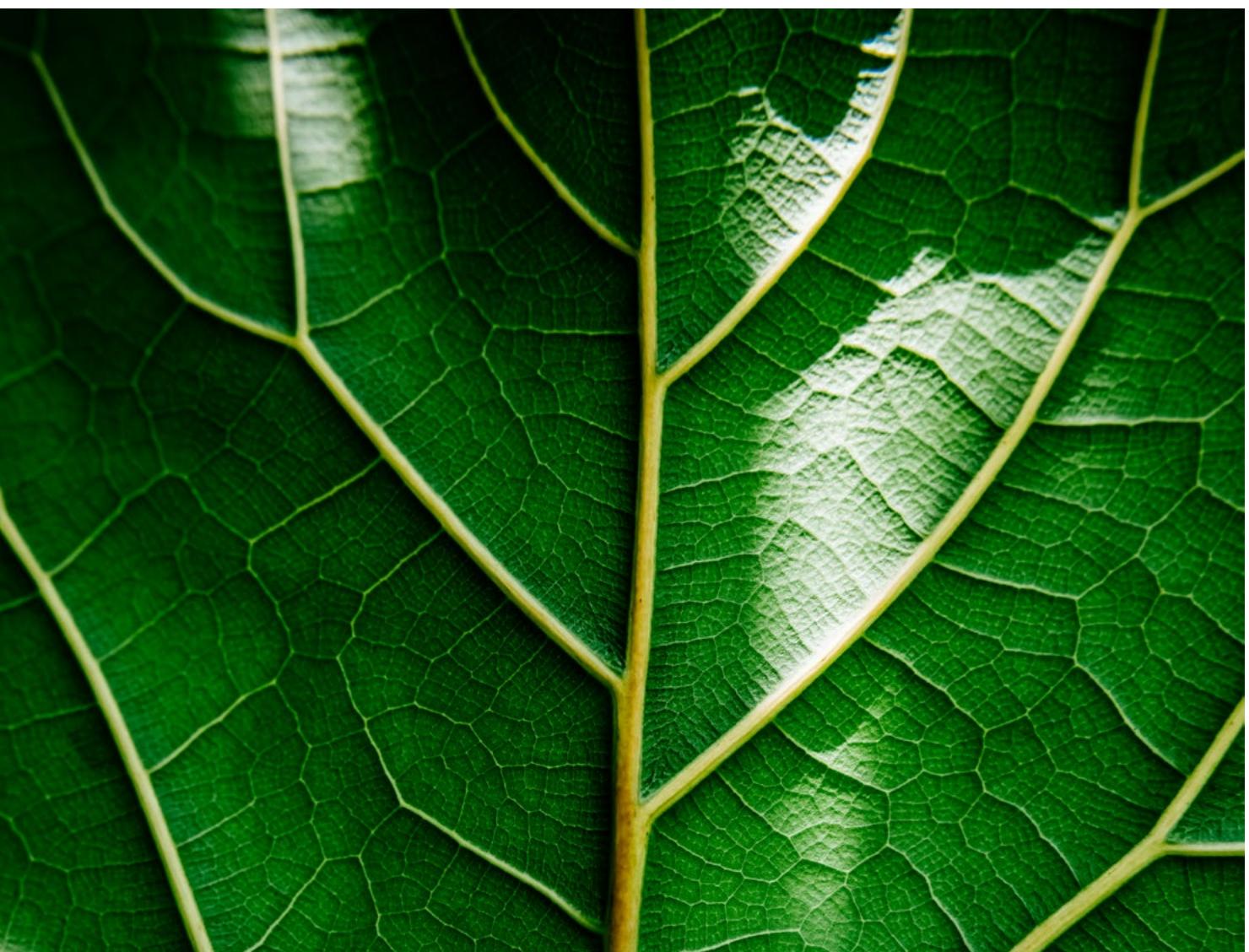


Nachhaltigkeit im Rechnungswesen 2023



Autor
Review und Zertifizierung
Auftraggeberin
Datum

Moritz Leutenegger, carbon-connect AG
Stiftung myclimate
SIX BBS AG
Februar 2024

Inhalt

1 Einleitung	3
1.1 Ziel der Studie	3
1.2 Systemgrenzen	3
1.3 Erläuterung zu den Systemgrenzen	4
1.4 Funktionelle Einheit	5
1.5 Methodologie	5
1.6 Datenbank	5
2 Grundlagen	6
2.1 Umfrage	6
2.2 Rechnungsstellung	7
2.3 Bezahlen der Rechnung	8
2.4 Archivierung	11
2.5 Entsorgung	13
3 Emissionsbilanz	14
3.1 Papierrechnung	14
3.2 E-Mail-Rechnung	16
3.3 eBill-Rechnung	17
3.4 Vergleich der Arten der Rechnungsstellung	18
3.5 Übergeordnete Betrachtung	20
3.5.1 Rechnungsstellung in der Schweiz	20
3.5.2 Schweizweite Betrachtung der Emissionen	22
3.6 Sensitivitätsanalyse	24
3.6.1 Sensitivität	24
3.6.2 Unsicherheit	26
4 Fazit	27

1 Einleitung

1.1 Ziel der Studie

Die Digitalisierung hinterlässt in vielerlei Branchen ihre Spuren. Sei es der Einsatz von Self-Scanning-Geräten beim Einkaufen oder die Online-Steuererklärung: Technologische Fortschritte werden in vielen Bereichen dazu eingesetzt, Prozesse für die Anwenderinnen und Anwender zu vereinfachen und Zeit einzusparen. Auch die Rechnungsstellung hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Während Unternehmen ihre Rechnungen früher standardmäßig per Post mit Einzahlungsschein verschickten, erfolgt die Rechnungsstellung heutzutage vermehrt per E-Mail oder via Onlinebanking mit eBill. Es stellt sich die Frage, welche Vorteile diese neuen Arten des Rechnungsversands neben der Zeitersparnis aus ökologischer Sicht bieten. Im Auftrag von SIX hat die carbon-connect AG die drei häufigsten Rechnungsstellungsmethoden hinsichtlich ihres CO₂-Fussabdrucks verglichen.

Die in dieser Studie verwendeten Daten stützen sich im Wesentlichen auf Angaben von SIX Interbank Clearing AG und auf die Erhebungen der Schweizerischen Nationalbank zum Zahlungsverkehr. Erkenntnisse aus der unveröffentlichten repräsentativen Umfrage¹ von gfs.bern im Frühjahr 2023 zum Zahlungsverhalten in der Schweiz flossen ebenfalls in diese Studie ein. Für die Treibhausgasbilanz der verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden wurden die wesentlichen Prozesse in der Wertschöpfungskette berücksichtigt. Dazu gehören die Aufwände der Rechnungsstellung und des Rechnungsempfangs sowie die Zahlungsabwicklung über die Infrastruktur von SIX. Der Energieverbrauch der Server, auf denen die Rechnungsdaten gespeichert sind, und der Einfluss des Mahnwesens fanden indes keine Berücksichtigung (vergl. Kapitel 1.2 und 1.3).

1.2 Systemgrenzen

Die Lebenszyklusanalyse der drei betrachteten Rechnungsstellungsmethoden (Papier-, E-Mail- und eBill-Rechnung) in dieser Studie umfasst folgende Prozesse innerhalb der Systemgrenzen:

- Digitale Erstellung von Rechnungen
- Produktion und Druck von Rechnungen (Rechnungsstellung, Bezahlung und Archivierung)
- Produktion und Druck von Couverts (Papierrechnung)
- Versand von Rechnungen (Rechnungsstellung)
- Aufwand zur Bezahlung von Rechnungen (die verbrachte Zeit am Bezahlmedium)
- Mobilität bei der Bezahlung von Rechnungen am Postschalter
- Aufwand für die Datenverarbeitung über die SIX Infrastruktur
- Transport des Papiers zur Recyclingstelle
- Verbrennung des Papiers

Die folgenden Prozessdaten bleiben unberücksichtigt. Einerseits ist die Quantifizierbarkeit dieser Daten mit grossen Unsicherheiten behaftet und andererseits fällt der Anteil dieser Parameter verhältnismässig klein aus. Daher beeinflusst ihr Weglassen die Aussagekraft der Studie nicht entscheidend:

- Speicherung der Daten auf externen Servern (Stromverbrauch)
- Stromverbrauch bei der Datenübermittlung
- Dauer der Archivierung von Rechnungen (Speichernutzung, Raumklimatisierung)
- Mahnwesen

¹ Repräsentative Befragung durch gfs.bern: N = 1007, Stichprobenfehler ±3,1% bei 50/50 und 95 % Wahrscheinlichkeit.

1.3 Erläuterung zu den Systemgrenzen

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung der Prozesse sind der Stromverbrauch und die Serverleistung ein zentraler Anteil in der Verarbeitung von Daten. Für die Erstellung und den Versand einer eBill- und einer E-Mail-Rechnung werden die Verarbeitungsstufen digital abgewickelt. Obwohl die Papierrechnung physisch gedruckt wird, sind die Erstellung und die Verarbeitung der Rechnungen ebenfalls digital. Die Zahlung einer Rechnung wird sowohl über das Onlinebanking als auch am Postschalter über ein zentrales und digitales Zahlungssystem verarbeitet und übermittelt.

Es existieren verschiedene Ansätze, um den Stromverbrauch, der bei der Datenübermittlung anfällt, abzuschätzen. Aslan et al. (2017)² hat unterschiedliche Studien miteinander verglichen, um einen geeigneten mittleren Stromverbrauch für die internetbasierte Datenübermittlung pro GB Daten zu ermitteln. Unter Verwendung dieses Stromverbrauchs und der Annahme einer konservativ grossen Dateigrösse von Rechnungen kann gezeigt werden, dass die Erhebung des Stromverbrauchs, welcher auf die Datenübermittlung zurückzuführen ist, aufgrund seines geringen Anteils am CO₂-Fussabdruck vernachlässigt werden kann.

Ebenfalls überprüft wurde, inwiefern die Speicherung der Daten auf externen Servern und die Dauer der Archivierung das Ergebnis der Studie beeinflussen könnten. Eine ausführliche Studie über die Umweltauswirkung diverser digitaler Endgeräte und Dienste wurde von Gröger et al. (2020)³ veröffentlicht. Auch im Zusammenhang mit der Speicherung von Daten auf cloudbasierten Systemen lässt sich schlussfolgern, dass eine Rechnung, welche eine durchschnittliche Dateigrösse von < 1 MB hat, einen vernachlässigbar kleinen Effekt auf die Resultate der Studie ausübt.

Einerseits ist die mengenmässige Relevanz der vernachlässigen Kategorien klein, andererseits weisen die unterschiedlichen Arten der Rechnungsstellungen auch keine grossen systematischen Unterschiede auf: Sowohl die Papierrechnung als auch die E-Mail-Rechnung und die eBill-Rechnung werden digital erstellt, übermittelt und gespeichert.

² Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates, 2017

³ Digitaler CO₂-Fussabdruck – Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste, 2020, im Auftrag des BUND

1.4 Funktionelle Einheit

Um die Rechnungsstellungsmethoden Papierrechnung, E-Mail-Rechnung und eBill vergleichen zu können, wurden die folgenden Prozesse analysiert: die Erstellung, die Bezahlung und die Entsorgung der Rechnung.

1.5 Methodologie

Diese Studie vergleicht die unterschiedlichen Rechnungsstellungsmethoden hinsichtlich ihrer emittierten Treibhausgasemissionen. Die Emissionen werden in CO₂-Äquivalenten ausgewiesen und unter Berücksichtigung des Intergovernmental Panel on Climate Change Report («Climate Change», IPCC 2021, 100a) berechnet. Das CO₂-Äquivalent (CO₂-eq) bezeichnet eine Masseeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase. Neben dem Ausstoss von Kohlendioxid sind weitere Treibhausgasemissionen wie beispielsweise Methan und Stickoxide mitberücksichtigt. Die Aggregation der einzelnen Treibhausgase erfolgt dabei entsprechend ihrer Wirkung in den nächsten 100 Jahren, verglichen mit der Wirkung von CO₂ im gleichen Zeitraum⁴.

1.6 Datenbank

Die für die Bilanzierung der unterschiedlichen Arten der Rechnungsstellung verwendeten Datensätze – sofern vorhanden – stammen aus der Umweltdatenbank eco-invent, v3.9 (Frischknecht et al. 2007). Als Systemmodell dient dabei «Allocation, cut-off by classification». Die Datensätze vom schweizerischen eco-invent-Zentrum unterliegen folgenden Annahmen:

- Recyclingprozesse sind unberücksichtigt («cut-off»).
- Das Abfallmanagement wird berücksichtigt (end-of-life inkl. Transport).
- Die Infrastruktur ist mit einer Lebensdauer von 50 Jahren mitberücksichtigt (Kraftwerke, Strassen, Bahninfrastruktur etc.).
- Für den Transport von Rohmaterialien zum Einsatzort werden die Standard-Distanzen von eco-invent verwendet.

Für die Mobilität (Bezahlung der Rechnung am Postschalter) fanden die Emissionsfaktoren von Mobitool (v3.0) Verwendung, die wiederum auf der eco-invent-Datenbank basieren.

⁴ «IPCC Second Assessment, Climate Change 1995», Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995

2 Grundlagen

2.1 Umfrage

Die Daten zur Erstellung dieser Studie stellte grösstenteils SIX zur Verfügung. Für die Erhebung von konsumentenspezifischen Daten sorgte das Forschungsinstitut gfs.bern. Die für die Erhebung relevanten Fragen

haben SIX und die carbon-connect AG zusammengetragen. Die resultierenden Daten sind für die Schweiz repräsentativ, die methodischen Details zur Erhebung sind in Tabelle I zusammengefasst.

Grundgesamtheit	Schweizer Personen ab 18 Jahren
Datenerhebung	Panel- und Telefonbefragung
Art der Stichprobenziehung	Stichproben
Befragungszeitraum	14. bis 24. Februar 2023
Stichprobengrösse	Total: 1 007
Stichprobenfehler	±3,1 % bei 50/50 und 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit

Tabelle I: Methodische Details der Umfragestudie

Daten, die nicht über die gfs-Umfrage erhoben werden konnten, wurden durch SIX zur Verfügung gestellt und durch die carbon-connect AG plausibilisiert.

Die Rechnungsabwicklung unterteilt sich in vier Hauptprozesse: die Rechnungsstellung, das Bezahlen der Rechnung, die Archivierung und die Entsorgung des anfallenden Papiers.

2.2 Rechnungsstellung

Die untersuchten Rechnungsstellungsarten unterscheiden sich grundlegend in der Erstellung einer Rechnung. Sowohl die Erfassung der Rechnungsinformationen als auch die Erstellung der Rechnung erfolgen digital durch den Rechnungssteller. Handelt es sich um eine eBill- oder E-Mail-Rechnung, erhält die Rechnungsempfängerin oder der Rechnungsempfänger eine digitale Benachrichtigung per E-Mail oder im eBill-Postfach. Eine Papierrechnung wird ausgedruckt, in ein bedrucktes Couvert gesteckt und anschliessend per Post versendet.

Der zeitliche Aufwand für die Erstellung der Rechnung wurde von SIX gemäss Tabelle II geschätzt. Der Zeitaufwand für die Erstellung der Papierrechnung wird höher eingeschätzt, da neben der Erstellung auch die Übermittlung der Rechnung an das Druckzentrum erforderlich ist. Die dabei anfallenden Emissionen liessen sich anhand des entsprechenden Stromverbrauchs des verwendeten Computers berechnen.

Art der Rechnung	Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Papierrechnung	Aufwand Rechnungssteller	1,5	min	SIX
E-Mail-Rechnung	Aufwand Rechnungssteller	1,0	min	SIX
eBill-Rechnung	Aufwand Rechnungssteller	1,0	min	SIX

Tabelle II: Aufwand seitens des Rechnungsstellers für die Erstellung einer Rechnung

Tabelle III fasst die Annahmen zusammen, die der Berechnung der Emissionen aus dem Druck der Rechnung, des Couverts und des Versands zugrunde liegen, wobei sowohl die Herstellung als auch der Druck des

Papiers einkalkuliert wurden. Für den Rechnungsversand stellte die Schweizerische Post den Emissionsfaktor bei der inländischen Briefbeförderung zur Verfügung.

Parameter	Wert	Einheit
Format Rechnung	A4	-
Format Couvert	C5	-
Grammatur Papier	80	g/m ²
Anzahl Papiere pro Rechnung	1,5	-
Anteil Versand per A-Post	50	%
Anteil Versand per B-Post	50	%

Tabelle III: Annahmen zum Druck der Rechnung und zur Versandart

2.3 Bezahlen der Rechnung

Die verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden unterscheiden sich auch im Zahlungsprozess. Sowohl bei der Papier- als auch bei der E-Mail-Rechnung werden die Rechnungsinformationen über einen QR-Code übermittelt. Die QR-Rechnung hat den Einzahlungsschein seit 1. Oktober 2022 vollständig abgelöst und ist flächendeckend im Einsatz. In beiden Fällen müssen die Rechnungsinformationen über ein externes Medium (Smartphone oder Computer) im Onlinebanking eingelesen werden, um anschliessend die Zahlung freigeben zu können. Die Zahlungsinformationen einer eBill-Rechnung fliessen dagegen direkt ins Onlinebanking zur Zahlungsfreigabe.

Bei der Zahlung mit eBill gibt es also keinen Medienbruch, sodass der Aufwand dabei geringer ist als bei der Papier- oder E-Mail-Rechnung. Nachdem die Rechnungsempfängerin oder der Rechnungsempfänger den Zahlungsprozess ausgelöst hat, wickelt die Infrastruktur von SIX die Transaktion ab und der Rechnungssteller erhält die Gutschrift. Der Aufwand bei SIX beträgt ungeachtet der Rechnungsstellungsmethode schätzungsweise 6 Sekunden pro Rechnung. Tabelle IV zeigt den Zeitaufwand bei der Rechnungsempfängerin oder beim Rechnungsempfänger (Dauer für die Bezahlung der Rechnung) und bei der Datenverarbeitung (seitens SIX).

Art der Rechnung	Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Papierrechnung	Dauer Bezahlung	2,0	min	SIX
E-Mail-Rechnung	Dauer Bezahlung	2,0	min	SIX
eBill-Rechnung	Dauer Bezahlung	1,5	min	SIX
Alle	Aufwand SIX	0,1	min	SIX

Tabelle IV: Zeitaufwand beim Bezahlen einer Rechnung

Die Emissionsbilanz berücksichtigt den Aufwand für den Bezahl- und Verarbeitungsprozess als aktive Zeit am Computer. Auch wenn sich ein erheblicher Anteil der

Rechnungen mittlerweile mobil bezahlen lässt, wird der Stromverbrauch eines Computers zur Emissionsberechnung verwendet.

Diese Studie geht bei der Bezahlung einer Rechnung von zwei Möglichkeiten aus: via Onlinebanking oder am Postschalter. Die gfs-Erhebung hat ermittelt, welcher Anteil der Befragten die Rechnungen am Postschalter bezahlt, abhängig von der Rechnungsstellungsmethode. Dieser Anteil ist relevant, da die Mobilität der Rechnungsempfängerin oder des Rechnungsempfängers zur Bezahlung am Postschalter in der Studie Berücksichtigung findet. Tabelle V zeigt die Anteile der am Postschalter bezahlten

Rechnungen je nach Rechnungsstellungsmethode. 12,8 % der Papierrechnungen werden am Postschalter bezahlt, bei der E-Mail- und eBill-Rechnung liegt dieser Anteil unter 5 %. Das Bezahlen von eBill- und E-Mail-Rechnungen am Postschalter erfordert von der Rechnungsempfängerin beziehungsweise vom Rechnungsempfänger das Ausdrucken der Rechnung. Diese Studie hat in der Emissionsbilanz die ausgedruckten Rechnungen mit den in Tabelle III angegebenen Annahmen berücksichtigt.

Art der Rechnung	Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Papierrechnung	Anteil Bezahlung am Postschalter	12,8	%	gfs-Erhebung
E-Mail-Rechnung	Anteil Bezahlung am Postschalter	4,1	%	gfs-Erhebung
eBill-Rechnung	Anteil Bezahlung am Postschalter	3,4	%	gfs-Erhebung

Tabelle V: Anteil der am Postschalter bezahlten Rechnungen

Als Berechnungsgrundlage für die Mobilität ist der Gang zum Postschalter relevant. Diese Daten stammen von der gfs-Erhebung und sind in Tabelle VI zusammengefasst. Die Auswertung der gfs-Erhebung ergab, dass die Befragten durchschnittlich rund 3,8 km von der Poststelle entfernt wohnen, an welcher sie die Rechnungen hauptsächlich bezahlen. Im Mittel werden pro Gang zum Postschalter 5,7 Rechnungen bezahlt.

Ein Grossteil der Befragten erledigt Postgeschäfte und zwei zusätzliche Aktivitäten wie beispielsweise Einkäufe oder Coiffeurbesuche gemeinsam.

Mehrheitlich sind die Personen zu Fuss, mit dem Auto, auf dem Fahrrad oder mit dem ÖV unterwegs. Nur eine Minderheit fährt mit dem E-Bike oder dem Motorrad zum Postschalter.

Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Durchschnittliche Distanz zum Postschalter	3,77	km	gfs-Erhebung
Anzahl bezahlter Rechnungen pro Gang zum Postschalter	5,68	-	gfs-Erhebung
Anzahl Personen mit weiterer Aktivität neben Bezahlung	81,44	%	gfs-Erhebung
Anzahl Aktivitäten neben Gang zum Postschalter	2,32	-	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: zu Fuss	37,67	%	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: Auto	34,25	%	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: ÖV	11,64	%	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: Fahrrad	10,96	%	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: E-Bike	3,42	%	gfs-Erhebung
Hauptfortbewegungsmittel: Motorrad	2,05	%	gfs-Erhebung

Tabelle VI: Daten zur Mobilität: Gang zum Postschalter

Auf der Grundlage dieser Informationen lässt sich die Anzahl Personenkilometer (pkm) jedes Hauptfortbewegungsmittels für jede Rechnungsstellungsmethode bestimmen.

2.4 Archivierung

gfs.bern stellte die Frage, ob und inwiefern die Rechnungsempfängerinnen und -empfänger in der Schweiz ihre Rechnungen archivieren. Dabei wurde insbesondere zwischen der digitalen (Datenablage) und der analogen Archivierung (ausgedruckt im Ordner) unterschieden. Es hat sich gezeigt, dass es bei der Archivierung von Rechnungen grosse Unterschiede im Verhalten der Rechnungsempfängerinnen und -empfänger gibt, abhängig von der Rechnungsstellungsmethode.

Werden etwa zwei Drittel der Papierrechnungen analog archiviert, so liegt dieser Anteil bei E-Mail-Rechnungen (20 %) und eBill-Rechnungen (10 %) deutlich tiefer. Über die Hälfte der Befragten gibt an, dass sie E-Mail-Rechnungen digital als PDF archivieren (53 %), 54 % nutzen für ihre eBill-Rechnungen die automatische Archivierung im eBill-Portal. Die aus der Erhebung resultierenden Daten zur Archivierung sind in Tabelle VII zusammengestellt.

Art der Rechnung	Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Papierrechnung	Anteil physischer Archivierung	62	%	gfs-Erhebung
	Anteil ohne Archivierung	23	%	gfs-Erhebung
	Anteil elektronischer Archivierung	15	%	gfs-Erhebung
E-Mail-Rechnung	Digitale Archivierung als PDF, lokal	53	%	gfs-Erhebung
	Analoge Archivierung (Druck)	20	%	gfs-Erhebung
	Keine Archivierung	27	%	gfs-Erhebung
eBill-Rechnung	Digitale Archivierung als PDF, lokal	25	%	gfs-Erhebung
	Analoge Archivierung (Druck)	10	%	gfs-Erhebung
	Keine Archivierung	11	%	gfs-Erhebung
	Archivierung im eBill-Portal	54	%	gfs-Erhebung

Tabelle VII: Daten zur Archivierung der Rechnungen

Die Archivierung der Rechnung wird einerseits über den Druck der Rechnung (für die Archivierung) und die für die digitale Archivierung benötigte Zeit und andererseits den damit verbundenen Stromverbrauch des Computers berücksichtigt. Wie lange eine Rechnung archiviert

bleibt, ist nicht Teil der Bilanz. Für den Druck der Rechnung wurden die in Tabelle III aufgeführten Annahmen getroffen, während die Aufwände für die Archivierung in Tabelle VIII zu finden sind.

Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Scan und Speichern als PDF	1,0	min	SIX
Automatische Archivierung einer E-Mail-Rechnung	0,0	min	SIX
Ausdruck einer E-Mail-Rechnung	1,0	min	SIX
Speichern einer E-Mail-Rechnung als PDF	0,5	min	SIX
Automatische Archivierung einer eBill-Rechnung	0,0	min	SIX
Ausdruck einer eBill-Rechnung	1,0	min	SIX
Speichern als PDF einer eBill-Rechnung	0,5	min	SIX

Tabelle VIII: Aufwand zur Archivierung der Rechnungen

2.5 Entsorgung

Die Papierentsorgung der versendeten Papierrechnung wie auch der zu Hause gedruckten Rechnungen ist in der Bilanz berücksichtigt. In der Schweiz wird das Papier entweder recycelt oder in einer Kehrichtverwertungsanlage (KVA) verbrannt. Im Jahr 2021 lag die Sammelquote bei 81,3%⁵. Für den Anteil des Recyclingpapiers wird nur der Transport von der Rechnungsempfängerin oder dem

Rechnungsempfänger zur Recyclingstelle berücksichtigt, wobei eine durchschnittliche Transportdistanz von 27,8 km angenommen wird. Für den Anteil des in einer KVA verbrannten Papiers wird der Emissionsfaktor (spezifisch für die Schweiz) für die Verbrennung von Siedlungsabfall verwendet.



⁵Jahresbericht Altpapier Schweiz, 2021: https://www.altpapier.ch/files/statistischer_Jahresbericht_RPK_2021.pdf

3 Emissionsbilanz

Die Emissionen wurden auf der Grundlage der in Kapitel 2 beschriebenen Daten berechnet. Die resultierenden Emissionen der verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden sind in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

3.1 Papierrechnung

Um die Emissionsbilanz, wie in Tabelle IX aufgeführt, zu erhalten, wird der gesamte Rechnungsprozess (Rechnungsstellung, Bezahlung, Archivierung und Entsorgung) einer Papierrechnung gewichtet und vergleichbar aufgeführt. Eine Papierrechnung verursacht unter Berücksichtigung aller Parameter somit im Durchschnitt 38,42 g CO₂-eq pro Rechnung. Knapp 85 % der anfallenden Emissionen entfallen dabei auf die Rechnungsstellung. Etwas weniger als ein Fünftel der Emissionen verursacht das Bezahlen der Rechnung (15 %). Die Entsorgung des anfallenden Papiers und die Archivierung spielen bei der Papierrechnung eine untergeordnete Rolle.

Bei der Betrachtung eines spezifischen Rechnungsprozesses wird die Variationsspanne in der Emissionsbilanz deutlich. Die zwei folgenden Situationen zeigen einen spezifischen Prozessablauf mit einer ungewichteten Emissionsberechnung. So fallen bei der Bezahlung einer Papierrechnung am Postschalter, unter voller Anrechnung der Mobilitätsemissionen, durch die gesamte Rechnungsabwicklung 73,14 g CO₂-eq pro Rechnung an. Wird die Papierrechnung jedoch via Onlinebanking bezahlt, entfällt unter anderem der Transport und pro Rechnung werden lediglich 33,30 g CO₂-eq emittiert.

Kategorie	Prozess	Emissionen [g CO ₂ -eq] ⁶
Rechnungsstellung	Erstellung Rechnung	0,49
	Herstellung Papier und Druck Rechnung	14,37
	Herstellung Papier und Druck Couvert	11,40
	Versand	6,23
	Total Rechnungsstellung	32,49
Bezahlung der Rechnung	Bezahlungsprozess	0,65
	Mobilität	5,10
	Total Bezahlungsprozess	5,75
Archivierung	Digitale Archivierung	0,05
	Analoge Archivierung	0,00
	Total Archivierung	0,05
Entsorgung	Verbrennung KVA	0,08
	Transport Recycling	0,05
	Total Entsorgung	0,13
Total		38,42

Tabelle IX: Emissionsbilanz: Papierrechnung

⁶ Die emittierten Emissionen wurden aufgrund der effektiven Anteile der jeweiligen Prozesse in der Tabelle gewichtet.

Die beim Gang zum Postschalter anfallenden Emissionen, die auf die Mobilität zurückzuführen sind (unabhängig von der Art der Rechnungsstellung), betragen im Durchschnitt 39,84 g CO₂-eq. Der in Tabelle IX ausgewiesene Wert ist dabei gewichtet, da lediglich 12% der Befragten

in der gfs-Erhebung die Papierrechnung am Postschalter bezahlen. Eine detaillierte Auflistung der einzelnen Fortbewegungsmittel und ihrer Emissionsanteile befindet sich in Tabelle X.

Fortbewegungsmittel	pkm	Emissionen [g CO ₂ -eq] ⁷
Zu Fuss	0,215	0,00
Auto	0,196	36,52
ÖV	0,067	0,83
Fahrrad	0,063	0,35
E-Bike	0,020	0,22
Motorrad	0,012	1,92
Total		39,84

Tabelle X: Bezahlung am Postschalter: Emissionen aufgrund Mobilität

⁷ Die emittierten Emissionen wurden aufgrund der effektiven Anteile der jeweiligen Prozesse in der Tabelle gewichtet.

3.2 E-Mail-Rechnung

Die Emissionsbilanz für die Rechnungsabwicklung einer E-Mail-Rechnung findet sich in Tabelle XI. Beim gesamten Rechnungsprozess werden bei einer E-Mail-Rechnung, unter Berücksichtigung der gewichteten Parameter, im Durchschnitt 6,27 g CO₂-eq emittiert. Dies entspricht nur rund 16 % der bei einer Papierrechnung anfallenden Emissionen. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass bei der Rechnungsstellung keine Rechnung und kein Couvert hergestellt oder bedruckt werden müssen. Der Anteil der Rechnungsstellung an den Gesamtemissionen beträgt bei der E-Mail-Rechnung lediglich 5 % (Papierrechnung):

80 %). Bei der E-Mail-Rechnung sind das Bezahlen (46 %) und die Archivierung (49 %) insgesamt für knapp 95 % der Emissionen verantwortlich.

Auch hier zeigt sich, dass die einzelnen Parameter stärker ins Gewicht fallen, wenn ein spezifischer Rechnungsprozess betrachtet wird. Bei der Bezahlung einer E-Mail-Rechnung via Onlinebanking fallen 4,04 g CO₂-eq an. Wird die E-Mail-Rechnung ausgedruckt und am Postschalter bezahlt, fallen 58,32 g CO₂-eq an.

Kategorie	Prozess	Emissionen [g CO ₂ -eq] ⁸
Rechnungsstellung	Erstellung Rechnung	0,32
	Herstellung Papier und Druck Rechnung	0,00
	Herstellung Papier und Druck Couvert	0,00
	Versand	0,00
	Total Rechnungsstellung	0,32
Bezahlung der Rechnung	Bezahlungsprozess	0,65
	Druck der Rechnung	0,59
	Mobilität	1,64
	Total Bezahlungsprozess	2,88
Archivierung	Digitale Archivierung	0,08
	Analoge Archivierung	2,97
	Total Archivierung	3,05
Entsorgung	Verbrennung KVA	0,01
	Transport Recycling	0,01
	Total Entsorgung	0,02
Total		6,27

Tabelle XI: Emissionsbilanz: E-Mail-Rechnung

⁸ Die emittierten Emissionen wurden aufgrund der effektiven Anteile der jeweiligen Prozesse in der Tabelle gewichtet.

3.3 eBill-Rechnung

Wird eine Rechnung in eBill gestellt, fallen pro Rechnung im Durchschnitt 4,18 g CO₂-eq an. Die Details zur Emissionsbilanz finden sich in Tabelle XII. Somit stösst die Abwicklung einer eBill-Rechnung im Schnitt 89 % (im Vergleich zur Papierrechnung) beziehungsweise 33 % (im Vergleich zur E-Mail-Rechnung) weniger CO₂-Äquivalente aus als die anderen untersuchten Rechnungsstellungsmethoden. Ähnlich wie bei der E-Mail-Rechnung sind die Bezahlung (56 %) und die Archivierung der Rechnung

(36 %) diejenigen Prozesse, die den grössten Anteil der Gesamtemissionen aufweisen. Der Anteil der Rechnungsstellung (8 %) und der Entsorgung der Rechnungen liegt gemeinsam unter 10 %.

Der Vergleich zwischen den jeweiligen Bezahlvarianten zeigt auf, dass bei der Bezahlung einer eBill-Rechnung im eBill-Portal 2,34 g CO₂-eq, bei der Bezahlung am Postschalter jedoch 56,62 g CO₂-eq anfallen.

Kategorie	Prozess	Emissionen [g CO ₂ -eq] ⁹
Rechnungsstellung	Erstellung Rechnung	0,32
	Herstellung Papier und Druck Rechnung	0,00
	Herstellung Papier und Druck Couvert	0,00
	Versand	0,00
	Total Rechnungsstellung	0,32
Bezahlung der Rechnung	Bezahlungsprozess	0,49
	Druck der Rechnung	0,49
	Mobilität	1,35
	Total Bezahlungsprozess	2,33
Archivierung	Digitale Archivierung	0,04
	Analoge Archivierung	1,48
	Total Archivierung	1,52
Entsorgung	Verbrennung KVA	0,01
	Transport Recycling	0,00
	Total Entsorgung	0,01
Total		4,18

Tabelle XII: Emissionsbilanz: eBill-Rechnung

⁹Die emittierten Emissionen wurden aufgrund der effektiven Anteile der jeweiligen Prozesse in der Tabelle gewichtet.

3.4 Vergleich der Arten der Rechnungsstellung

Abbildung 1 veranschaulicht die durchschnittlichen Emissionen, die bei der Bezahlung einer Rechnung für die verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden entstehen, in Form eines Balkendiagramms. Es ist zu erkennen, dass bei der Abwicklung einer Papierrechnung deutlich mehr CO₂-Äquivalente emittiert werden als bei einer E-Mail- oder eBill-Rechnung. Dies ist auf die emissionsintensive Rechnungsstellung und die damit verbundene Herstellung des Papiers sowie den Druck der Rechnung und des Couverts zurückzuführen. Während E-Mail- und eBill-

Rechnungen nur für die Bezahlung am Postschalter oder zur Archivierung ausgedruckt werden, muss hingegen jede versendete Papierrechnung gedruckt werden.

Insgesamt emittiert die Papierrechnung also im Durchschnitt 32,1 g CO₂-eq (im Vergleich zur E-Mail-Rechnung) respektive 34,24 g CO₂-eq (im Vergleich zur eBill-Rechnung) mehr als die beiden anderen, digital basierten Rechnungsstellungsmethoden.

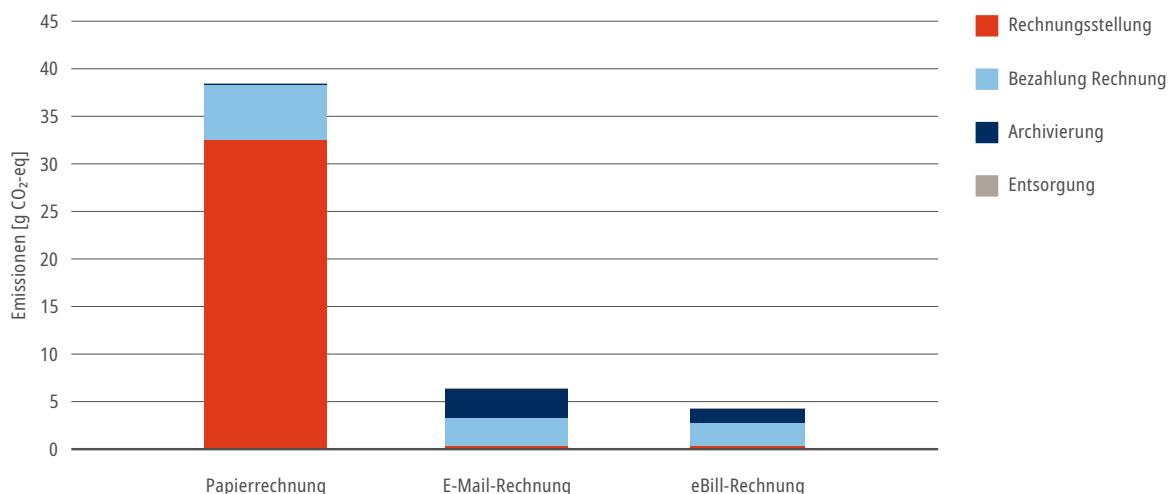


Abbildung 1: Vergleich der Emissionen nach Rechnungsstellungsmethode

Die grundlegenden Unterschiede zwischen den untersuchten Rechnungsstellungsmethoden sind auch in Abbildung 2 zu sehen.

Der Rechnungsprozess einer E-Mail-Rechnung emittiert mehr CO₂-Äquivalente als derjenige einer eBill-Rechnung. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass bei der E-Mail-Rechnung ein grösserer Anteil der Personen

am Postschalter bezahlt und die E-Mail-Rechnung etwa doppelt so oft zur Archivierung ausgedruckt wird als bei der eBill-Rechnung. Der Medienbruch, der beim Bezahlvorgang einer E-Mail-Rechnung auftritt, und der damit verbundene höhere Zeitaufwand für die Bezahlung der Rechnung wirken sich im Vergleich zur eBill-Rechnung nur geringfügig auf die CO₂-Emissionen aus.

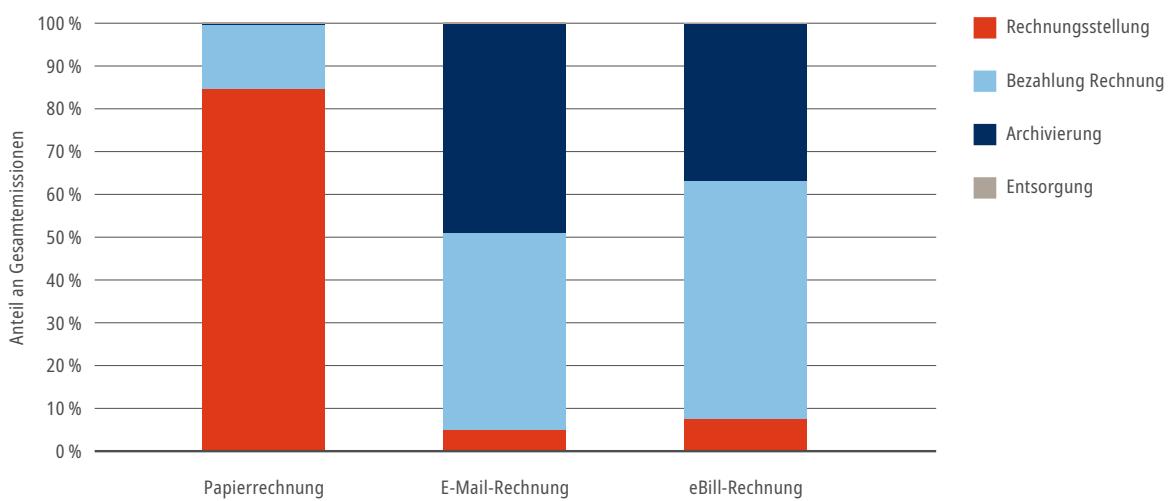


Abbildung 2: Anteil an Gesamtemissionen der verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden

3.5 Übergeordnete Betrachtung

3.5.1 Rechnungsstellung in der Schweiz

Gemäss SIX wurden in der Schweiz im Jahr 2022 insgesamt 1 102 Millionen Rechnungen bezahlt (ohne Lastschriften), davon 58 Millionen mit eBill. Auf welche Art und Weise die restlichen Rechnungen versendet wurden, stützt sich auf die Angaben der Befragten der gfs-Erhebung. Aufgrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass der Anteil der Papierrechnungen im Jahr 2022 59 % und jener von E-Mail-Rechnungen 36 % betragen.

SIX und der Finanzplatz Schweiz streben an, den Digitalisierungsgrad im Rechnungswesen zu erhöhen und die Volumen auf eBill umzulagern. Das mittelfristige Ziel besteht darin, den Anteil an eBill-Rechnungen in der Schweiz auf 50 % auszuweiten.

Die Prognose für die Anteile der jeweiligen Rechnungsstellungsmethoden am mittelfristigen Ziel basiert auf folgenden Annahmen:

- Anteil eBill-Rechnung: 50 %
- Anteil E-Mail-Rechnung: 30 %
- Anteil Papierrechnung: 20 %
- Die Gesamtzahl der Rechnungen bleibt gleich wie im Jahr 2022.
- Die Zunahme beziehungsweise Abnahme der Anzahl Rechnungen vom Startwert (2022) zum Zielwert verläuft linear.

Die Anzahl der unter diesen Annahmen berechneten Rechnungen, aufgeschlüsselt nach Rechnungsstellungsmethode, ist in Tabelle XIII dargestellt (Werte in Millionen).

Rechnungsstellungsmethode	Startwert	eBill: 10 %	eBill: 20 %	eBill: 30 %	eBill: 40 %	eBill: 50 %
Papierrechnung	649	603	507	412	316	220
E-Mail-Rechnung	395	389	374	360	345	331
eBill-Rechnung	58	110	220	331	441	551
Total Rechnungen	1 102					

Tabelle XIII: Prognose der Rechnungsstellung bis zum Erreichen des Zwischenziels (eBill: 50 %)

Die Anteile der einzelnen Rechnungsstellungsmethoden sind in Abbildung 3 in Form eines Balkendiagramms grafisch dargestellt.

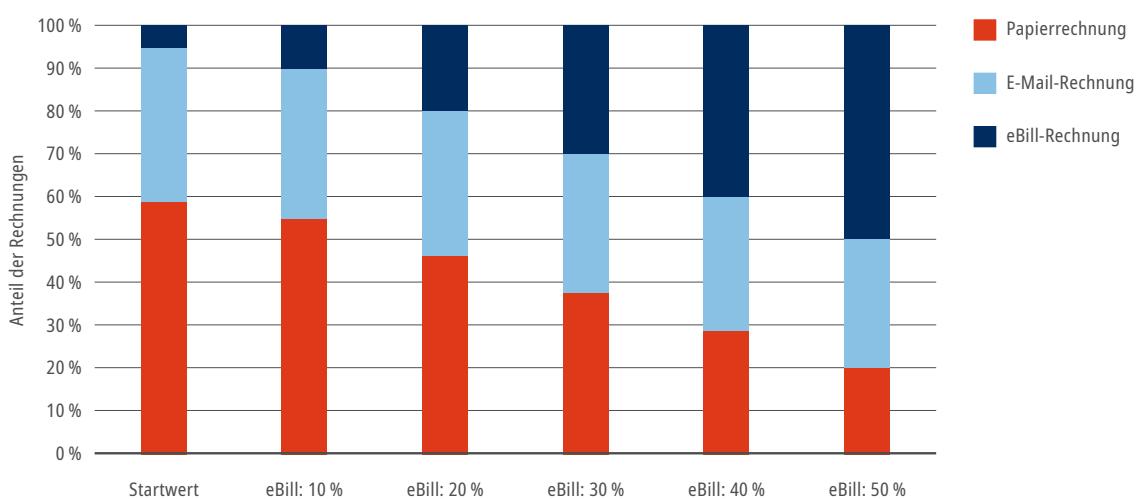


Abbildung 3: Anteile der einzelnen Rechnungsstellungsmethoden bis zum Erreichen des Zwischenziels (eBill: 50 %)

3.5.2 Schweizweite Betrachtung der Emissionen

Ausgehend von den Gesamtemissionen, die dem Zahlungsverkehr in der Schweiz zurechenbar sind, kann mit Hilfe dieser Studie eine mögliche Prognose für die weitere Entwicklung erstellt werden. Die Berechnung der Emissionen geschieht in Abhängigkeit der verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden und unter Berücksichtigung der dargelegten Systemgrenzen. Zukünftige Emissionen werden auf dieser Grundlage prognostiziert, unter der Annahme, dass der eBill-Anteil kontinuierlich erhöht wird.

Für die Prognoseberechnung gelten folgende Annahmen:

- Die Anzahl Rechnungen der einzelnen Rechnungsstellungsmethoden entsprechen Tabelle XIII.
- Das Verhalten der Rechnungsempfängerinnen und -empfänger ändert sich nicht (Anteil Bezahlung am Postschalter, Mobilitätsverhalten, Verhältnis analoger/digitaler Archivierung der Rechnungen).
- Die technischen Rahmenbedingungen ändern sich nicht (Strommix, Stromverbrauch Computer, Drucktechnologie).

Im Jahr 2022 wurden schweizweit rund 28 000 t CO₂-eq (ohne Lastschriften) durch die Verarbeitung von Rechnungen emittiert. Dies entspricht einem mittleren Emissionsfaktor von rund 25 g CO₂-eq pro Rechnung.

Unter der Annahme des angestrebten Anteils von eBill-Rechnungen von 50 % am gesamtschweizerischen Rechnungswesen lassen sich die jährlichen Emissionen bis zum Erreichen dieses Zwischenziels auf rund 13 000 t CO₂-eq reduzieren. Dies entspricht einem Rückgang von rund 54 % der Gesamtemissionen gegenüber dem Wert von 2022.

Der Emissionsfaktor pro Rechnung kann sich durch die fortschreitende Digitalisierung und gemäss Prognose bis zum Erreichen des Zwischenziels auf rund 11,8 g CO₂-eq reduzieren.

Die auf Basis dieser Annahmen berechneten Emissionen sind in Tabelle XIV zusammengetragen.

Rechnungsstellungsmethode	Startwert	eBill: 10 %	eBill: 20 %	eBill: 30 %	eBill: 40 %	eBill: 50 %
Papierrechnung	24 904	23 158	19 484	15 810	12 136	8 462
E-Mail-Rechnung	2 479	2 436	2 345	2 254	2 163	2 072
eBill-Rechnung	242	461	921	1 382	1 842	2 303
Total [t CO₂-eq]	27 625	26 232	22 883	19 534	16 186	12 837

Tabelle XIV: Prognose der Emissionen bis zum Erreichen des Zwischenziels (eBill: 50 %)

Abbildung 4 veranschaulicht die Entwicklung der schweizweiten Emissionen, die auf die Rechnungsstellung zurückzuführen sind – abhängig vom Wachstum an eBill-Rechnungen. Im Jahr, in dem der angestrebte Anteil an eBill-Rechnungen erreicht wird, werden gegenüber dem

Referenzjahr (bei gleichbleibendem Rechnungsvolumen) rund 15 000 t CO₂-eq eingespart. Dies entspricht in etwa dem jährlichen CO₂-Ausstoss von 1 200 Personen in der Schweiz (inkl. importierter Güter)¹⁰.

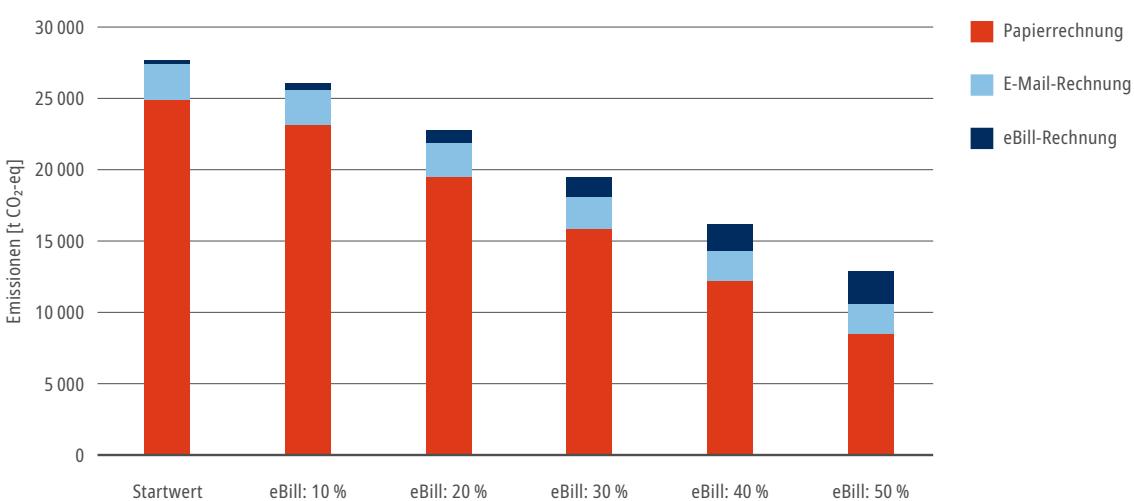


Abbildung 4: Entwicklung der Emissionen und der Anteile der Rechnungsstellungsmethoden bis zum Erreichen des Zwischenziels (eBill: 50 %)

¹⁰ Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990–2021, BAFU, April 2023

3.6 Sensitivitätsanalyse

Die erstellte Emissionsbilanz ist mit Unsicherheiten behaftet, die sich sowohl aus den verwendeten Daten als auch aus den Emissionsfaktoren ergeben. Um die Robustheit der Emissionsbilanz der verschiedenen Rechnungsstellungsmethoden zu bewerten, wurden die sensitivsten und unsichersten Parameter identifiziert und ihr Einfluss auf die resultierenden Emissionen wurde berechnet.

3.6.1 Sensitivität

Anhand der Sensitivitätsanalyse wurden die Parameter «mittlere Distanz zum Postschalter», «Anzahl Papiere pro Rechnung» sowie die Emissionsfaktoren (EF) «Stromverbrauch aktive Zeit am Computer» und «Herstellung und Druck von Papier» variiert. In Tabelle XV sind die variierten Parameter und die Fallstudien (--, -, +,++) in tabellarischer Form dargestellt. Alle Parameter wurden um $\pm 20\%$ variiert.

Variierter Parameter/Emissionsfaktor	--	-	+	++
Mittlere Distanz zum Postschalter	-20 %	-10 %	+10 %	+20 %
Anzahl Papiere pro Rechnung	-20 %	-10 %	+10 %	+20 %
Emissionsfaktor Stromverbrauch aktive Zeit am Computer	-20 %	-10 %	+10 %	+20 %
Emissionsfaktor Herstellung und Druck von Papier	-20 %	-10 %	+10 %	+20 %

Tabelle XV: Variation der Parameter/Emissionsfaktoren

Abbildung 5 veranschaulicht die Sensitivitätsanalyse der Papierrechnung. Bei der Emissionsberechnung erwies sich der Emissionsfaktor für die Herstellung und den Druck des Papiers als der sensitivste Parameter, wobei eine Änderung dieses Parameters um 20 % zu einer Veränderung der

Emissionen um 13 % führt. Die Anzahl der Papiere pro Rechnung wurde ebenfalls als sensibler Parameter identifiziert. Die Distanz zum Postschalter und der Stromverbrauch für die aktive Zeit am Computer spielen bei der Sensitivität der Papierrechnung eine untergeordnete Rolle.

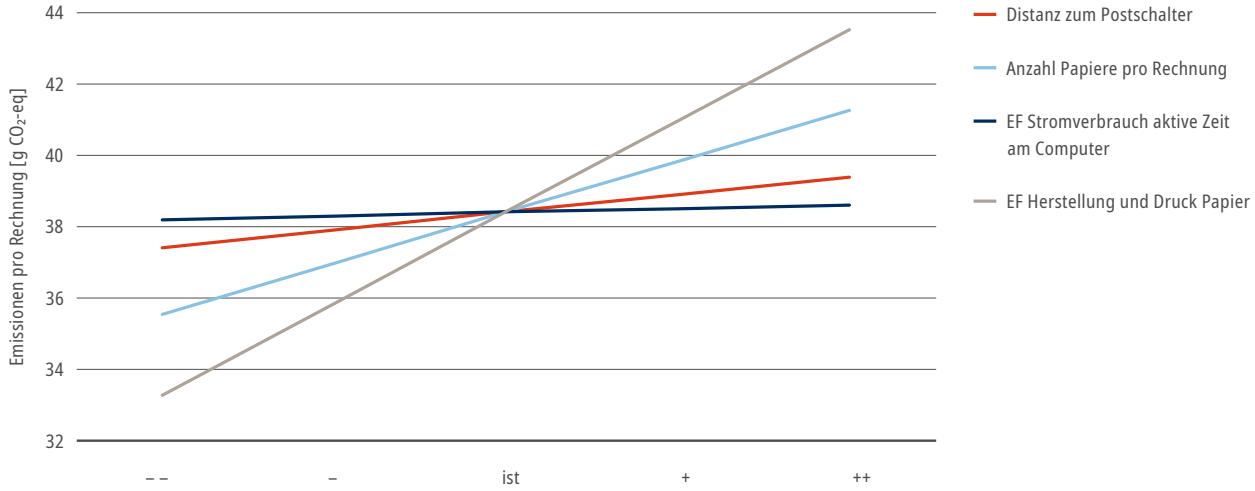


Abbildung 5: Sensitivität der Emissionsbilanz: Papierrechnung

Bei der Sensitivitätsanalyse stellte sich heraus, dass bei E-Mail-Rechnungen die Anzahl der Papiere pro Rechnung und der Emissionsfaktor für die Herstellung und den Druck von Papier einen erheblichen Einfluss auf die resultierenden Emissionen haben. Eine spürbare Auswirkung auf das Endergebnis (Abbildung 6) wurde auch bei Variationen der Distanz zum Postschalter festgestellt ($\pm 5\%$ bei Änderung der Entfernung um $\pm 20\%$).

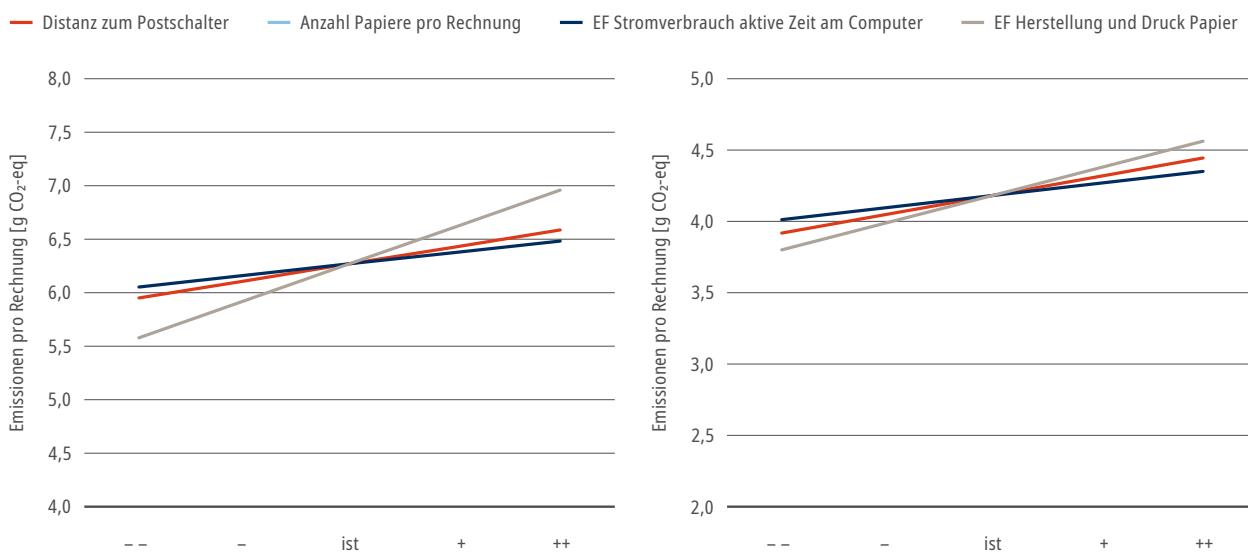


Abbildung 6: Sensitivität der Emissionsbilanz: E-Mail-Rechnung

Im Vergleich zur E-Mail- und der Papierrechnung ist die Emissionsbilanz bei der eBill-Rechnung robuster. Keiner der untersuchten Parameter hat eine grössere Auswirkung als $\pm 10\%$, wenn er um $\pm 20\%$ variiert. Das Resultat für eBill reagiert am sensitivsten bezüglich der Parameter «Anzahl Papiere pro Rechnung» und «EF Herstellung und Druck von Papier» (Abbildung 7).

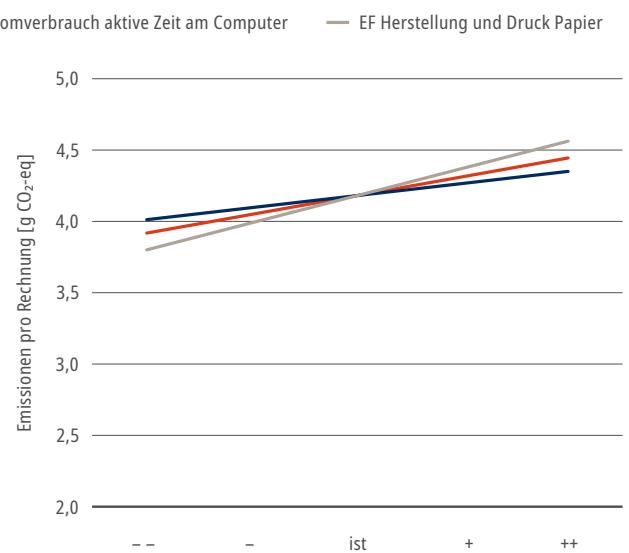


Abbildung 7: Sensitivität der Emissionsbilanz: eBill-Rechnung

3.6.2 Unsicherheit

Insgesamt schätzt diese Studie, dass unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten (aus Erhebungsdaten, Emissionsfaktoren und Schätzungen) die berechneten Emis-

sionen für alle Rechnungsstellungsmethoden einen Unsicherheitsgrad von rund 25 % aufweisen.

4 Fazit

In der Schweiz ist die Rechnungsstellung ein wesentliches Element des Zahlungsverkehrs. Jährlich zirkulieren über 1 Milliarde Rechnungen, die meisten davon nach wie vor per Post.

Gemäss den neusten Daten wurden im Jahr 2022 rund 27 625 t CO₂-eq emittiert, was dem jährlichen CO₂-Fussabdruck von über 2300 in der Schweiz lebenden Personen entspricht. Durch die Digitalisierung des Zahlungsverkehrs ergibt sich die Möglichkeit, die Abwicklung effizienter zu gestalten und gleichzeitig die Nachhaltigkeit insgesamt zu fördern.

Die carbon-connect AG hat im Auftrag von SIX eine Studie durchgeführt, welche die drei in der Schweiz bekanntesten Rechnungsstellungsverfahren – Papier- und E-Mail- sowie eBill-Rechnung – auf ihren CO₂-Fussabdruck untersucht. Die Berechnungen vergleichen die CO₂-Emissionen der drei Rechnungsmethoden untereinander. Dabei werden die relevantesten Schritte der Rechnungsstellung, -verarbeitung und -übermittlung und die relevantesten Datenparameter in die Berechnung aufgenommen. Wie in wissenschaftlichen Arbeiten üblich, wurden Parameter, die sich für die Aussagekraft der Studie als nicht entscheidend erwiesen, aus dem Scope ausgeschlossen. Die Festlegung der Systemgrenzen wurde transparent ausgewiesen.

Die Analyse kommt zum Schluss, dass die eBill-Rechnung mit durchschnittlich 89 % (im Vergleich zur Papierrechnung) beziehungsweise 33 % (im Vergleich zur E-Mail-Rechnung) weniger CO₂-Äquivalenten die nachhaltigste Variante unter den analysierten Rechnungsstellungsmethoden ist.

Mit Blick in die Zukunft wird in absehbarer Zeit ein Anteil von 50 % eBill-Rechnungen in der Schweiz angestrebt. Unter der Annahme, dass das von SIX gesetzte Ziel erreicht wird, reduzieren sich die jährlichen CO₂-Emissionen im Vergleich zu 2022 bei gleichbleibendem Rechnungsvolumen um 54 % von rund 28 000 t CO₂-eq auf rund 13 000 t CO₂-eq

Die CO₂-Äquivalent-Werte, die sich aus den Berechnungen der carbon-connect AG ergeben, wie auch die Datengrundlage und die Quellen wurden von myclimate verifiziert und bestätigt. Es zeigt sich also, dass eBill bei einem weiteren Wachstum wesentlich zur Reduktion des CO₂-Fussabdrucks im Rechnungsstellungsreich beitragen könnte. Damit bietet SIX die Möglichkeit, in ihrem Einflussbereich einen Beitrag an die Umstellung der Wirtschaft in eine nachhaltigere und klimafreundlichere Wirtschaft zu leisten.



Erstellt von



Zertifiziert durch



Auftraggeberin

