STUDIE

ZUR

UNTERNEHMENSZERTIFIZIERUNG

DER STADTWERKE GÖTTINGEN AG FÜR DAS JAHR 2020

GEMÄSS DES

STOP CLIMATE CHANGE

STANDARDS VERSION 3

ZUR MINDERUNG UND KOMPENSATION VON TREIBHAUSGASEN

Titel der Studie:	**Studie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG gemäß des Stop Climate Change - Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen für das Jahr 2020**
Auftraggeber:	**Stadtwerke Göttingen AG**
	Ansprechpartner: Michael Mätschke, Kommunikation & Medien
	Hildebrandstraße 1 D-37081 Göttingen Tel.: +49 (0)551 301 269 Fax: +49 (0)551 32768 Michael.Mätschke@swgoe.de www.stadtwerke-goettingen.de
Erstellt durch:	**Universität Duisburg-Essen,** **Ingenieurwissenschaftliche Fakultät** **Institut für Wirtschaftsingenieurwesen** **Professur für ABWL und Produktionsmanagement**
	Marcel Dumeier, M.Sc. Leon Zacharopoulos, M.Sc. Prof. Dr. Jutta Geldermann
	Bismarckstraße 90 D-47057 Duisburg Tel: +49 (0)203 379 2863 Fax: +49 (0)203 379 2922 www.uni-due.de
Datum:	**4. November 2021**

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis i
Abkürzungsverzeichnis ii
Tabellenverzeichnis iii
Abbildungsverzeichnis v
1. Hintergrund 1
2. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens 2
2.1 Ziel der Studie 2
2.2 Untersuchungsrahmen der Studie 4
3. Beschreibung des Stoffstrommodells der Stadtwerke Göttingen AG 9
3.1 Wasserversorgung 9
3.2 Gasversorgung 11
3.3 Fernwärmeversorgung 14
3.4 Gastankstellen 22
3.5 Stromvertrieb 24
3.6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 24
3.7 Parkdienstleistungen 25
3.8 Verwaltungsstandort 26
4. Beschreibung der verwendeten THG-Emissionsfaktoren 33
4.1 Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Energieträgern 33
4.2 Emissionsfaktoren für Rohstoffe und Ausgangsmaterialien 36
4.3 Direkte Emissionsfaktoren umgesetzter Energieträger 37
4.4 Emissionsfaktoren für Produkte der Stadtwerke Göttingen AG 38
4.5 Emissionsfaktor für den externern Wärmebezug 44
4.6 Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport 44
4.7 Emissionsfaktoren für die Abfallentsorgung 46
5. Ergebnisse 49
5.1 Betriebliche CO_2e-Bilanz nach Sektoren 49
5.2 Gesamtbetriebliche CO_2e-Bilanz nach Scopes 59
6. Datenerfassungskonzept 63
7. Literaturverzeichnis 65
8. Anhang 68
8.1 Emissionsfaktoren der Bahnfahrten 68
8.2 Verwendete Emissionfaktoren 70
8.3 CO_2e-Bilanz des Entsorgungsbereichs 72
8.4 Minderungskonzept der Stadtwerke Göttingen AG 74
8.5 Kritische Prüfung (Critical Review Report) 75
8.6 Bestätigung der Zertifikationsvorlage 76

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BHKW	Blockheizkraftwerk
CNG	engl. *Compressed Natural Gas* (komprimiertes Erdgas)
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_2e	CO_2-Äquivalent
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GDRM	Gasdruckregel- und Messanlagen
GHG	engl. G*reenhouse Gas* (Treibhausgas)
THG	Treibhausgas
HKW	Heizkraftwerke
ISO	engl. *International Organization for Standardization* (Internationale Organisation für Normung)
k. A.	keine Angabe
KWK	Kraftwärmekopplung
LPG	engl. *Liquefied Petroleum Gas* (Flüssiggas)
ω	Brennstoffausnutzungsgrad
σ	Stromkennzahl
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P.km	Personenkilometer
PV	Photovoltaik
SCC	Stop Climate Change

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Berücksichtigte Sektoren der Stadtwerke Göttingen AG 4
Tabelle 2: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Wasserversorgung 10
Tabelle 3: Energieströme des Scope 2 der Wasserversorgung 10
Tabelle 4: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Wasserversorgung 11
Tabelle 5: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gasversorgung 12
Tabelle 6: Energieströme des Scope 2 der Gasversorgung 12
Tabelle 7: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) der Gasversorgung 13
Tabelle 8: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gasversorgung 13
Tabelle 9: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Godehardstraße 15
Tabelle 10: Energieströme des Scope 2 für das HKW Godehardstraße 15
Tabelle 11: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die HKW Godehardstraße 16
Tabelle 12: Energieströme des Scope 2 für das BHKW Groner Tor 17
Tabelle 13: Energieströme des Scope 3 Upstream für das BHKW Groner Tor 17
Tabelle 14: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Zietenterrassen 17
Tabelle 15: Energieströme des Scope 2 für das HKW Zietenterrassen 18
Tabelle 16: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Zietenterrassen 18
Tabelle 17: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Kiesseekarree 19
Tabelle 18: Energieströme des Scope 2 für das HKW Kiesseekarree 19
Tabelle 19: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Kiesseekarree 19
Tabelle 20: Energieströme des Scope 2 für das BioWärmeZentrum 20
Tabelle 21: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die HKWs Innenstadt 20
Tabelle 22: Energieströme des Scope 2 für das Heizwerk Deneweg 21
Tabelle 23: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Deneweg 21
Tabelle 24: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für die mobilen Heizzentralen GöMobil 21
Tabelle 25: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die mobilen Heizzentralen GöMobil 22
Tabelle 26: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gastankstellen 22
Tabelle 27: Energieströme des Scope 2 der Gastankstellen 23
Tabelle 28: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Gastankstellen (in 2020 inkl. Verluste durch Prüfung) 23
Tabelle 29: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gastankstellen 23
Tabelle 30: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) des Stromvertriebs 24
Tabelle 31: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 25
Tabelle 32: Energieströme des Scope 2 für die Parkdienstleistungen 26
Tabelle 33: Stoffströme des Scope 3 der Parkdienstleistungen 26
Tabelle 34: Energie- und Stoffströme des Scope 1 des Verwaltungsstandorts 27
Tabelle 35: Energieströme des Scope 2 des Verwaltungsstandorts 28
Tabelle 36: Scope 3 (Upstream) der Materialbeschaffung 29
Tabelle 37: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Energieträger- und Trinkwasserbereitstellung 29
Tabelle 38: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die Dienstreisen 30
Tabelle 39: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden (Hin-und Rückfahrt) 31

Tabelle 40: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Downstream) des Verwaltungsstandorts 32
Tabelle 41: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von fossilen Energieträgern 34
Tabelle 42: Zusammenfassung des Emissionsfaktors für Biogas 35
Tabelle 43: Zusammensetzung des Emissionsfaktors für Biomethan 35
Tabelle 44: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Holzhackschnitzeln und Holzpellets 36
Tabelle 45: Substanzmengen und Emissionsfaktoren für Gasodor® S-Free 37
Tabelle 46: Direkte Emissionsfaktoren für die Konversion von fossilen Energieträgern 38
Tabelle 47: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Erdgas durch die Stadtwerke Göttingen AG 39
Tabelle 48: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Fernwärme am Standort Godehardstraße durch die Stadtwerke Göttingen AG 41
Tabelle 49: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von CNG durch die Stadtwerke Göttingen AG 43
Tabelle 50: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Trinkwasser durch die Stadtwerke Göttingen AG 44
Tabelle 51: Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport 45
Tabelle 52: Emissionsfaktoren der Abfallentsorgung 47
Tabelle 53: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Wasserversorgung 50
Tabelle 54: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Gasversorgung 51
Tabelle 55: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Fernwärmeversorgung 52
Tabelle 56: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Erdgastankstellen 53
Tabelle 57: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) 54
Tabelle 58: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromvertrieb 55
Tabelle 59: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Parkdienstleistungen 56
Tabelle 60: CO_2e-Emissionsbilanz für den Verwaltungsstandort 58
Tabelle 61: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2012 60
Tabelle 62: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2019 60
Tabelle 63: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2020 60
Tabelle 64: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2012 61
Tabelle 65: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2019 61
Tabelle 66: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2020 61
Tabelle 67: Ausschnitt der Datenerfassungsbögen für die Geschäftsbereiche 64
Tabelle 68: Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten 68
Tabelle 69: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren 70
Tabelle 70: CO_2e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts[1)] 72

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung der normierten THG-Emissionen in Scope 1 und 2 ohne Fernwärme 62

1. HINTERGRUND

Die Stadtwerke Göttingen AG streben jährlich eine Erneuerung der Zertifizierung als klimafreundliches Unternehmen nach dem Stop Climate Change Standard (SCC) an. Die Basis der Zertifizierung und vorausgehenden externen Begutachtung bildet die jährliche Erstellung der betrieblichen CO_2e-Bilanz (Kohlenstoffdioxid-Äquivalente), deren Vorgehensbeschreibung, Erläuterungen und Ergebnisse Bestandteil dieser Studie sind.

Die vorliegende Studie umfasst die CO_2e-Bilanz für das Berichtsjahr 2020, wobei vorwiegend die Datenbasis der Basisstudie von Schmehl et al. (2013) aktualisiert wurde. Die Basisstudie wurde von der Georg-August-Universität Göttingen unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Geldermann erstellt. Frau Prof. Dr. Geldermann wechselte im Juli 2018 u. a. mit den Mitarbeitern Marcel Dumeier und Erik Pohl an die Universität Duisburg-Essen. Daher wurde die Universität Duisburg-Essen mit der Erstellung der CO_2e-Bilanz für das Jahr 2020 beauftragt.

Die Methodik der Basisstudie wird, wie in den vergangenen Studien, konsequent verfolgt und das Stoffstrommodell (Schmehl et al. 2013) erhalten. In den vergangenen Studien wurden lediglich geringfügige Anpassungen vorgenommen, die den entsprechenden Berichten von Scharpenberg et al. (2019), Scharpenberg et al. (2018), Scharpenberg et al. (2017), Scharpenberg et al. (2016), Lühn et al. (2015), Lühn et al. (2014) und Schmehl et al. (2013) entnommen werden können. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde neben der Studie für das Berichtsjahr 2020 ein Vergleich der Daten der Basisstudie 2012 sowie des vorangegangenen Berichtsjahres (Dumeier et al. 2020) durchgeführt. Für die Ergebnisse der übrigen Jahre (2013 bis 2018) sind ältere Berichte heranzuziehen. Das Stoffstrommodell der Stadtwerke Göttingen AG und die Ermittlung der Treibhausgas (THG)-Emissionsfaktoren werden detailliert in den vorangegangenen Studien beschrieben.

Die Studie dient, neben dem Nachweis der Klimafreundlichkeit als Ausgangsbasis für die Berichterstattung nach dem deutschen Nachhaltigkeitskodex. Das zeitliche Monitoring der durch die Stadtwerke Göttingen AG verursachten Treibhausgasemissionen über mehrere Jahre ermöglicht u. a. die Erfassung der Auswirkungen von den in der Basisstudie aufgeführten und umgesetzten Maßnahmen.

2. FESTLEGUNG DES ZIELS UND DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS

In Übereinstimmung mit der DIN EN ISO 14064-1 (2012) und dem Stop Climate Change – Standard Version 3 ist die Studie folgendermaßen aufgebaut: In Kapitel 1 wird der Hintergrund sowie die Motivation der Studie erläutert. Kapitel 2 führt das Ziel und die Rahmenbedingungen der Studie aus. Die verwendeten Systemgrenzen werden in Kapitel 3 beschrieben. In Kapitel 4 werden die Emissionsfaktoren zur Berechnung der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) hergeleitet. Die Ergebnisse der THG-Bilanz sind in Kapitel 5 dargestellt.

2.1 ZIEL DER STUDIE

Das Hauptziel der Studie ist die Bereitstellung einer auf Primär[1]- und Sekundärdaten[2] basierenden CO_2e-Bilanz bzw. THG-Bilanz für die Stadtwerke Göttingen AG. Die mit dieser Studie vorgestellte THG-Bilanz ermöglicht es, Aussagen zur Klimawirkung des unternehmerischen Wirtschaftens der Stadtwerke Göttingen AG zu treffen und unterstützt die Entscheidungsfindung, welche internen Prozesse klimafreundlicher zu gestalten sind.

Dazu wird eine Analyse der THG-Emissionen für die folgenden Sektoren durchgeführt:

1. Wasserversorgung,
2. Gasversorgung,
3. Wärmeversorgung,
4. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE),
5. Stromvertrieb,
6. Parkdienstleistungen,
7. Gastankstellen und
8. Verwaltung.

Die Analyse der THG-Emissionen basiert auf DIN EN ISO 14064-1 (2012). Andere Umweltfaktoren sowie ökonomische und soziale Indikatoren werden in dieser Studie nicht betrachtet.

[1] Primärdaten sind standortspezifische Daten (Daten von einem bestimmten Prozess an einem bestimmten Standort). Es handelt sich entweder um direkte THG-Emissionen, Daten zu Aktivitäten oder Emissionsfaktoren. Die Daten werden vom Auftraggeber bereitgestellt. Auf Grundlage von Primärdaten und fundierten Faktoren (bspw. Emissionsfaktoren) berechnete Daten werden auch als Primärdaten bezeichnet.

[2] Sekundärdaten werden benutzt, wenn die Datenerfassung von Primärdaten nicht möglich oder umsetzbar ist, und sind meistens Daten aus wissenschaftlichen Quellen, berechnete Daten und geschätzte oder andere repräsentative Daten.

2.1.1 ANWENDUNG

Die Analyse der THG-Emissionen für die Stadtwerke Göttingen AG soll eine objektive Basis für die interne und externe Diskussion über die Emissionsquellen und -minderungspotenziale schaffen. Des Weiteren kann die Analyse als Grundlage für eine Stop Climate Change-Unternehmenszertifizierung und die Anwendung des deutschen Nachhaltigkeitskodex dienen.

Das Hauptziel der Studie ist die Bereitstellung einer auf Primär- und Sekundärdaten basierenden THG-Bilanz zur Ableitung von Entscheidungen.

- Die Studie kann dazu verwendet werden, um sich über die Rahmenbedingungen der Stadtwerke Göttingen AG zu informieren.
- Die Studie kann als Grundlage für eine Stop Climate Change-Unternehmens-zertifizierung benutzt werden.
- Die Ergebnisse der Studie bieten eine Grundlage, um wichtige Aspekte der Klimawirkung des unternehmerischen Handelns zu diskutieren und um Optimierungspotenziale zu identifizieren.

2.1.2 ANGESPROCHENE ZIELGRUPPE

Diese Studie dient in erster Linie der Stadtwerke Göttingen AG zur Information über die unternehmensbezogenen klimarelevanten Emissionen.

Zusätzlich dient die Studie Bürgerinnen und Bürgern, Wirtschaftsunternehmen und anderen Interessengruppen der Region Göttingen, die sich über die Klimawirkungen unternehmerischer Prozesse der Stadtwerke Göttingen AG informieren möchten.

Gemäß der DIN EN ISO 14040 (2006) ist für den Vergleich von Ökobilanzen / Treibhausgasbilanzen vor der Veröffentlichung eine kritische Prüfung („Critical Review“) durch unabhängige externe Experten erforderlich (DIN EN ISO 14040 2006). Danach kann die Studie veröffentlicht und einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden.

2.2 UNTERSUCHUNGSRAHMEN DER STUDIE

Nachfolgend werden die Randbedingungen der Studie beschrieben, um das Verständnis für die betriebliche CO_2e-Bilanzierung zu schaffen und die richtige Interpretation der Ergebnisse zu ermöglichen. Durch die Festlegung des Untersuchungsrahmens wird sichergestellt, dass die untersuchten Sektoren und Bereiche eindeutig beschrieben sind und gegebenenfalls mit anderen Unternehmen verglichen werden können.

2.2.1 UNTERSUCHTE SYSTEME

Analysiert werden für die Stadtwerke Göttingen AG die Sektoren: Wasser-, Gas-, Wärmeversorgung, Gastankstellen, Stromvertrieb, Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, Parkdienstleistung sowie der Verwaltungsstandort (siehe Tabelle 1 mit den einzelnen Unterpunkten). Die THG-Emissionen der einzelnen Sektoren werden in der vorliegenden Studie für das Kalenderjahr 2020 ermittelt und mit den Jahren 2012 und 2019 (Schmehl et al. 2013; Dumeier et al. 2020) verglichen.

Tabelle 1: Berücksichtigte Sektoren der Stadtwerke Göttingen AG

Sektor	Standort
Wasserversorgung[1)]	- Wasserversorgungsanlagen: Schillerplatz, Springmühle, Weende, Stegemühle
Gasversorgung	- Gasübergabestationen: Elliehausen, Rosdorf - Reglerstationen: Afrika-Denkmal, Akazienweg, ‚Alcan[2)], Am Kampe, Am Toppe, Elswiese, Feuerwehr, Godehardstraße, Grone, Hainholzweg, Holtenser-Berg, Kehrstraße, Leineberg, Lenglern, Maschmühlenweg, Otto-Frey-Brücke, Rube[2)], Stegemühle, Universität[2)] - Verdichter Biogasanlage
Wärmeversorgung	- Heizkraftwerke: Godehardstraße, Groner Tor[3)], Zietenterrassen, Kiesseekarre, - Heizwerke: BioWärmeZentrum[4)], Deneweg[4)], - Mobile Heizzentralen für Versorgungunterbrechung: GöMobil[4)]
Gastankstellen	- Gastankstellen: Esso, Kasseler Landstraße; Aral, Hannoversche Straße
Stromvertrieb	
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	- Wasserkraftwerke: Springmühle, Weende, Stegemühle - Photovoltaik-Anlage: Hildebrandstraße, Hospitalstraße
Parkdienstleistung	- Parkhäuser: Hospitalstraße, Groner Tor
Verwaltung	- Verwaltungsgebäude, Garagen, Werkstatt: Hildebrandstraße

[1)] Inklusive Wasserverlustanalysen und kathodischem Korrosionsschutz.

[2)] Reglerstationen sind im Jahr 2013 in Eigentum der Kunden übergegangen.

[3)] Seit 2019 getrennt vom HKW Godehardstraße erfasst.

[4)] Neu seit 2019.

Die Prozesse der einzelnen Sektoren werden gemäß des Greenhouse-Gas(GHG)-Protokolls (WBCSD und WRI 2011) drei Bezugsbereichen, den sogenannten Scopes, zugeordnet und beinhalten sowohl unternehmenseigene als auch dem Unternehmen vorgelagerte und nachgelagerte Aktivitäten. Für eine nähere Ausführung der berücksichtigten Prozesse der jeweiligen Sektoren wird auf Kapitel 3 verwiesen.

2.2.2 FUNKTIONELLE EINHEIT UND UNTERSUCHTE SZENARIEN

Studien zu THG-Emissionen von Unternehmen werden auf eine funktionelle Einheit bezogen. In der vorliegenden Studie wird ein **Kilogramm CO_2e/Kalenderjahr** als funktionelle Einheit gewählt. Für die zusammenfassende Bilanz in Kapitel 5.2 wird nach DIN EN ISO 14064-1 (2012) die Einheit t CO_2e/Kalenderjahr verwendet.

Bei der Erstellung der betrieblichen CO_2e-Bilanz bleibt das Basisjahr 2012 als Referenz erhalten. Weiterhin werden die Daten der Jahre 2019 und 2020 zum direkten Vergleich herangezogen. Es handelt sich bei dieser Studie um eine Fortführung der Basisstudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG aus dem Jahr 2013 (Schmehl et al. 2013) und der Folgestudien aus den Jahren 2014 (Lühn et al. 2014), 2015 (Lühn et al. 2015), 2016 (Scharpenberg et al. 2016), 2017 (Scharpenberg et al. 2017), 2018 (Scharpenberg et al. 2018), 2019 (Scharpenberg et al. 2019) und 2020 (Dumeier et al. 2020).

2.2.3 SYSTEMGRENZEN

Die Analyse der direkten und der energiebedingten indirekten THG-Emissionen bezieht sich auf die unter Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Geschäftsbereiche der Stadtwerke Göttingen AG. Die betriebliche CO_2e-Bilanz umfasst zusätzlich indirekte Treibhausgasemissionen, die in Verbindung stehen mit

1. dem Bezug von Energieträgern und Ausgangsmaterialien inklusive der vorgelagerten Prozesse wie Produktion und Transport,
2. der Nutzung der von der Stadtwerke Göttingen AG vertriebenen Produkte,
3. der Entsorgung von Abfall inklusive nachgelagerter Prozesse wie Transport sowie
4. An- und Abfahrten sowie Dienstreisen der Mitarbeitenden.

Grundsätzlich werden die Infrastruktur (Gebäude, Straßen, Rohrnetze usw.) und Kapitalgüter (z.B. Maschinen) nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass der Erfassungsaufwand für die Daten in keinem Verhältnis zur Emissionsmenge steht (AGRA-TEG 2013). Des weiteren werden Contracting-Anlagen und Baustellen von der Betrachtung ausgeschlossen. Kohlenstoffspeicherung durch Anpflanzungen sowie andere Formen der Treibhausgasgutschriften werden auf Unternehmensebene nicht bilanziert.

2.2.4 ALLOKATIONSVERFAHREN

In der Regel bringen nur wenige industrielle Prozesse ein einziges Produkt hervor oder basieren auf einer Linearität bei Input und Output, sondern erzeugen sogenannte Kuppelprodukte. Deswegen werden die Stoff- und Energieströme sowie die damit verbundenen THG-Emissionen den verschiedenen Produkten zugeordnet. Für Allokationsvereinbarungen gilt nach DIN EN ISO 14044 (2006) grundsätzlich die Prioritätenfolge:

1. Allokation vermeiden.
2. Allokationsansatz naturwissenschaftlich begründen.
3. Allokationsansatz ökonomisch begründen.

In den folgenden Ausführungen zu den einzelnen Sektoren wird entsprechend dokumentiert, welches Verfahren zur Zuteilung der THG-Emissionen bei mehreren Produkten gewählt wird.

2.2.5 DATENSAMMLUNG UND DATENHERKUNFT

Die Datensammlung ist ausschlaggebend für die Qualität einer THG-Analyse und muss vollständig, nachvollziehbar und zutreffend durchgeführt werden, um zu repräsentativen Werten zu führen.

Für die Datensammlung entwickelte die Professur für Produktion und Logistik der Georg-August-Universität Göttingen bei der Erstellung der Basistudie (2013) Fragebögen zu den in Tabelle 1 beschriebenen Sektoren und Bereichen innerhalb der Systemgrenzen. Diese wurden der Stadtwerke Göttingen AG digital übermittelt und ausgefüllt zurückgesendet. Diese Methodik der Datenerhebung wird an der Universität Duisburg-Essen beibehalten.

Relevante Hintergrunddaten über Energieverbräuche, Transportprozesse und Hilfsmaterialien werden hauptsächlich der Datenbank GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 5.0 (IINAS 2019) und der Ecoinvent-Datenbank Version 3.5 (Ecoinvent 2018) entnommen. Die Datensätze der Datenbank GEMIS sind einschließlich der Dokumentationen öffentlich verfügbar. Die Datensätze der Ecoinvent-Datenbank sind nicht öffentlich zugänglich und werden daher nur verwendet, wenn keine vergleichbaren öffentlich zugänglichen Datensätze vorliegen. Dies trifft in der vorliegenden Studie v. a. auf die Abfallentsorgung zu. Im Vergleich zur Studie des Berichtsjahres 2019 liegen in Einzelfällen aktualisierte Datensätze vor. Im Berichtsjahr 2019 werden die veralteten Datensätze durch die Neuen ersetzt. Zum Erhalt der Vergleichbarkeit werden für die vorliegende Studie auch die kommunizierten Daten der Jahre 2012 und 2019 entsprechend der neuen Datensätzen überarbeitet. Somit ist gewährleistet, dass die Daten innerhalb der Studie eines Jahres vergleichbar sind. Durch diese Aktualisierung der Datensätze auf die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse, ist ein Vergleich von Studien aus unterschiedlichen Berichtsjahren nicht mehr möglich.

Datenlücken, die beispielsweise bei Prozessen zur Biogaserzeugung oder zur Bereitstellung von Chemikalien zur Gasodorierung bestehen, werden über eigene Recherchen vervollständigt. Die Datenquellen sind entsprechend ausgewiesen.

2.2.6 DATENQUALITÄT

Die Qualität der verwendeten Daten kann als „gut“ eingestuft werden. Diese Beurteilung erfolgt anhand folgender Kriterien: Genauigkeit der Daten (gemessen, kalkuliert, berechnet oder aus der Literatur), der Vollständigkeit der Daten, deren Konsistenz (Maß der Einheitlichkeit der Methodik) und der Repräsentativität (geographisch, zeitlich, technologisch) des verwendeten Datenmaterials.

Genauigkeit und Vollständigkeit

- Genauigkeit: Die Studie verweist auf die Datenherkunft und darauf, ob diese gemessen, auf Basis von Unternehmensauskünften berechnet oder aus Datenbanken und/oder Literaturquellen entnommen wurden.
- Vollständigkeit: Alle relevanten Prozesse für die verschiedenen Szenarien wurden betrachtet und berechnet.

Konsistenz und Reproduzierbarkeit

- Konsistenz: Die Primärdaten besitzen ein einheitliches Detaillevel. Im Zuge der Berechnungen wurden kontinuierlich Plausibilitätsprüfungen (Vergleich der Primärdaten und der Ergebnisse der verschiedenen Szenarien) durchgeführt.
- Reproduzierbarkeit: Die Reproduzierbarkeit der Rechengänge ist gegeben, da die Daten und Modelle in Datenbanken gespeichert und verfügbar sind. Hauptsächlich wurden öffentlich verfügbare Daten und international genutzte Datenbanken verwendet.

Repräsentativität

- Zeitliche Abdeckung: Als Basisjahr dient das Jahr 2012. Des Weiteren werden die Emissionen der Jahre 2019 und 2020 berichtet.
- Räumliche Abdeckung: Die Daten werden von den konkreten Standorten der Stadtwerke Göttingen AG bezogen. Geographische Charakteristika der vorgelagerten Prozessketten werden berücksichtigt, wenn es nicht anders ausgewiesen ist.
- Technologische Abdeckung: Material- und Energieproduktion werden nach dem Stand der Technik berechnet.

2.2.7 METHODE ZUR BESTIMMUNG DER KLIMAWIRKSAMKEIT

In dieser Studie wird als Wirkungsindikator für die Klimawirksamkeit der Emissionen das Treibhauspotenzial verwendet. Das Treibhauspotenzial gibt an, welchen Beitrag die betreffende Substanz zum Strahlungsantrieb relativ zur Wirkung von Kohlendioxid aufweist. Aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauern der Treibhausgase in der Troposphäre ist es erforderlich,

einen Zeithorizont zu definieren, für den die Wirkungsabschätzung gelten soll. In dieser Studie wird wie in den vorherigen Studien das Treibhauspotenzial für den Zeithorizont von 100 Jahren berechnet. In den meisten Studien zur Klimabilanzierung und auch in der Datenbank GEMIS wird das Treibhauspotenzial ebenfalls für diesen Zeitraum angegeben. Die in der Basisstudie (Schmehl et al. 2013) und Folgestudie (Lühn et al., 2014) verwendeten Emissionsfaktoren basieren auf den Treibhauspotenzialen des technischen Berichts vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) in (IPCC, 2007). Im Jahr 2013 ist der fünfte IPCC-Sachstandsbericht erschienen, in dem aktualisierte Treibhauspotenziale chemischer Verbindungen publiziert sind. Aus diesem Grund werden für die vorliegende Studie die Treibhauspotenziale aus IPCC (2013) zur Bestimmung der Klimawirksamkeit gewählt und beim Bezug von Emissionsfaktoren aus den Datenbanken Ecoinvent und GEMIS berücksichtigt. In dieser Studie sind in erster Linie die Substanzen Kohlendioxid und Methan relevant. Kohlendioxid weist als Referenzsubstanz ein Treibhauspotenzial von 1 kg CO_2e/kg CO_2 auf. Der Wert für fossiles Methan beträgt 30 kg CO_2e/kg CH_4 und hat sich im Vergleich zum THG-Potenzial aus (IPCC 2007) um 5 kg CO_2e (20 %) erhöht.

3. BESCHREIBUNG DES STOFFSTROMMODELLS DER STADTWERKE GÖTTINGEN AG

Die Stadtwerke Göttingen AG setzt sich aus den Sektoren der Wasser-, Gas-, Fernwärmeversorgung und des Stromvertriebs zusammen. Über unternehmenseigene Wasserkraft- und Photovoltaikanlagen erzeugt die Stadtwerke Göttingen AG zusätzlich Strom auf Basis erneuerbarer Energien, den die Stadtwerke Göttingen AG innerhalb des Unternehmens selbst verbraucht oder in das Stromnetz einspeist. Des Weiteren betreibt die Stadtwerke Göttingen AG zwei Parkhäuser im Innenstadtbereich von Göttingen sowie zwei Zapfsäulen für komprimiertes Erdgas (engl. *compressed natural gas* – CNG). Die Verwaltung der Stadtwerke Göttingen AG hat ihren Sitz in der Hildebrandstraße 1, 37081 Göttingen. In den folgenden Abschnitten werden diese acht Organisationsbereiche unterteilt nach den damit zusammenhängenden direkten (Scope 1), energiebedingten indirekten (Scope 2), vorgelagerten indirekten THG-Emissionen (Scope 3 Upstream) und nachgelagerten indirekten THG-Emissionen (Scope 3 Downstream) gemäß DIN EN ISO 14064-1 (2012) beschrieben.

3.1 WASSERVERSORGUNG

Die Wasserversorgung durch die Stadtwerke Göttingen AG gliedert sich in die Anlagenstandorte Schillerplatz, Springmühle, Weende und Stegemühle. An drei der Standorte wird Wasser aus lokalen grundwasserleitenden Schichten gefördert. Dieses Eigenwasser (20 %) wird mit Harzwasser (80 %) aus der Sösetalsperre[3] gemischt und in das Leitungsnetz der Stadtwerke Göttingen AG gespeist. Wesentliche Anlagenelemente der Wasserversorgung sind somit Wassergewinnungsanlagen, Pumpwerke, Mischstationen und Mischwasserbehälter.

Das Hauptprodukt der Wasserversorgung ist Trinkwasser, welches in das Rohrnetz der Stadtwerke eingeleitet wird. Seit dem Jahr 2018 versorgt die Stadtwerke Göttingen AG zusätzlich den Flecken Bovenden mit Trinkwasser. Der Großteil der Wasserverluste ergibt sich aus den Leckagen im Leitungssystem.

3.1.1 SCOPE 1

Bei der Wasserversorgung fallen innerhalb des Scope 1 die THG-Emissionen an, die durch die Umsetzung von Erdgas in Wärme entstehen. Wärme wird beispielsweise für die konstante Beheizung von Tanks benötigt. Die für den Scope 1 relevanten Energie- und Stoffströme sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Bezugsmenge von Erdgas wird gemessenen Zählerständen entnommen. Die Kohlendioxidemissionen werden über den Emissionsfaktor der Deutschen Emissionshandelsstelle ermittelt (vgl. Abschnitt 4.3). Im Vergleich zum Jahr 2019 hat sich der Einsatz des Energieträgers Erdgas erhöht. Diese Erhöhung ist hauptsächlich auf die geringeren Ausfallzeiten des Kraftwerks im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2019 zurückzuführen.

[3] Die Sösetalsperre liegt im niedersächsischen Teil des Harzes bei Osterode am Harz.

Tabelle 2: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Wasserversorgung

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	424.029	260.673	310.926
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	85.654	52.620	62.807

[1)] Emissionen durch Erdgasverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

3.1.2 SCOPE 2

Zu den in Scope 2 relevanten Prozessen der Wasserversorgung zählen diejenigen, die auf den Bezug von Elektrizität zurückzuführen sind. Bis zum Jahr 2014 hat die Stadtwerke Göttingen AG den gesamten Strombezug vom E.ON-Standardstrom-Tarif auf reinen Ökostrom (im Folgenden insgesamt als „(betriebs-)eigener Ökostrom“ bezeichnet) umgestellt. Hierbei handelt es sich um einen Strommix aus verschiedenen Wasserkraftanlagen. Neben extern betriebenen Wasserkraftanlagen, wird eigenerzeugter Strom aus der Wasserkraftanlage Stegemühle genutzt. Weitere Energieprodukte, wie z.B. Wärme und Dampf, werden nicht verwendet. Die zur Berechnung der energiebedingten indirekten THG-Emissionen verwendeten Energieströme sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die Mengenangaben entstammen betriebsinternen Abrechnungen.

Tabelle 3: Energieströme des Scope 2 der Wasserversorgung

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	1.956.098	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	44.423	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	2.195.439	2.281.844
Wasserkraftstrom[1)]	[kWh]	217.442	191.787	128.582
Gesamt	[kWh]	2.217.963	2.387.226	2.410.426

[1)] Aus unternehmenseigener Anlage.

3.1.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Dem Scope 3 der Wasserversorgung sind die Bereitstellung von Erdgas, dem Korrosionsschutzmittel Metaqua SC-36, dem eigen geförderten Wasser sowie dem Harzwasser zuzuordnen. Zusätzlich sind die eigenen Wasserverbräuche dem Scope 3 zuzurechnen. Die für die Jahre 2012, 2019 und 2020 aggregierten Stoffströme sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Erdgasmenge ist bereits für den Scope 1 abgeleitet worden. Der Eigenverbrauch von Trinkwasser ist über Zähler gemessen worden. Die Volumina von Eigen- und Harzwasser sind über die gesamte eingeleitete Trinkwassermenge und den jeweiligen Anteilen von 20 % Eigenwasser und 80 % Harzwasser abgeleitet worden. Die Menge des Korrosionsschutzmittels Metaqua SC-36 sowie die Transportdistanz werden über das Rechnungswesen erfasst.

Tabelle 4: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Wasserversorgung

Input		2012	2019	2020
Erdgas	[kWh]	424.029	260.493	310.926
Trinkwasser[1)]	[m³]	212	89	128
Metaqua SC-36	[t]	194	219	219
Transport Metaqua SC-36	[km]	307	307	307
Gefördertes Eigenwasser	[m³]	1.572.537	1.832.448	1.855.563
Harzwasser	[m³]	6.290.147	7.329.794	7.422.253

[1)] Aus unternehmenseigener Anlage.

3.2 GASVERSORGUNG

Die Stadtwerke Göttingen AG ist sowohl Vertreiber von Erdgas als auch Netzbetreiber im Raum Göttingen. Das Erdgas bezieht sie als Netzbetreiber über die zwei Gasübernahmestationen „Rosdorf“ und „Elliehausen“ von einem Vorlieferanten. Zur Noteinspeisung befindet sich nordwestlich von Göttingen eine weitere Gasübernahmestation, die direkt mit dem Gasnetz der Avacon AG verbunden ist. Neben den drei Gasübernahmestationen befinden sich im Netzgebiet der Stadtwerke Göttingen AG Gasdruckregel- und Messanlagen (GDRM-Anlagen), um den Druck des hoch verdichteten Erdgases auf dem Weg vom Lieferanten bis zum Endkunden auf das gewünschte Druckniveau in Höhe einiger Millibar Überdruck zu reduzieren.

Bei der betrieblichen CO_2e-Bilanzierung soll die Gasnetzinfrastruktur nicht berücksichtigt werden. Der hohe Erhebungsaufwand zur Erfassung der Gasnetzinfrastruktur steht aufgrund der langen Nutzungsdauer der Gasleitungen und GDRM-Anlagen in keinem Verhältnis zum Nutzen der Datenerhebung.

Im Jahr 2020 wurden die Kunden der Stadtwerke Göttingen AG insgesamt mit 1,28 TWh Erdgas beliefert. Der Großteil des Erdgases (68 %) wurde dabei von den Stadtwerken selber vertrieben und der restliche Anteil (32 %) im Auftrag von Fremdanbietern durchgeleitet.

3.2.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 der Erdgasversorgung sind die THG-Emissionen durch die Konversion des Energieträgers Erdgas in Wärme zuzuordnen. Das Erdgas wird für die Erdgasvorwärmung in den GDRM-Anlagen verfeuert, wobei direkte THG-Emissionen entstehen. Verglichen mit der gesamten Gasabgabemenge (inkl. durchgeleitetes Fremdgas) in Höhe von 1,28 TWh (Stand: 2020) wird nur ein geringer Anteil (0,13 %) als Eigenverbrauch zur Erdgasvorwärmung benötigt. Ein Teil der auf die Erdgasvorwärmung zurückzuführenden THG-Emissionen sind der Durchleitung des Fremdgases zuzuweisen, werden jedoch in der THG-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ebenfalls erfasst, da diese in dem direkten Verantwortungsbereich des Unternehmens liegen. Die Anteile der Emissionen, die auf die durch die Stadtwerke Göttingen AG vertriebene Gasmenge zurückzuführen sind, betragen im Jahr 2020 68 % der in Tabelle 5 ausgewiesenen Erdgas- und Emissionsmengen.

Tabelle 5: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gasversorgung

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	2.356.036	1.952.523	1.649.965
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	475.919	394.410	333.293

[1)] Emissionen durch Erdgasverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

3.2.2 SCOPE 2

Neben der Verbrennung von Erdgas zur Gasvorwärmung wird von den GDRM-Anlagen Strom zum Betrieb der Messanlagen, Regelgeräte/Regler und Armaturen benötigt. Dieser Strom stammt seit 2014 vollständig aus dem betriebseigenen Ökostrom. Analog zu den Energie- und Stoffströmen des Scope 1 gilt auch für den Scope 2, dass für die von den Stadtwerken vertriebene Gasmenge im Jahr 2020 68 % der in Tabelle 6 aufgeführten Strommenge anzusetzen ist. Da der Strombezug jedoch im Verantwortungsbereich der Stadtwerke Göttingen AG liegt, werden die Energieströme vollständig (inkl. diejenigen für das durchgeleitete Fremdgas) in der CO_2e-Bilanz aufgeführt.

Tabelle 6: Energieströme des Scope 2 der Gasversorgung

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	20.348	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	29.981	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	45.243	38.988
Gesamt	**[kWh]**	**50.329**	**45.243**	**38.988**

3.2.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream betrifft die indirekten THG-Emissionen, die mit den vorgelagerten Prozessen der Gasversorgung in Zusammenhang stehen (siehe Tabelle 7). Neben Erdgas wird in geringem Umfang Wasser innerhalb der GDRM-Anlagen benötigt. Das Wasser wird aus dem Leitungsnetz der Stadtwerke Göttingen AG entnommen.

Des Weiteren wird dem Erdgas ein Odorierungsmittel zugesetzt, um die Kunden bei Leckagen durch einen penetranten Geruchsstoff vor der erhöhten Explosionsgefahr zu warnen. Das Odorierungsmittel wird von einem Unternehmen aus Oldenburg bezogen. Die verwendeten Mengen werden aus dem betrieblichen Rechnungswesen abgeleitet. Die Transportdistanz wird über einen Routenplaner abgeschätzt.

Der Bezug von Wasser, Odorierungsmittel und Erdgas aus dem Gasnetz der Stadtwerke Göttingen AG ist sowohl mit dem Vertrieb des Erdgases durch die Stadtwerke Göttingen AG als auch mit der Durchleitung des Fremdgases verknüpft. Die Erdgasmengen, die von dem Vorlieferanten durch die Stadtwerke Göttingen AG erworben werden, beinhalten jedoch lediglich die von der Stadtwerke Göttingen AG vertriebene Erdgasmenge, da sie auf den Verkauf von

Fremdgas keinen direkten Einfluss ausüben kann. Die Stadtwerke Göttingen AG vertreibt neben gewöhnlichem Erdgas auch ein klimaneutral gestelltes Erdgasprodukt.

Tabelle 7: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) der Gasversorgung

Input		2012	2019	2020
Erdgas Vorlieferant[1)]	[kWh]	1.574.991.498	919.797.548	877.750.130
davon:				
klimaneutral gestellt	[kWh]	k.A.	31.912.232	36.272.936
nicht klimaneutral gestellt	[kWh]	k.A.	887.885.316	841.477.194
Erdgas Stadtwerke Göttingen AG	[kWh]	2.356.036	1.952.523	1.649.965
Wasser	[m³]	40	3	5
Odorierungsmittel Gasodor S-Free	[kg]	2.715	2.851	2.613
Transport Odorierungsmittel	[km]	288	288	288

[1)] Eigengas der Stadtwerke Göttingen AG (Vorlieferant ehemals Gas-Union).

3.2.4 SCOPE 3 DOWNSTREAM

Die Stadtwerke Göttingen AG leitet als Netzbetreiber das Erdgas eines Vorlieferanten durch ihr Gasnetz an die Endverbraucher. Beim Endkunden wird das durchgeleitete Erdgas bei der Verbrennung in Wärme umgesetzt. Die THG-Emissionen bei der Verbrennung des Erdgases durch die Endverbraucher liegen nicht im direkten Verantwortungsbereich der Stadtwerke und werden dementsprechend dem Scope 3 Downstream zugeordnet. Die Erdgasmenge, die lediglich für Fremdanbieter durchgeleitet wird, kann nicht von der Stadtwerke Göttingen AG beeinflusst werden und wird somit bei der Berechnung der Emissionen des Scope 3 Downstream nicht berücksichtigt (siehe Tabelle 8). Beim klimaneutral gestellten Erdgas werden die THG-Emissionen durch die Konversion des Erdgases bei den Endkunden durch Emissionsminderungszertifikate klimaneutral gestellt.

Tabelle 8: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gasversorgung

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas[1)]	[kWh]	1.572.635.462	917.845.025	876.100.165
davon:				
klimaneutral gestellt	[kWh]	k.A.	31.912.232	36.272.936
nicht klimaneutral gestellt	[kWh]	k.A.	887.885.316	841.477.194
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[2)]	[kg]	317.672.363	178.958.424	170.525.962

[1)] Eigenvertriebenes Erdgas abzüglich des Eigenverbrauchs im Sektor Gasversorgung, ohne Fremdgas.

[2)] Emissionen durch Erdgasverbrennung, für klimaneutral-gestelltes Erdgas werden keine direkten CO_2-Emissionen bei der Konversion angesetzt (siehe Abschnitt 4).

3.3 FERNWÄRMEVERSORGUNG

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt die Heizkraftwerke (HKW) Godehardstraße, Zietenterrassen, Kiesseekarree und seit November 2018 das Blockheizkraftwerk (BHKW) Groner Tor. Heizkraftwerke liefern die zwei energetischen Nutzprodukte elektrische Energie und Wärme. Bei den Heizkraftwerken der Stadtwerke Göttingen AG handelt es sich um Anlagen auf Basis von Verbrennungsmotoren. Sie werden hauptsächlich mit Gasbrennstoffen betrieben und sind bei den Stadtwerken wärmegesteuert. Die erzeugte Wärme wird über das Fernwärmeleitungsnetz an die Abnehmer abgegeben. Der Strom als Kuppelprodukt[4] wird in das deutsche Stromnetz eingespeist. In diesem Bericht werden das HKW Godehardstraße und das BHKW Groner Tor erstmals separat ausgewiesen.

Neben den Heizkraftwerken, die sowohl Wärme als auch Strom liefern bestehen seit 2019 die Heizwerke Deneweg und das BioWärmeZentrum sowie die mobilen Heizzentralen GöMobil, die nur Wärme liefern.

3.3.1 HKW GODEHARDSTRAßE

Das HKW Godehardstraße versorgt diverse Gebäude in der Innenstadt Göttingens, darunter eine große Anzahl an öffentlichen Gebäuden, mit Fernwärme. Genutzte Energieträger sind Biogas, Biomethan, Erdgas und Heizöl. Insgesamt verfügt das HKW Godehardstraße über sechs BHKW-Module, wovon vier für die Konversion von Biogas betrieben werden. Neben dem HKW war am Standort Godehardstraße eine solarthermische Anlage zur Anhebung der Rücklauftemperatur installiert. Die solarthermische Anlage wurde im Jahr 2017 aufgrund eines Defektes außer Betrieb genommen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird von einer Reparatur abgesehen.

Über ein Fernwärmenetz wird die erzeugte Nutzwärme der HKWs an die Endverbraucher weiterverteilt. Der hohe Stellenwert der Wärmeerzeugung lässt sich auch an der niedrigen Stromkennzahl[5] des HKW-Godehardstraße von $\sigma = 0{,}325$ (Stand: 2020) erkennen.

Das HWK Godehardstraße hat im Jahr 2020 insgesamt rund 18,4 GWh Strom[6] und 56,6 GWh Nutzwärme erzeugt.

3.3.1.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 der HKWs Godehardstraße sind die THG-Emissionen durch die Konversion der Energieträger Erdgas, Biomethan, Biogas und Heizöl in Wärme und Strom zuzuordnen (siehe Tabelle 9). Die Gas- und Heizölströme werden über installierte Zähler erfasst und sind den

[4] Unter Kuppelprodukt versteht man Produkte, die aufgrund von naturgesetzlichen-technischen Gesetzmäßigkeiten im Rahmen eines gemeinsamen Produktionsprozesses entstehen.
[5] Das Verhältnis von elektrischer Leistung zum Nutzwärmestrom wird als Stromkennzahl σ bezeichnet.
[6] In das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge.

Aufzeichnungen zu entnehmen. Die direkten Kohlendioxidemissionen der Ströme werden über die Emissionsfaktoren der Energieträger nach DEHSt (2007) abgeleitet. Die Emissionsfaktoren des Biogases und Biomethans entstammen eigenen Berechnungen (siehe Abschnitt 4.1.2). Die gesamten direkten CO_2e-Emissionen sind im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2019 um 36,4 % gesunken. Diese Reduktion ist auf ein Substitution von Erdgas durch Biogas zurückzuführen. Während in 2019 der Anteil des Energieträgers Erdgas, an den gesamt eingesetzten Energieträgern noch 56 % ausmachte, betrug der Anteil im Jahr 2020 46 %. Gleichzeitig erhöhte sich der Anteil von Biogas von 33 % auf 44 %.

Tabelle 9: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Godehardstraße

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	93.845.995	70.333.480	44.536.115
Biogas	[kWh]	25.963.819	42.026.883	42.594.002
Biomethan	[kWh]	-	13.628.934	9.799.542
Heizöl	[kWh]	690.904	95.579	133.474
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	19.140.671	14.232.787	9.031.799

[1)] Emissionen durch Erdgas- und Heizölverbrennung; Biomethan und Biogas weisen keine direkten fossilen THG-Emissionen auf (siehe Abschnitt 4.3).

3.3.1.2 SCOPE 2

Zum Betrieb des HKWs Godehardstraße wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG im Jahr 2020 über den eigenen Ökostrom-Mix und über die anlageninterne Kraftwärmekopplung (KWK) bezogen hat. Die Strommenge wird über Abrechnungen des betrieblichen Rechnungswesens sowie über die Netzleitwarte quantifiziert. Des Weiteren wird Fernwärme u. a. für die Beheizung der Sozialräume benötigt. Die Menge wird messtechnisch über Zähler erfasst. Tabelle 10 fasst die Energieströme für den Scope 2 zusammen.

Tabelle 10: Energieströme des Scope 2 für das HKW Godehardstraße

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	341.182	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	539.805	492.320
KWK-Strom[1)]	[kWh]	784.733	437.285	333.389
Fernwärme[1)]	[kWh]	114.897	157.252	180.369

[1)] Aus anlageninterner Konversion.

3.3.1.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream setzt sich aus den Bezügen von Erdgas, Biomethan, Biogas, Heizöl, Schmieröl und Trinkwasser zusammen. Heizöl wird von einem Anbieter aus Göttingen bezogen, der seinen Standort in unmittelbarer Nähe des Heizkraftwerks Godehardstraße hat. Das Schmieröl wird von einem Händler aus Brakel sowie einem Händler aus Göttingen erworben. Die Menge an Schmieröl wird dem betrieblichen Rechnungswesen entnommen, wobei

lediglich eine Gesamtsumme für alle Heizkraftwerke ausgegeben wird. Die Aufteilung der Schmierölmengen wird gemäß der produzierten Wärmemenge vorgenommen. Die Zwischenlagerung von Schmieröl und der damit verbundene zeitliche Verzug bis zum Einsatz sowie eventuelle unterschiedliche Bedarfe der Heizkraftwerke werden in diesem Ansatz nicht berücksichtigt. Die für den Scope 3 relevanten Energie- und Stoffströme finden sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die HKW Godehardstraße

Input		2012	2019	2020
Erdgas	[kWh]	93.845.995	70.333.480	44.536.115
Biogas	[kWh]	25.963.819	42.026.883	42.594.002
Biomethan	[kWh]		13.628.934	9.799.542
Solarkollektor	[kWh]	42.077	0	0
Heizöl	[kWh]	690.904	95.579	133.474
Transport Heizöl	[km]	1	1	1
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	10.242	9.000	7.006
Transport Schmieröl	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m³]	4.180	1.434	3.719

3.3.2 BHKW GRONER TOR

Das BHKW Groner Tor ist seit November 2018 in Betrieb. In der Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2018 (Scharpenberg et al. 2019) wurde das BHKW Groner Tor noch gemeinsam mit dem HKW Godehardstraße zu den HKWs Innenstadt zusammen erfasst. Ab dem Berichtsjahr 2019 werden die Energie- und Stoffströme beider Kraftwerke separat erfasst und ausgewiesen. Das BHWK Groner Tor hat im Jahr 2020 insgesamt rund 1,1 GWh Strom[7] und 1,8 GWh Nutzwärme erzeugt.

3.3.2.1 SCOPE 2

Zum Betrieb des BHKWs Groner Tor wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG im Jahr 2020 über den eigenen Ökostrom-Mix und über die anlageninterne Kraftwärmekopplung (KWK) bezogen hat. Die Strommenge wird über Abrechnungen des betrieblichen Rechnungswesens sowie über die Netzleitwarte quantifiziert. Tabelle 12 fasst die Energieströme für den Scope 2 zusammen.

[7] In das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge.

Tabelle 12: Energieströme des Scope 2 für das BHKW Groner Tor

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	254	66

3.3.2.2 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream bezieht sich auf die vorgelagerten Wertschöpfungsketten beim Bezug von Biomethan und Schmieröl (siehe Tabelle 13). Generell gelten für die Erfassung der Stoffströme die Ausführungen von Scope 3 des HKWs Godehardstraße (siehe Abschnitt 3.3.1.3).

Tabelle 13: Energieströme des Scope 3 Upstream für das BHKW Groner Tor

Input		2012	2019	2020
Biomethan	[kWh]		2.697.766	3.578.981
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	-	146	219
Transport	[km]	-	80	80

3.3.3 HKW ZIETENTERRASSEN

Über das HKW Zietenterrassen wird die Fernwärmeversorgung des Wohngebietes im Stadtteil Geismar sichergestellt, welches auf dem ehemaligen Bundeswehrstandort der Zietenkaserne entstanden ist. Die BHKW-Module des HKWs Zietenterrassen werden ausschließlich mit Biomethan befeuert. Zur Abdeckung der Spitzenlasten werden neben den drei BHKW-Modulen zwei Spitzenlastkessel eingesetzt, die überwiegend mit fossilem Erdgas befeuert werden. In geringem Umfang werden die Spitzenlastkessel auch mit Heizöl betrieben.

Für das Jahr 2020 ergibt sich beim HKW Zietenterrassen eine Stromkennzahl σ in Höhe von 0,25. Es wurden insgesamt 13,31 GWh Fernwärme produziert. 10,04 GWh Fernwärme wurden an die Endkunden verkauft und 3,4 GWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist.

3.3.3.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 des HKWs Zietenterrassen sind die Konversion der Energieträger, fossiles Erdgas und Heizöl, in Wärme und Strom zuzuordnen. In Tabelle 14 sind die entsprechenden Energie- und Stoffströme aufgeführt. Für die Erfassung der Mengen gilt die für das HKW Godehardstraße beschriebene Vorgehensweise.

Tabelle 14: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Zietenterrassen

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	5.677.333	9.096.467	9.741.879
Biomethan	[kWh]	12.015.741	12.445.054	11.700.320
Heizöl	[kWh]	1.132	1.836	1.173
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	1.147.122	1.837.975	1.968.172

[1)] Emissionen durch Erdgas- und Heizölverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

Die THG-Emissionen des Scope 1 sind zwischen den Jahren 2019 und 2020 um 7 % gestiegen. Die niedrigen Scope 1 Emissionen sind auf einen vermehrten Einsatz von Erdgas und einem verminderten Einsatz von Biomethan zurückzuführen. Bei der Konversion von Erdgas und Heizöl entstehen THG-Emissionen, während bei der Konversion von Biomethan laut Annahme keine THG-Emissionen angerechnet werden.

3.3.3.2 SCOPE 2

Zum Betrieb des HKWs Zietenterrassen und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG seit 2013 durch den eigenen Ökostrom deckt. Die in Tabelle 15 bezogenen Strommengen liegen über Abrechnungen vor. Der Ökostromverbrauch ist zwischen den Jahren 2019 und 2020 gestiegen.

Tabelle 15: Energieströme des Scope 2 für das HKW Zietenterrassen

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	70.481	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	181.515	213.038

3.3.3.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream bezieht sich auf die vorgelagerten Wertschöpfungsketten beim Bezug von fossilem Erdgas, Biomethan, Schmier- und Heizöl sowie von Trinkwasser (siehe Tabelle 16). Generell gelten für die Erfassung der Stoffströme die Ausführungen von Scope 3 des HKWs Godehardstraße (siehe Abschnitt 3.3.1.3).

Tabelle 16: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Zietenterrassen

Input		2012	2019	2020
Erdgas	[kWh]	5.677.333	9.096.467	9.741.879
Biomethan	[kWh]	12.015.741	12.445.054	11.700.320
Heizöl	[kWh]	1.132	1.836	1.173
Transport Heizöl	[km]	5	5	5
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	1.409	1.734	1.646
Transport	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m³]	100	49	68

3.3.3 HKW KIESSEEKARREE

Über das HKW Kiesseekarree wird die Fernwärmeversorgung des Wohngebietes Kiesseekarree sichergestellt, welches im Süden Göttingens im Stadtteil Geismar liegt. Die Leistungsabgabe des HKWs Kiesseekarree richtet sich nach dem Wärmebedarf des Wohngebietes. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 6,9 GWh Fernwärme erzeugt. 5,4 GWh Fernwärme wurden an die Endkunden verkauft und 1,7 GWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist.

3.3.3.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 des HKWs Kiesseekarree sind die THG-Emissionen durch die Konversion des Energieträgers Erdgas in Wärme und Strom zuzuordnen (siehe Tabelle 17). Bei der Verfeuerung von Biomethan entstehen keine direkten Emissionen in Scope 1.

Tabelle 17: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Kiesseekarree

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	3.271.739	5.599.126	5.260.526
Biomethan	[kWh]	7.232.061	4.816.697	5.467.218
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	660.891	1.131.023	1.026.626

[1)] Emissionen durch Erdgasverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

Die THG-Emissionen des Scopes 1 sind zwischen den Jahren 2019 und 2020 um 9 % gefallen. Dies ist auf einen erhöhten Einsatz von Biomethan zurückzuführen.

3.3.3.2 SCOPE 2

Zum Betrieb des HKWs Kiesseekarree und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG seit dem Jahr 2013 durch den eigenen Ökostrom deckt. Die verwendeten Strommengen entstammen Abrechnungen und sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Energieströme des Scope 2 für das HKW Kiesseekarree

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	27.807	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	16	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	31.863	35.392

3.3.3.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream setzt sich zusammen aus den spezifischen Emissionen der vorgelagerten Wertschöpfungskette beim Bezug von Trinkwasser, Schmieröl, Biomethan und fossilem Erdgas (siehe Tabelle 19). Die Werte der Stoffströme sind über installierte Zähler erfasst worden. Die eingesetzte Menge Schmieröl wird aus Abrechnungen und der produzierten Wärmemenge abgeleitet (siehe auch Abschnitt 3.3.1.3).

Tabelle 19: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Kiesseekarree

Input		2012	2019	2020
Erdgas	[kWh]	3.271.739	5.599.126	5.260.526
Biomethan	[kWh]	7.232.061	4.816.697	5.467.218
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	786	750	863
Transport Schmieröl	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m³]	1.300	5	17

3.3.4 BIOWÄRMEZENTRUM

Das neue BioWärmeZentrum an der Ecke Hildebrandstraße/Maschmühlenweg wurde im Dezember 2019 in Betrieb genommen. Es lieferte im Jahr 2020 19,95 GWh Fernwärme. Als Energieträger werden Holzhackschnitzel genutzt. Emissionen fallen im Scope2 und 3 an.

3.3.4.1 SCOPE 2

Zum Betrieb des BioWärmeZentrums und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG durch den eigenen Ökostrom deckt. Die in Tabelle 20 bezogenen Strommengen liegen über Zählerstände und Abrechnungen vor.

Tabelle 20: Energieströme des Scope 2 für das BioWärmeZentrum

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	22.654	407.874-

3.3.4.2 SCOPE 3 UPSTREAM

Das BioWärmeZentrum nutzt Holzhackschnitzel, die von mehreren Unternehmen im Jahr 2020 bezogen wurden. Die Stoffmengen und Transportkilometer werden über Abrechnungen erfasst.

Tabelle 21: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die HKWs Innenstadt

Input		2012	2019	2020
Holzhackschnitzel	[kWh]	-	439.529	22.415.843
Transport	[km]	-	196	218

3.3.5 HEIZWERK DENEWEG

Im Ortsteil Hetjerhausen entstand 2019 eine Neubausiedlung inklusive eines Nahwärmenetzes. Das Nahwärmenetz wird mit einem Holzpelletkessel versorgt. Emissionen fallen im Scope 2 und 3 an.

3.3.5.1 SCOPE 2

Zum Betrieb des Heizwerks Deneweg und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG durch den eigenen Ökostrom deckt. Die in Tabelle 20 bezogenen Strommengen liegen über Abrechnungen vor.

Tabelle 22: Energieströme des Scope 2 für das Heizwerk Deneweg

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	1.395	3.868

3.3.5.2 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream setzt sich aus den spezifischen Emissionen der vorgelagerten Wertschöpfungskette beim Bezug von Holzpellets zusammen (siehe Tabelle 23). Die eingesetzte Menge Holzpellets wird aus Abrechnungen abgleitet.

Tabelle 23: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Deneweg

Input		2012	2019	2020
Holzpellets	[kWh]	-	83.468	316.167
Transport	[km]	-	21	21

3.3.6 GÖMOBIL

Die mobilen Heizzentralen GöMobil können bei Betriebsunterbrechungen an der Heizanlage oder in einer Bauphase Wärme liefern. Drei dieser mobilen Heizkraftwerke werden mit Öl befeuert, eins mit Holzpellets. Falls die Geräte an Dritte vermietet werden, liegen die entstehenden Emissionen durch Bereitstellung, Transport und Konversion der Energieträger außerhalb der betrachteten Systemgrenzen und werden daher nicht bilanziert. Falls Heizzentralen genutzt werden, um Betriebsunterbrechungen und Ausfälle der Fernwärmeversorgung der Stadtwerke zu überbrücken, werden die Emissionen in der Bilanz berücksichtigt.

3.3.6.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 der mobilen Heizzentralen GöMobil sind die Konversion des fossilen Energieträgers Heizöl in Wärme zuzuordnen. In Tabelle 24 sind die entsprechenden Energie- und Stoffströme aufgeführt. Die Erfassung der gelieferten Mengen an Heizöl und Holzpellets erfolgt auf Grundlage von Abrechnungen der Stadtwerke.

Tabelle 24: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für die mobilen Heizzentralen GöMobil

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Holzpellets[1)]	[kWh]	-	209.437	148.508
Heizöl	[kWh]	-	215.129	611.402
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[2)]	[kg]	-	57.224	162.632

[1)] Heizwert von 4,52 kWh/kg

[2)] Emissionen durch Heizölverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

3.3.6.2 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream setzt sich aus den spezifischen Emissionen der vorgelagerten Wertschöpfungskette beim Bezug von Holzpellets und Heizöl zusammen (siehe Tabelle 25).

Tabelle 25: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für die mobilen Heizzentralen GöMobil

Input		2012	2019	2020
Holzpellets	[kWh]	-	209.437	148.508
Transport Holzpellets	[km]		17	17
Heizöl	[kWh]	-	215.129	611.402
Transport Heizöl	[km]	-	6	11

3.4 GASTANKSTELLEN

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt seit dem Jahr 2001 eine Erdgastankstelle an der ESSO-Tankstelle in der Kasseler Straße. Im Jahr 2006 wurde eine weitere Erdgastankstelle auf dem Gelände der ARAL-Tankstelle in der Hannoverschen Straße installiert. Über die beiden Erdgastankstellen wurden im Jahr 2020 insgesamt 432.558 kg CNG abgesetzt. Damit sank die abgesetzte Erdgasmenge gegenüber dem Vorjahr um 6 %.

3.4.1 SCOPE 1

Beim Betrieb der Erdgastankstellen fallen keine direkten THG-Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Primärenergieträgern in eigenen Anlagen oder Fahrzeugen der Stadtwerke Göttingen AG an. Jedoch entweicht bei der vorgeschriebenen Eichprüfung alle zwei Jahre CNG in die Luft. Das im CNG enthaltene Methan ist ein Treibhausgas mit einem im Vergleich zu Kohlendioxid 30-fachen Wirkfaktor (IPCC 2013). Die emittierte Methanmenge wird mit Hilfe der Heizwerte von CNG (13,54 kWh/kg)[8] und Methan (13,89 kWh/kg)[9] ermittelt (siehe Tabelle 26). Die erste studienrelevante Eichprüfung wurde im Jahr 2013 durchgeführt. In 2019 wurde eine Eichprüfung durchgeführt. In den Jahren 2012 und 2020 gab es keine Eichprüfung. Die anzusetzenden direkten THG-Emissionen für das Jahr 2019 können Tabelle 26 entnommen werden.

Tabelle 26: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gastankstellen

Output		2012	2019	2020
Emissionen				
Methan[1)]	[kg]	-	154,90	-

[1)] Emissionen der Eichprüfung.

[8] Der Heizwert von CNG wird auf Basis des Brennwerts in Höhe von 15,032 kWh/kg nach Angaben der Stadtwerke Göttingen und eines Umrechnungsfaktors von 0,901 nach DIN V 18599 2013 berechnet.

[9] Siehe (Hahne 2004).

3.4.2 SCOPE 2

Zum Betrieb der Verdichter wird Strom benötigt. Hierbei handelt es sich um den betriebseigenen Ökostrom. Im Verhältnis zum Energieinhalt des abgesetzten CNGs nimmt die aufzuwendende Verdichterarbeit mit rund 3 % einen geringen Anteil ein. Die Minderung des Stromverbrauchs zwischen den Jahren 2019 und 2020 kann durch den geringeren Absatz an CNG im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr erklärt werden (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Energieströme des Scope 2 der Gastankstellen

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	255.550	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	178.802	168.244

3.4.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Scope 3 Upstream bezieht sich auf die vorgelagerte Wertschöpfungskette der Bereitstellung von Erdgas (siehe Tabelle 28).

Tabelle 28: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Gastankstellen (in 2020 inkl. Verluste durch Prüfung)

Input		2012	2019	2020
Erdgas	[kg]	628.890	440.464	432.558

3.4.4 SCOPE 3 DOWNSTREAM

Scope 3 Downstream beinhaltet die Prozesse der nachgelagerten Wertschöpfungsstufe, die die Verbrennung des CNGs in den Verbrennungsmotoren der Endkunden umfassen. Die relevanten Treibhausgase bei der CNG-Verbrennung sind Kohlendioxid und Methan, deren Emissionsmengen mit einem Datensatz aus GEMIS 5.0 berechnet werden (vgl. Abschnitt 4.3). Die THG-Emissionen befinden sich nicht im direkten Verantwortungsbereich der Stadtwerke und sind damit nur indirekt durch die Stadtwerke beeinflussbar. Durch den Kauf von „Verified Carbon Standard“ (VCS)-Zertifikaten der Non-Profit Organisation Verra werden seit dem 01.05.2012 die direkten THG-Emissionen bei der Nutzung des bezogenen CNGs klimaneutral gestellt, sodass seit dem Jahr 2013 keine THG-Emissionen im Scope 3 Downstream des Erdgastankstellenbetriebs angerechnet werden (siehe Tabelle 29).

Tabelle 29: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gastankstellen

Input		2012	2019	2020
Energieträger				
Erdgas	[kg]	209.630	-	-
Klimaneutrales Erdgas[1)]	[kg]	419.260	440.464	432.558
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[2)]	[kg]	596.194	0	0
Methan[2)]	[kg]	838,52	0	0

[1)] Klimaneutralisiert durch VCS-Zertifikate.

[2)] Emissionen durch CNG-Verbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

3.5 STROMVERTRIEB

Seit dem Jahr 2013 bietet die Stadtwerke Göttingen AG ihren Kunden eigenen Ökostrom Strom aus 100 % Wasserkraft an (siehe Tabelle 30). Das Herkunftsnachweisregister des deutschen Umweltbundesamtes garantiert den Bezug des reinen Ökostroms. Der Strom wird in zertifizierten Laufwasser,- Speicherwasser- und natürlichen Zuflüssen von Pumpspeicherkraftwerken erzeugt. Mit der Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen sind keine direkten THG-Emissionen verbunden. Neben dem GöStrom für Haushaltskunden bietet die Stadtwerke Göttingen AG Strom für Individualkunden (Großkunden) an. Individualkunden können zwischen konventionellem Strom und Ökostrom wählen. Auch der Ökostrom für Individualkunden wird zu 100 % aus Wasserkraft erzeugt. Bei dem konventionellen Strom handelt es sich um einen Graustrommix der Westfalica GmbH. THG-Emissionen aus dem Stromvertrieb sind gemäß (WBCSD und WRI 2011) dem Scope 3 zuzuordnen.

Tabelle 30: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) des Stromvertriebs

Stromvertrieb		2012	2019	2020
GöStrom	[kWh]	-	58.250.996	59.147.828
Individualkunden mit Öko	[kWh]	-	44.677.983	42.724.160
Individualkunden mit Konv.	[kWh]	-	108.558.212	118.241.910

3.6 STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Die Stadtwerke Göttingen AG verfügt über drei Wasserkraftwerke und drei Photovoltaikanlagen, mit denen elektrische Energie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist wird. Ein Teil des erzeugten Stroms wird von der Stadtwerke Göttingen AG selbst abgenommen (siehe Eigenverbrauch in Tabelle 31).

Bei den Wasserkraftanlagen handelt es sich um ein Laufwasserkraftwerk am Standort Stegemühle, ein traditionelles Wasserrad am Standort Springmühle und eine Rohrturbine am Standort Weende. Die Rohrturbine nutzt die Energie, die mit dem Transport des Harzwassers entlang des Gefälles verbunden ist, und wandelte diese im Jahr 2020 in 857,7 MWh Strom um. Im Laufwasserkraftwerk wird die Fließkraft der Leine in elektrische Energie umgesetzt. Im Jahr 2020 wurden 118,1 MWh (Jahr 2019: 197,1 MWh) durch die Wasserkraftanlage Stegemühle erzeugt. Damit sinkt die Stromerzeugung am Standort Stegemühle im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr. Zusätzlich zu den beiden Wasserkraftanlagen trägt seit dem Frühjahr 2015 ein traditionelles Wasserrad am Standort Springmühle im geringen Maße (26,9 MWh im Jahr 2020) zu der Stromerzeugung bei.

Tabelle 31: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Stromerzeugung durch EE		2012	2019	2020
Wasserkraft, Weende	[kWh]	665.769	526.586	857.737
Wasserkraft, Stegemühle, davon:	[kWh]	265.140	197.160	118.050
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	217.447	166.877	101.683
Einspeisung	[kWh]	47.698	30.283	16.367
Wasserkraft, Springmühle, davon:	[kWh]	-	24.998.	26.979
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	-	24.910	26.889
Einspeisung	[kWh]	-	88	80
Photovoltaikanlagen[1)], Hildebrandstraße, davon:	[kWh]	26.133	99.286	105.561
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	12.311	85.357	91.246
Einspeisung	[kWh]	13.822	13.929	14.315
Photovoltaikanlage, Hospitalstraße	[kWh]		102.999	104.032
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]		37.198	39.190
Einspeisung	[kWh]		65.801	64.842
Gesamt	**[kWh]**	**957.042**	**951.029**	**1.212.349**

[1)]In 2019 wurde eine zusätzliche Photovoltaikanlage auf dem Außenlager installiert.

Eine Photovoltaikanlage ist auf der Garage des Standorts Hildebrandstraße und eine auf dem Verwaltungsgebäude selbst installiert. Seit Februar 2019 erzeugt außerdem eine PV-Anlage auf dem Freilager am Standort Hildebrandstraße Strom. Eine weitere Photovoltaikanlage wird seit dem Jahr 2016 auf dem Dach des Parkhauses Hospitalstraße betrieben. Die Anlage auf dem Dach der Garage dient der Stromversorgung der Garage. Der erzeugte Strom der Anlage des Verwaltungsgebäudes wird in das öffentliche Netz eingespeist. Bei der Anlage auf dem Parkhaus Hospitalstraße werden 37,7 % des Stroms für den Eigenbedarf bzw. den Betrieb des Parkhauses genutzt. Der übrige Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Insgesamt erzeugten die Photovoltaikanlagen im Jahr 2020 209.593 kWh Strom.

Mit der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind in der Regel keine direkten THG-Emissionen verbunden. In diesem Fall werden für den Betrieb der Anlagen keine Aufwendungen für Hilfsenergien verzeichnet, sodass keine Stoff- und Energieströme für die Scopes 1 und 2 zu verzeichnen sind. Dies hat zur Folge, dass im Gegensatz zu der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern die bauliche Vorleistung der Anlagen den alleinigen Anteil an den THG-Emissionen aufweist und nicht mehr vernachlässigt werden kann. Die Aufwendungen zum Bau der Wasserkraft- und Photovoltaikanlagen werden in einem vereinfachten Ansatz der GEMIS-Datenbank entnommen und fließen direkt in die Emissionsfaktoren des Scope 3 ein.

3.7 PARKDIENSTLEISTUNGEN

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt in Göttingen zwei Parkhäuser mit Standorten am Groner Tor und in der Hospitalstraße. Insgesamt konnten im Jahr 2020 354.000 Parkvorgänge verzeichnet werden. Bei der Aufnahme der relevanten Daten ist zu beachten, dass dem Standort Groner Tor ein vermietetes Bürogebäude angegliedert ist, dessen Energieverbrauch

auszuschließen ist. Die realen Verbräuche an Strom und Wärme für das durch die Stadtwerke betriebene Parkhaus können nur geschätzt werden.

3.7.1 SCOPE 1

In beiden Parkhäusern findet keine direkte Konversion von Energieträgern statt, sodass für den Scope 1 keine Energie- und Stoffströme aufzuführen sind.

3.7.2 SCOPE 2

Die in Scope 2 relevanten THG-Emissionen beziehen sich bei den Parkdienstleistungen auf diejenigen, die auf dem Bezug von Elektrizität und Wärme basieren (siehe Tabelle 32). In dem Parkhaus Hospitalstraße wird Strom beispielsweise für die Beleuchtung der Parkflächen sowie für die Elektroheizung verwendet. Seit Juni 2016 werden im Parkhaus Groner Tor zwei Ladestationen für Elektrofahrzeuge mit eigenem Ökostrom betrieben. Die für die Beheizung der Arbeitsräume benötigte Wärme wird aus dem anliegenden Bürohaus bezogen. Die Stromwerte entstammen Abrechnungen, wobei der gesamte Strombedarf mit dem eigenen Ökostrom gedeckt wird. Der Wärmebedarf wird geschätzt.

Tabelle 32: Energieströme des Scope 2 für die Parkdienstleistungen

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	163.823	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	58.536	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	141.406	136.201
Photovoltaikanlage[1)]	[kWh]		37.198	39.190
Wärme	[kWh]	19.010	20.497	18.343

[1)] Neu seit Oktober 2016, nur Eigenverbrauch des Stroms für das Parkhaus.

3.7.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Für den Scope 3 der Parkdienstleistungen ist lediglich der Trinkwasserbezug relevant. Die relevanten Mengen werden über installierte Zähler gemessen. Die den Parkhäusern zugewiesenen Wasserverbräuche sind in Tabelle 33 aufgeführt.

Tabelle 33: Stoffströme des Scope 3 der Parkdienstleistungen

Input		2012	2019	2020
Trinkwasser	[m³]	140	118	177

3.8 VERWALTUNGSSTANDORT

Die Verwaltung der Stadtwerke Göttingen AG hat ihren Sitz in der Hildebrandstraße. Zum Ende des Jahres 2020 sind 178 Mitarbeitende für die Stadtwerke Göttingen AG tätig, wobei ein Teil der Belegschaft Aufgaben an den Standorten der Wasser-, Gas- und Wärmeversorgung sowie der Parkhäuser wahrnimmt und nicht durchgängig im Verwaltungsgebäude anwesend ist. Auf dem Standortgelände befinden sich neben dem Verwaltungsgebäude Werkstätten und

Garagen sowie Lagerflächen. Ebenso erfolgt über den Verwaltungsstandort die Entsorgung von Abfällen. Der Einsatz der Notstromaggregate ist streng genommen den anderen Versorgungssektoren zuzuordnen. Die Datenlage lässt jedoch eine Aufteilung der Kraftstoffverbräuche nicht zu, da diese Daten nur aggregiert erfasst werden.

In den folgenden Abschnitten werden die Aktivitäten auf dem Verwaltungsstandort den einzelnen Scopes zugeordnet und beschrieben.

3.8.1 SCOPE 1

Am Verwaltungsstandort Hildebrandstraße fallen in Scope 1 Emissionen durch die Verbrennung von Erdgas für die Kantine sowie durch den Verbrauch von Kraftstoffen in unternehmenseigenen Fahrzeugen sowie Notstromaggregaten an. Aus diesem Grunde werden die damit zusammenhängenden THG-Emissionen pauschal dem Verwaltungsbereich zugewiesen. Für das Jahr 2020 liegen die CNG-Verbräuche getrennt nach Nutzung der beiden stadtwerkeeigenen Tankstellen und der Nutzung betriebsfremder Tankstellen vor. Der Treibstoff an den beiden Erdgastankstellen der Stadtwerke Göttingen AG ist seit Mai 2012 klimaneutral gestellt. Bei Nutzung der betriebsfremden Tankstellen wird dagegen für den CNG-Verbrauch keine Klimaneutralität angenommen.

Die dem Scope 1 zuzuweisenden Stoff- und Energieströme werden Fahrtenbüchern, Abrechnungen sowie Zählerständen entnommen und sind in Tabelle 34 aufgelistet.

Tabelle 34: Energie- und Stoffströme des Scope 1 des Verwaltungsstandorts

Input		**2012**	**2019**	**2020**
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	3.732	2.159	1.700
CNG	[kg]	5.165	6	0
klimaneutrales CNG	[kg]	10.330	8.291	7.563
Benzin	[l]	12.609	14.551	12.279
Diesel	[l]	19.210	27.791	32.673
Output				
Emissionen				
Kohlendioxid[1)]	[kg]	90.368	100.443	106.862
Methan[1)]	[kg]	21	-	-

[1)] Emissionen durch Verbrennung von Erdgas und Kraftstoffen (siehe Abschnitt 4.3).

3.8.2 SCOPE 2

In Scope 2 fällt der Bezug von Strom und Wärme (siehe Tabelle 35) an. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine Etage des Verwaltungsgebäudes an die EAM GmbH & Co. KG untervermietet ist. Der Verbrauch von EAM wird nicht quantitativ erfasst, sondern lediglich pauschal abgerechnet. Aus diesem Grunde ist die Strom- und Wärmemenge, die alleinig der Stadtwerke Göttingen AG zuzuteilen ist, nur über eine Abschätzung nach der vermieteten Grundfläche zu ermitteln. Vereinfacht wird somit angenommen, dass die Stadtwerke Göttingen AG für 75 % der abgerechneten Strom- und über Zähler abgelesene Wärmeverbräuche verantwortlich ist.

Tabelle 35: Energieströme des Scope 2 des Verwaltungsstandorts

Input		2012	2019	2020
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	374.717	-	-
Eigener Ökostrom	[kWh]	-	274.973	288.324
Photovoltaik-Strom[1)]	[kWh]	12.311	85.357	91.246
Fernwärme[1)]	[kWh]	907.133	774.244	743.936

[1)] Aus unternehmenseigener Anlage.

3.8.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Dem Scope 3 Upstream sind diejenigen indirekten THG-Emissionen zuzuweisen, die mit den vorgelagerten Prozessen aufgrund der Materialbeschaffung sowie der Dienstreisen und der An- und Abfahrten der Mitarbeitenden zusammenhängen. Des Weiteren fallen die Bereitstellung der Energieträger sowie der Verbrauch von Wasser in den Scope 3 Upstream. Für eine bessere Übersicht werden im Folgenden die relevanten Stoffströme und Transporte nach Materialbeschaffung, Energieträger- und Wasserbereitstellung, Dienstreisen sowie An- und Abfahrten der Mitarbeitenden getrennt dargestellt.

3.8.3.1 MATERIALBESCHAFFUNG

Bei der Materialbeschaffung für den Verwaltungsbereich werden die Güter berücksichtigt, bei denen davon ausgegangen wird, dass sie eine kurze Nutzungsdauer aufweisen und zu hoher Wahrscheinlichkeit im Jahr der Anschaffung aufgebraucht werden. Materialien, die beispielsweise von der Bilanzierung ausgeschlossen werden, sind Glühbirnen, Visitenkarten, Zeitschriften und Stifte. Ebenso werden langlebige Gebrauchs- und Einrichtungsgegenstände nicht bilanziert. Des Weiteren können Materialien nicht einbezogen werden, für die keine Emissionsfaktoren vorliegen und wo der zusätzliche Erfassungsaufwand in keinem Verhältnis zu der erwarteten Emissionsmenge steht. Im Wesentlichen konzentrieren sich die betrachteten Stoffströme auf die Papierverbräuche der Stadtwerke Göttingen AG. Die Papiergewichte werden aus den bestellten Mengen, die vom betrieblichen Rechnungswesen erfasst werden, ermittelt. Die Stoffströme und die damit verbundenen Transporte sind in Tabelle 36 aufgeführt. Die Transportdistanzen werden über den Lieferanten und einen Routenplaner abgeschätzt.

Tabelle 36: Scope 3 (Upstream) der Materialbeschaffung

Input			2012	2019	2020
Papier					
	Kopierpapier	[kg]	4.600	4.512	3.187
	Briefpapier und Umschläge	[kg]	337	480	96
Transporte					
	Kopierpapier	[km]	420	249	253
	Briefpapier und Umschläge	[km]	4	4	4

3.8.3.2 ENERGIETRÄGER- UND TRINKWASSERBEREITSTELLUNG

Für die Betankung der Dienstfahrzeuge ist die Bereitstellung von Diesel, Benzin und CNG erforderlich. Des Weiteren werden Erdgas für die Betriebskantine und Trinkwasser als Lebensmittel für die Mitarbeitenden (Zubereitung von Heiß- und Kaltgetränken) sowie für die Sanitäranlagen benötigt. Die anfallenden Stoffströme sind über Abrechnungen sowie Zähler erfasst worden und in Tabelle 37 zusammengestellt.

Tabelle 37: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Energieträger- und Trinkwasserbereitstellung

Input			2012	2019	2020
Kraftstoffe					
	Benzin	[l]	12.609	14.551	12.279
	Diesel	[l]	19.210	27.791	32.673
	CNG	[kg]	15.495	8.291	7.197
Erdgas		[kWh]	933	2.159	1.700
Trinkwasser		[m³]	2.194	1.633	1.448

3.8.3.3 DIENSTREISEN

Für Dienstreisen nutzen die Mitarbeitenden der Stadtwerke Göttingen AG als Transportmittel die Deutsche Bundesbahn einschließlich Taxi und öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowie eigene PKWs und Dienstfahrzeuge. Im Folgenden werden die Dienstreisen ohne die Dienstfahrzeuge betrachtet, da die mit den Dienstfahrzeugen verbundenen THG-Emissionen bereits in Scope 1 im Abschnitt 3.8.1 einbezogen sind.

Die Dienstfahrten werden in der Buchhaltung der Stadtwerke Göttingen AG mit Angaben zum Reiseziel und den benutzten Verkehrsmitteln erfasst. Tabelle 38 gibt die Dienstreisen aggregiert für die einzelnen Verkehrsmittel wieder. Die Angaben zu den mit der Deutschen Bundesbahn zurückgelegten Personenkilometern sind geschätzt, da das elektronische Kursbuch keine Angaben für den Fernverkehr aufführt[10]. Eine detaillierte Liste der Zielbahnhöfe mit der Anzahl der Dienstreisen ist der Tabelle 68 im Anhang zu entnehmen. Es ist zu erkennen, dass die Anzahl der zurückgelegten Personenkilometer (P.km) im Vergleich zur Vorstudie (Dumeier et al. 2020) um rund 135.409 P.km abgenommen hat. Dies ist zum großen Teil auf die Covid-19-

[10] Siehe https://www.bahn.de/p/view/service/fahrplaene/kubu_updates_index.shtml. Letzter Zugriff: 19.07.2019.

Pandemie und damit verbundenen Maßnahmen zur Einschränkung der Mobilität zurückzuführen.

Tabelle 38: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die Dienstreisen

Verkehrsmittel		2012	2019	2020
Deutsche Bundesbahn	[P.km[1)]]	81.722	152.640	20.486
Taxi	[P.km[1)]]	686	177	6
Öffentlicher Personennahverkehr (Bus)	[P.km[1)]]	16	836	30
Privat-Pkw, Benzin	[P.km[1)]]	2.910	1.078	97
Privat-Pkw, Diesel	[P.km[1)]]	2.410	1.328	120
Privat-Pkw, LPG	[P.km[1)]]	196	100	9

[1)] Personenkilometer

Aufgrund des verhältnismäßig hohen Datenerhebungsaufwand und der geringen Beteiligung der Mitarbeiter wurde, im Gegensatz zu den eingangs erwähnten Vorstudien, in diesem Jahr auf eine Mitarbeiterbefragung zur Erhebung der PKW-Kraftstoffe und Durchschnittsverbräuche verzichtet. Daher wurde in der vorliegenden Studie mit Durchschnittswerten der Erhebungen aus den Jahren 2012 bis 2017 zu den Fahrzeugverbräuchen und der Verteilung der PKW-P.km auf die Kraftstoffarten gerechnet (siehe hierzu auch Abschnitt 4.6).

3.8.3.4 AN- UND ABFAHRTEN DER MITARBEITENDEN

Innerhalb des Pendlerverkehrs wurden in den vorangegangenen Studien die privaten An- und Abfahrten der Mitarbeitenden zum Dienststellenort basierend auf einer Mitarbeiterbefragung nach den Verkehrsmitteln aufgeschlüsselt (Scharpenberg et al. 2018; Schmehl et al. 2013). Eine Zusammenfassung der zurückgelegten Strecken für die einzelnen Verkehrsmittel ist für die Jahre 2012 und 2017 in Tabelle 39 dargestellt. Hierbei handelt es sich um die kumulierten Entfernungen. Die Pkws werden hierbei nach der Motorisierung in Diesel, Benzin, LPG und CNG unterschieden. Die Streckenentfernung der Deutschen Bundesbahn wird aufgrund bereits erwähnter Gründe geschätzt. Vernachlässigt werden die Strecken, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden, da hiermit keine THG-Emissionen verbunden sind. Unter ‚übrige Mitarbeitende' werden die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden geschätzt, deren genaue Daten aufgrund von Abwesenheit (krankheits- oder urlaubsbedingt) im Erhebungszeitraum nicht erfasst werden konnten.

Unter ‚Durchschnitt Mitarbeitende' werden die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden für das Jahr 2020 geschätzt sowie die nach der Datenerhebung fehlenden Mitarbeitenden aus dem Jahr 2017 zusammengefasst. Wie bei den Dienstfahrten mit privaten PKWs standen Nutzen und Aufwand der detaillierten Datenerhebung in keinem Verhältnis. Daher wird für das Jahr 2020 auf die durchschnittlichen P.km der Mitarbeiter An- und Abfahrten aus den vergangenen Jahren 2012 bis 2017 zurückgegriffen. Die Anzahl insgesamt gefahrener P.km wurde über die Anzahl der am Verwaltungsstandort eingestellten Mitarbeitenden extrapoliert.

Aufgrund der Covid-19-Pandemie und dem daraus resultierenden Anstieg der Homeoffice-Nutzung in Unternehmen, ist für den Betrachtungszeitraum 2020 eine Abnahme der An- und

Abfahrten der Mitarbeitenden zu verzeichnen. Um die aktuellen Ab- und Anfahrten quantitativ darstellen zu können, werden die historischen Werte um einen allgemeinen Faktor reduziert. Bei der Wahl des Faktors wird sich auf eine Studie des ifo Institut (2020) berufen. Laut der Befragung stieg der Anteil der Belegschaft, der während der Pandemie im Homeoffice arbeitete, im Vergleich zu vor der Pandemie, um 22 %. Als Beginn der erhöhten Home Office Nutzung im Unternehmen wird der erste Lockdown am 22. März 2020 angenommen, wodurch der Faktor aufgrund der noch regulär zurückgelegten Arbeitswege im Januar und Februar (58 von 262 Arbeitstagen) gewichtet werden muss. Es wird somit eine Reduzierung der Personenkilometer von 17 % angenommen.

Tabelle 39: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden (Hin-und Rückfahrt)

Verkehrsmittel		2012	2019	2020
Deutsche Bundesbahn	[P.km[1)]]	63.102	-	-
Öffentlicher Personennahverkehr (Bus)	[P.km[1)]]	27.896	-	-
Motorrad, Benzin	[km]	890	-	-
Pkw, Benzin	[km]	344.084	-	-
Pkw, Diesel	[km]	180.654	-	-
Pkw, CNG, klimaneutral	[km]	-	-	-
Pkw, LPG	[km]	12.878	-	-
Übrige Mitarbeitende	[P.km[1)]]		-	-
Durchschnitt Mitarbeitende	[P.km[1)]]	-	807.544	666.517

[1)] Personenkilometer.

3.8.4 SCOPE 3 DOWNSTREAM

Der Scope 3 Downstream umfasst alle nachgelagerten Prozesse, die nicht in den direkten Kontrollbereich der Stadtwerke Göttingen AG fallen. Hierunter sind für den Verwaltungsstandort in der Hildebrandstraße in erster Linie die Entsorgungsprozesse zu nennen.

Die entsorgten Abfallmengen werden von der Stadtwerke Göttingen AG getrennt nach Abfallschlüssel erfasst. Tabelle 40 gibt die relevanten Abfallmengen mit den dazugehörigen Transportdistanzen an. Abfall, der verwertet wird (Gelber Sack), wird mengenmäßig nicht ermittelt und kann demzufolge bei der THG-Bilanz nicht berücksichtigt werden. Die Transportdistanzen werden über den Sitz des Entsorgungsunternehmens und einen Routenplaner berechnet.

Die Stoffströme „*Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten*“ und „*Boden und Steine mit Ausnahme der, die gefährliche Stoffe enthalten*“ konnten nicht durch den zuständigen Entsorgungsbetrieb quantifiziert werden. Da diese in den vergangen Jahren einen beträchtlichen Anteil ausmachten wird in dieser Studie der Durschnitt der letzten beiden Jahre verwendet.

Tabelle 40: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Downstream) des Verwaltungsstandorts

Abfallart	2012	2019 Menge [t]	2020	Transport-distanz [km]
Sieb- und Rechenrückstände	-	14,64	18,40	19
Papier, Pappe, Kartonagen	13,7	10,87	10,87	2
Biomüll	3,1	-	0,07	8
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	-	-	-	3
Eisen und Stahl	33,7	49,38	31,79	2
Holz	-	0.54	-	5
Aufsaug- und Filtermaterialien	0,5	0,72	0,81	2
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	-	0,46	0,25	2
nichtchlorierte Maschinen-,Getriebe- und Schmieröle	6,7	11,52	8,46	142
Restmüll	11,4	11,4	-	3
Transformatoren und Kondensatoren die PCB enthalten	-	0,02	-	2
Alkalibatterien	-	-	-	2
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten[1)]	-	6.343,7	4656,5	14
Boden und Steine mit Ausnahme der, die gefährliche Stoffe enthalten[1)]	-	11.993,97	12.100,3	8
Gemischte Metalle	-	0,09	-	2
Schlämme aus Abfallbehandlung	1,0	-	-	5
Schlämme aus Öl- und Wasserabscheidern	3,0	-	-	5
Lösemittel, Lösemittelgemische	0,8	-	-	96
Kohlenteerhaltige Bitumengemische	-	3.230,22	-	14
Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält	-	1,97	-	15,1

[1)] Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019.

4. BESCHREIBUNG DER VERWENDETEN THG-EMISSIONSFAKTOREN

In Abschnitt 3 wurden die Stoff- und Energieströme innerhalb der Sektoren den Scopes 1-3 zugeordnet. Für die quantitative Bestimmung von Treibhausgasen der Stoff- und Energieströme, die pro Kalenderjahr aus den Aktivitäten der Stadtwerke Göttingen AG resultieren, ist die Auswahl und Entwicklung von Emissionsfaktoren erforderlich. Nach DIN EN ISO 14064-1 (2012) ist unter dem THG-Emissionsfaktor[11] derjenige Faktor zu verstehen, der die Tätigkeitsdaten einer Organisation mit den THG-Emissionen verknüpft. Bei der Auswahl und Entwicklung von Emissionsfaktoren sind die Aktualität, Anerkennung sowie Eignung der Quelle maßgebend (DIN EN ISO 14064-1 2012).

In den folgenden Abschnitten werden die verwendeten Emissionsfaktoren und ihre Quellen beschrieben, die zum größten Teil mit denen der Basisstudie (Schmehl et al. 2013) und der Folgestudie (Lühn et al. 2014) übereinstimmen. Für einige Emissionsfaktoren liegen überarbeitete und aktualisierte Datensätze vor, sodass sich Abweichungen zu den vorherigen Studien ergeben (siehe Abschnitt 2.2.5).

Zum überwiegenden Teil können die Emissionsfaktoren entsprechenden Datenbanken zur Lebenszyklusbilanzierung entnommen werden. Liegen keine geeigneten Emissionsfaktoren in den verwendeten Datenbanken (siehe Abschnitt 2.2.5) vor, werden diese über eigene Berechnungen und Literaturstudien abgeleitet. Die Emissionsfaktoren werden nach den Bereichen Bereitstellung und Umsetzung von Energieträgern, Bereitstellung von Strom und Wärme, Transport, Bereitstellung von Ausgangsmaterialien sowie der Abfallentsorgung unterschieden. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind ergänzend in Tabelle 69 im Anhang zusammengefasst.

Ein weiterer relevanter Bereich sind die materiellen und energetischen Produkte, die von der Stadtwerke Göttingen AG selbst bereitgestellt werden. Die Sektoren werden differenziert betrachtet, jedoch besteht durch Eigenverbräuche ein intersektoraler Bezug unternehmenseigener Produkte. Daher ist eine Allokation von Stoff- und Energieströmen und demzufolge den THG-Emissionen zu einzelnen Produkten der Stadtwerke Göttingen AG erforderlich.

4.1 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DIE BEREITSTELLUNG VON ENERGIETRÄGERN

Die Stadtwerke Göttingen AG bezieht fossile und biogene Energieträger. Zu Ersteren sind Erdgas, Heizöl und Automobilkraftstoffe zu zählen. Des Weiteren erwirbt die Stadtwerke Göttingen AG Biogas zur Umsetzung im Heizkraftwerk Godehardstraße (siehe Kapitel 3.3.1.1), Biomethan für den Betrieb der BHKW-Module an den Standorten Godehardstraße, Groner Tor, Zietenterrassen und Kiesseekarree sowie Holzhackschnitzel für den Betrieb des

[11] Im Folgenden wird aus Gründen der Übersichtlichkeit für den Begriff Treibhausgas-Emissionsfaktor die kürzere Bezeichnung Emissionsfaktor gewählt.

BioWärmeZentrums sowie Holzpellets für den Betrieb des HWK Deneweg und der mobilen Heizzentralen.

4.1.1 FOSSILE ENERGIETRÄGER

Die THG-Emissionen, die mit der Bereitstellung fossiler Energieträger verbunden sind, werden der Datenbank GEMIS Version 5.0 (IINAS 2019) entnommen. Die Datensätze zu den Kraftstoffen Benzin und Diesel enthalten hierbei die gesetzlich geforderten biogenen Anteile auf Basis von Ethanol und Rapsmethylester. Für die Umrechnung auf die in Tabelle 41 dargestellten Emissionsfaktoren werden die Eigenschaftsprofile der entsprechenden Energieträger aus GEMIS verwendet.

Tabelle 41: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von fossilen Energieträgern

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO_2e]	Bezugsgröße	Quelle (Datensatz)
Erdgas aus Hochdruckleitung	0,027	[kWh]	(IINAS 2019) (Pipeline\Gas-DE-2020-mix)
Heizöl, ab Regionallager[1)]	0,039	[kWh]	(IINAS 2019) (Raffinerie\Öl-leicht-DE-2020)[1)]
Diesel, ab Tankstelle[2)]	0,477	[l]	(IINAS 2019) (Tankstelle\Diesel-DE-2020 (inkl. Bio))[2)]
Benzin, ab Tankstelle[3)]	0,555	[l]	(IINAS 2019) (Tankstelle\Benzin-DE-2020 (inkl. Bio))[3)]

[1)] Unter Einbezug eines Transports von 300 km.

[2)] Diesel: unterer Heizwert = 11,84 kWh/kg; Dichte = 0,832 kg/l.

[3)] Benzin: unterer Heizwert = 12,00 kWh/kg; Dichte = 0,794 kg/l.

4.1.2 BIOGAS DER BIOGAS GÖTTINGEN GMBH & CO. KG

Die Stadtwerke Göttingen AG setzt im HKW Godehardstraße seit dem Jahr 2012 Biogas der Biogas Göttingen GmbH & Co. KG aus Rosdorf ein. Der Emissionsfaktor für das bezogene Biogas wurde in den vorangegangenen Studien entsprechend des in der Basisstudie entwickelten Berechnungsverfahren (Schmehl et al. 2013) ermittelt und jährlich aktualisiert. Die Bereitstellung des Biogases wird hierbei in die Prozesse der Substratbereitstellung und Biogaserzeugung unterteilt. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass durch die Vergärung des eingesetzten Wirtschaftsdüngers Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management gemindert (Rösemann et al. 2017, S. 86 f.) sowie durch den Einsatz von Gärrest Mineraldünger substituiert werden.

In den vergangenen Studien zeigten sich lediglich geringfügige Änderungen des Emissionsfaktors durch Änderungen der Betriebsführung der Biogasanlage. Der aufwändig ermittelte Emissionsfaktor wird allerdings lediglich für die Berechnungen von Emissionen aus der Fernwärmebereitstellung, die kein Bestandteil der SCC-Zertifizierung ist, benötigt. Daher wird im Rahmen vorliegender Studie auf eine weitere Aktualisierung des Emissionsfaktors verzichtet und fortlaufend mit dem Emissionsfaktor für Biogas sowie Biomethan aus 2016 gerechnet.

ZUSAMMENFASSUNG FÜR DEN BIOGAS-EMISSIONSFAKTOR

Der Emissionsfaktor für Biogas setzt sich aus den THG-Emissionen für die Biogasbereitstellung und den THG-Minderungen aus dem Düngewert des Gärrests und aus dem alternativen Wirtschaftsdünger-Management zusammen. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 42 als Übersicht aufgeführt. Unter Berücksichtigung einer bereitgestellten Netto-Biogasmenge von 71.189 MWh Biogas ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,05 kg CO_2e/kWh.

Tabelle 42: Zusammenfassung des Emissionsfaktors für Biogas

Biogasbereitstellung	[t CO_2e]	5.619,83
Gutschrift durch Gärrest	[t CO_2e]	-1.071,83
Gutschrift durch Behandlung Wirtschaftsdünger	[t CO_2e]	-955,64
Gesamt[1)]	**[t CO_2e]**	**3.592,36**
Pro kWh Biogas	**[kg CO_2e/kWh]**	**0,05**

[1)] Bei einer Gesamtausbeute von 71.959 MWh Biogas inkl. Berücksichtigung des Wärmebedarfs.

4.1.3 BIOMETHAN

Die Stadtwerke Göttingen AG bezieht von einem Vorlieferanten virtuelles Biomethan, welches in den Heizkraftwerken Godehardstraße, Groner Tor, Zietenterrassen und Kiesseekarree in Strom und Wärme umgesetzt wird. Bei Biomethan handelt es sich um Biogas, welches zu Erdgasqualität aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist wird. In Tabelle 43 sind die einzelnen Bestandteile des Emissionsfaktors für Biomethan der Stadtwerke Göttingen AG dargelegt (Schmehl et al. 2013). Die Berechnungen beziehen sich aus denselben Gründen wie für das Biogas (vgl. Abschnitt 4.1.2) auf das Berichtsjahr 2016. Es gelten die Anforderungen des EEG 2009 (Erneuerbare Energien Gesetz). Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Biomethans ergibt sich zu 0,09 kg CO_2e/kWh.

Tabelle 43: Zusammensetzung des Emissionsfaktors für Biomethan

Biogasbereitstellung	[kg CO_2e/kWh]	0,05
Strombedarf für Aufbereitung (0,5 kWh Strom/Nm³ Rohgas)[1)]	[kg CO_2e/kWh]	0,04
Methanemissionen bei der Aufbereitung (0,5 %)[2)]	[kg CO_2e/kWh]	0,01
Gesamt	**[kg CO_2e/kWh]**	**0,09[3)]**

[1)] 0,5 kWh Strom/Nm³ Rohgas entspricht bei einem Heizwert von 6,47 kWh/Nm³ (IINAS 2019) 0,077 kWh Strom/kWh Rohgas.

[2)] Bei einem Heizwert von 13,89 kWh/kg Methan nach (Hahne 2004) enthält 1 kWh Biogas 0,072 kg Methan. Der Wirkungsfaktor ist nach (IPCC 2013) mit 30 kg CO_2e/kg Methan angesetzt.

[3)] Aufgrund gerundeter Werte.

4.1.4 HOLZPELLETS UND HOLZHACKSCHNITZEL

Die Stadtwerke Göttingen AG bezieht Holzpellets sowie Holzhackschnitzel von diversen Lieferanten. Bei der Herstellung von Holhackschnitzeln und Holzpellets fallen Emissionen an, die für die Bereitstellung entsprechend bei der Stadtwerken angesetzt werden. Die Emissionen werden der Datenbank GEMIS Version 5.0 entnommen (IINAS 2019). Für die Herstellung von Holzpellets wird Strom benötigt, da der Hersteller der Holzpellets in Deutschland sitzt, wird

der Emissionsfaktor in GEMIS angepasst in dem der Hilfsfaktor Strom (Netz-el-EU-2020-lokal) ersetzt wird (Strom Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2020). Die entsprechenden Emissionsfaktoren sind in Tabelle 44 abgebildet.

Tabelle 44: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Holzhackschnitzeln und Holzpellets

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO_2e]	Bezugs-größe	Quelle (Datensatz)
Holzpellets ab Werk	0,025	[kWh]	(IINAS 2019) (Fabrik\Holz-EU-Wald-Pellets-2020) [1)]
Holzhackschnitzel ab Werk	0,011	[kWh]	(IINAS 2019) (Hacker-gross\Holz-EU-KUP-Hackschnit-zel-2020)

[1)] angenommener Strommix Strom Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2020 (IINAS 2019)

4.2 EMISSIONSFAKTOREN FÜR ROHSTOFFE UND AUSGANGSMATERIALIEN

In der betrieblichen CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG sind neben den Energieträgern auch die materiell genutzten Rohstoffe zu berücksichtigen. In dieser Studie sind in erster Linie Wasser, Papier, Gasodorierungsmittel und Schmieröl relevant, deren Emissionsfaktoren in den nächsten Abschnitten hergeleitet werden. Für das Korrosionsschutzmittel Met-aqua SC-36, das für die Wasserversorgung benötigt wird, ist aufgrund der schlechten Datenlage kein Emissionsfaktor zu ermitteln.

4.2.1 WASSER

Das Trinkwasser in Göttingen wird zum überwiegenden Anteil (80 %) aus der Sösetalsperre im Harz bezogen und zum restlichen Anteil aus dem Göttinger Grundwasser. Dem Göttinger Grundwasser werden keine THG-Emissionen zugewiesen, weil es direkt aus der Umwelt entnommen wird. Dem Harzer Wasser werden ebenfalls keine THG-Emissionen hinterlegt, da davon ausgegangen wird, dass die Vorleistungen vernachlässigbare THG-Emissionen aufweisen. Zum einen werden die erforderlichen Pumpaufwendungen so gering wie möglich gehalten, indem das natürliche Gefälle genutzt wird und positive Höhenunterschiede vermieden werden. Zum anderen wird die für die Pumpen benötigte Energie aus unternehmenseigenen, emissionsarmen Wasserkraftwerken bezogen.

4.2.2 PAPIER

Beim bilanzierten Papier handelt es sich in erster Linie um holzfreies, ungestrichenes Kopierpapier, das im Standardformat A4 durch die Stadtwerke Göttingen AG bezogen wird. Der Emissionsfaktor für die Herstellung des Kopierpapiers und der Briefumschläge wird dem Datensatz „paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill, RER“ der Ecoinvent-Datenbank v.3.5 entnommen. Der Emissionsfaktor zur Bereitstellung von Papier hat sich aufgrund eines Updates der Datenbank leicht verändert und beträgt nun 0,813 kg CO_2e/kg angegeben.

Zusätzlich wird der Transport von der Produktionsstätte bis zum regionalen Einzelhändler berücksichtigt.

4.2.3 ODORIERUNGSMITTEL

Die Stadtwerke Göttingen AG gibt dem Erdgas nach Abnahme aus dem Hochdrucknetz das Odorierungsmittel Gasodor® S-Free hinzu. Analog zur Folgestudie (Lühn et al. 2014) wird der Emissionsfaktor für das Odorierungsmittel Gasodor® S-Free über den vereinfachten Ansatz über die Ausgangssubstanzen für die Herstellung sowie die Reaktionsgleichung hergeleitet.

Tabelle 45: Substanzmengen und Emissionsfaktoren für Gasodor® S-Free

Substanz	Menge [kg]	Emissionsfaktor [kg CO_2e/kg]	Datensatz in Ecoinvent 3.5
Acrylsäure	0,720	1,97	acrylic acid production, RER
Ethanol	0,460	1,21	market for ethanol, without water, in 99.7% solution state, from ethylene
Ethylacrylat	1	1,97	
Ethylacrylat	0,63	1,97	
Methylacrylat	0,37	2,74	market for methyl acrylate, GLO
Gasodor® S-Free	**1**	**2,257**	

Die Emissionsfaktoren für die Einzelsubstanzen haben sich durch eine neuere Version der Ecoinvent Datenbank (Ecoinvent 3.5), die überarbeitete Datensätze enthält, leicht erhöht. Somit wird der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Odorierungsmittels Gasodor® S-Free gegenüber der vorherigen Folgestudie aktualisiert.

4.2.4 SCHMIERÖL

Schmieröl wird für die Motoren der BHKWs benötigt. Für die Bereitstellung von Schmieröl wird der Emissionsfaktor von Schweröl aus GEMIS herangezogen (Datensatz ‚Öl-schwer-DE-2020'). Dieser hat unter Berücksichtigung des Heizwerts von 11,22 kWh/kg und der Dichte von 0,865 kg/l einen Wert von 0,320 kg CO_2e/l (IINAS 2019). Es wird davon ausgegangen, dass das Schmieröl in der Entsorgung verbrannt wird. Diese Emissionen werden getrennt in der stofflichen Abfallentsorgung berücksichtigt (siehe Tabelle 70).

4.3 DIREKTE EMISSIONSFAKTOREN UMGESETZTER ENERGIETRÄGER

Direkte Emissionsfaktoren beziehen sich konkret auf den Brennstoffeinsatz und lassen vorgelagerte Prozesse unberücksichtigt (Fritsche und Rausch 2008).

In der vorliegenden Studie werden die in Tabelle 46 aufgeführten direkten Emissionsfaktoren verwendet, die für den EU-Emissionshandel gelten oder der Datenbank GEMIS 5.0 entnommen sind. Bei der Konversion von CNG ist zu beachten, dass der Kohlenstoff nicht vollständig zu Kohlendioxid verbrennt, sondern auch Methan in die Umwelt entweicht.

Tabelle 46: Direkte Emissionsfaktoren für die Konversion von fossilen Energieträgern

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO_2e]	Bezugs-größe	Quelle (Datensatz)
Erdgas	0,202	[kWh]	(DEHSt 2007) (Erdgas H Verbund)
Erdgas, klimaneutral[1)]	0	[kWh]	(Sen 2015)
Heizöl, leicht	0,266	[kWh]	(DEHSt 2007) (Heizöl, leicht)
Diesel	2,401	[l]	(IINAS 2019) (Pkw-Diesel-mittel-DE-2020-Basis)
Benzin	2,286	[l]	(IINAS 2019) (Pkw-Otto-mittel-DE-2020-Basis
CNG[2)]	2,844	[kg]	(IINAS 2019) (Pkw-Otto-CNG-mittel-DE-2020-Basis)
CNG, klimaneutral[1)]	0	[kg]	(Sen 2015)

[1)] Fossiles Erdgas, dessen direkte Emissionen bei der Verbrennung über VCS-Zertifikate mit 10 %- Gold Standard klimaneutral gestellt werden.

[2)] Spezifisches Gewicht = 0,074 kg/kWh (IINAS 2013).

Die Stadtwerke Göttingen AG hat einen Teil ihres fossilen Erdgases und des vertriebenen CNGs in den letzten Jahren über VCS-Zertifikate klimaneutral gestellt. Dabei werden die direkten Emissionen bei der Verbrennung des fossilen Erdgases klimaneutral gestellt. Die vorgelagerten Emissionen zur Bereitstellung des fossilen Erdgases werden durch die erworbenen VCS-Zertifikate der Stadtwerke Göttingen AG nicht kompensiert. Die SCC-Zertifizierung erfordert eine Klimaneutralstellung nach dem höchsten Standard, dem Gold-Standard. Daher erwirbt die Stadtwerke Göttingen AG für die direkten, intern anfallenden THG-Emissionen aus der Konversion von CNG in der betriebseigenen Fahrzeugflotte weitere Zertifikate, die diesen Standard erfüllen.

Für die Verbrennung des Biogases, der Holzhackschnitzel sowie der Holzpellets wird ein vollständig biogener Kohlenstoffanteil angenommen, der nicht zusätzlich zum Treibhauseffekt beiträgt. Aus diesem Grund ist der direkte Emissionsfaktor für Biogas gleich Null.

4.4 EMISSIONSFAKTOREN FÜR PRODUKTE DER STADTWERKE GÖTTINGEN AG

Die einzelnen Sektoren der Stadtwerke Göttingen AG beziehen untereinander Produkte. Hierzu zählen Erdgas, Fernwärme, Strom aus erneuerbaren Energien, CNG und Trinkwasser. Für diese Produkte werden in den folgenden Abschnitten die produktbezogenen THG-Emissionen, die Product Carbon Footprints, ermittelt.

4.4.1 ERDGAS

Der Emissionsfaktor für die Erdgasbereitstellung durch die Stadtwerke Göttingen AG wird in Tabelle 47 hergeleitet und basiert auf den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Stoffströmen für die Gasversorgung. Für die Emissionsfaktoren der einzelnen Stoffströme wird auf die entsprechenden Abschnitte verwiesen. Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Erdgases durch

die Stadtwerke Göttingen AG wird für die Jahre 2012, 2019 und 2020 erstellt. Die THG-Emissionen gelten hierbei für die gesamte durchgeleitete Erdgasmenge inkl. Fremdbezug.

Der Emissionsfaktor für das von der Stadtwerke Göttingen AG bereitgestellte Erdgas unterscheidet sich von der Bereitstellung des bezogenen Erdgases aus der Hochdruckleitung nur geringfügig. Die Aufwendungen für die Druckregulierung und Odorierung sind so gering, dass kein relevanter Effekt festzustellen ist.

Tabelle 47: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Erdgas durch die Stadtwerke Göttingen AG

		2012	2019	2020
Materialbereitstellung und vorgelagerte Prozesse				
Erdgas aus Hochdruckleitung	[kg CO_2e/a]	52.977.348,21	36.089.408,55	36.654.533,40
Odorierungsmittel (inkl. Transport)	[kg CO_2e/a]	6.191,63	6.500,80	5.958,11
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e/a]	83,95	-	-
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e/a]	7.162,50	-	-
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e/a]	-	126,14	108,70
Trinkwasser	[kg CO_2e/a]	4,00	0,03	0,05
Erdgasvorwärmung	[kg CO_2e/a]	475.919,27	394.409,65	333.292,93
Gesamt	**[kg CO_2e/a]**	**53.468.292,11**	**36.491.685,58**	**34.995.676,30**
Bereitgestellte Produktmenge[1)]	[kWh]	1.763.555.571	1.339.561.437	1.286.526.877
Emissionsfaktor	[kg CO_2e/kWh]	0,030	0,027	0,027

[1)] Gesamte durchgeleitete Erdgasmenge inkl. Fremdgas anderer Vertriebsunternehmen abzüglich des Eigenverbrauches des Gasversorgungssektors der Stadtwerke Göttingen AG.

4.4.2 WÄRME AUS DER KWK-ANLAGE GODEHARDSTRAßE

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt die vier KWK-Anlagen Godehardstraße, Groner Tor, Zietenterrassen und Kiesseekarree. Im HKW Godehardstraße wird ein Teil der erzeugten Fernwärme zur Beheizung des nahe gelegenen Verwaltungsgebäudes genutzt. Um die CO_2e-Bilanzierung nach den zuvor genannten Geschäftsbereichen gesondert durchführen zu können, muss diese Fernwärme mithilfe eines THG-Emissionsfaktors bewertet werden. Bei KWK-Anlagen besteht grundsätzlich die Herausforderung, in wieweit die verursachten Emissionen auf die beiden Koppelprodukte elektrische Arbeit und Nutzwärme aufgeteilt werden.

Das HKW Godehardstraße wird wärmegeführt betrieben, da sich die Leistungsabgabe des HKWs nach dem lokalen Wärmebedarf der an das Fernwärmenetz angeschlossenen Endkunden richtet. In diesem Fall bietet sich das Verfahren der Stromgutschrift an. Hierbei wird davon ausgegangen, dass durch den in das Stromnetz eingespeisten KWK-Strom der bundesdeutsche Strommix des Jahres 2020 verdrängt wird. Somit werden die THG-Emissionen, die mit der Bereitstellung des bundesdeutschen Strommix verbunden sind, vermieden und können der CO_2e-Bilanz der KWK-Anlage gutgeschrieben werden.

Seit dem Jahr 2014 wird neben Biogas aus Rosdorf auch Biomethan zum Betrieb des HKW Godehardstraße eingesetzt. Zu den Spitzenlastzeiten wurde in geringen Mengen zusätzlich Heizöl zu gefeuert. Neben den fossilen Primärenergieträgern wurde in 2020 zum Betrieb des

HKWs Godehardstraße betriebseigener Ökostrom bezogen. Neben der Bereitstellung der Fernwärme wird in dem HKW Strom erzeugt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Im Jahr 2019 wies das HKW Godehardstraße eine Stromkennzahl σ von 0,25 auf.

In der Basisstudie (Schmehl et al. 2013) und der Folgestudie (Lühn et al. 2014) wurden sowohl die energiebedingten indirekten als auch die sonstigen indirekten THG-Emissionen beim Strom- und Wärmebezug dem Scope 2 zugeordnet. Die Zuordnung der gesamten THG-Emissionen zum Scope 2 wurde bei der Erstellung der Basisstudie von der Zertifizierungsstelle GfRS Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH vorgegeben (Anthes 2015). Nach dem „Greenhouse Gas Protocol“ (WBCSD und WRI 2004) werden in Scope 2 alle THG-Emissionen der Strom- und Wärmeerzeugung zusammengefasst, die durch das zu bilanzierende Unternehmen von Drittunternehmen erworben werden. Dabei werden nur die direkten THG-Emissionen bei der Strom- und Wärmeerzeugung berücksichtigt, die vor Ort bei der Erzeugungsanlage physikalisch entstehen. Vor- und nachgelagerte THG-Emissionen der Strom- und Wärmeerzeugung werden nicht Scope 2, sondern Scope 3 zugeordnet.

Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung der Fernwärme am Standort Godehardstraße wird jeweils für die Jahre 2012 bis 2020 abgeleitet. Der Emissionsfaktor berechnet sich durch die spezifischen THG-Emissionen zur Wärmeerzeugung abzüglich der Stromgutschrift, die über die Stromkennzahl und den Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommix[12] ermittelt wird. Der Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommix für das Jahr 2020 wird GEMIS 5.0 (IINAS 2019) entnommen und berücksichtigt ausschließlich direkte THG-Emissionen, die dem Scope 2 zugeordnet werden. Dementsprechend wird die gesamte Stromgutschrift ebenfalls dem Scope 2 zugeordnet. Die Emissionsfaktoren für die Fernwärmebereitstellung berechnen sich wie folgt:

Emissionsfaktor zur Fernwärmebereitstellung (Scope 2):

$$e_{Scope\ 2} = \frac{THG_{Scope\ 2}}{THG_{Scope\ 2}+THG_{Scope\ 3}} \cdot \frac{THG_{ges}}{W_{th}} - \sigma \cdot e_{Strommix} \qquad \text{(Gleichung 1)}$$

Emissionsfaktor zur Fernwärmebereitstellung (Scope 3):

$$e_{Scope\ 3} = \frac{THG_{Scope\ 3}}{THG_{Scope\ 2}+THG_{Scope\ 3}} \cdot \frac{THG_{ges}}{W_{th}} \qquad \text{(Gleichung 2)}$$

Legende				
	$e_{Scope\ 2}$	Emissionsfaktor mit Stromgutschrift für Scope 2 [kg CO_2e/ kWh_{th}]	THG_{ges}	Gesamte THG-Emissionen [kg CO_2e/a]
	$e_{Scope\ 3}$	Emissionsfaktor für Scope 3 [kg CO_2e/ kWh_{th}]	W_{th}	Erzeugte Wärmemenge [kWh_{th}]
	$THG_{Scope\ 2}$	THG-Emissionen in Scope 2 [kg CO_2e/a]	σ	Stromkennzahl [kWh_{el}/kWh_{th}]
	$THG_{Scope\ 3}$	THG-Emissionen in Scope 3 [kg CO_2e/a]	$e_{Strommix}$	Emissionsfaktor für den deutschen Strommix (direkte THG-Emissionen)

[12] Emissionsfaktor dt. Strommix: 0,53 kg CO_2/kWh (EL-KW-Park-DE-2015) (IINAS 2019).

Tabelle 48: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Fernwärme am Standort Godehardstraße durch die Stadtwerke Göttingen AG

		Scope[1)]	2012	2019	2020
Erdgas, Hochdruckleitung					
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	3	2.815.379,85	1.892.111,28	1.198.110,57
Konversion	[kg CO_2e/a]	2	18.956.890,99	14.207.362,96	8.996.295,23
Biomethan					
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	3	-	1.281.119,80	921.156,95
Konversion	[kg CO_2e/a]	2	-	0	0
Heizöl, leicht					
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	3	26.945,26	3.719,46	5.194,14
Konversion	[kg CO_2e/a]	2	183.780,46	25.424,01	35.504,08
Biogas					
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	3	1.038.552,76	2.120.760,43	2.149.378,39
Konversion	[kg CO_2e/a]	2	0	0	0
Solarkollektor	[kg CO_2e/a]	3	1.641,00	-	-
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e/a]	2	120.096,06[2)]	-	-
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e/a]	3	-	1.505,03	1.372,64
Trinkwasser	[kg CO_2e/a]	3	418,00	12,36	36,76
Gesamt	**[kg CO_2e/a]**		**23.143.704,39**	**19.532.015,33**	**13.307.048,75**
Erzeugte Wärmemenge	[kWh_{th}]		86.530.599	80.268.901	56.640.200
Emissionsfaktor ohne Stromgutschrift (Scope 2 + 3)	[kg CO_2e/ kWh_{th}]		0,267	0,243	0,235
Stromkennzahl	[kWh_{el}/kWh_{th}]		0,267	0,244	0,325
Emissionsfaktor, Strommix Deutschland	[kg CO_2e/ kWh_{el}]		0,467	0,453	0,453
Stromgutschrift (Scope 2)	[kg CO_2e/ kWh_{th}]		0,125	0,110	0,147
Emissionsfaktor mit Stromgutschrift (Scope 2)	[kg CO_2e/ kWh_{th}]		0,098	0,067	0,012
Emissionsfaktor (Scope 3)	[kg CO_2e/ kWh_{th}]		0,045	0,066	0,075

[1)]Zuordnung der THG-Emissionen bei der Fernwärmebereitstellung zu Scope 2 und 3 des Fernwärme empfangenden Sektors
[2)]Korrigierter Wert gegenüber (Lühn et al. 2014).

Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung von Fernwärme am Standort Godehardstraße ohne Stromgutschrift ist von 2019 bis 2020, um 3,29 % gesunken. Dies ist zurückzuführen auf eine Substitution des Energieträgers Erdgas durch den Energieträger Biomethan im Vergleich zum Vorjahr (siehe Abschnitt 3.3.1). Dies führt zu einer Reduktion der spezifischen Wärmeemissionen und zu einem geringeren Emissionsfaktor mit Stromgutschrift (Scope 2) im Vergleich zum Vorjahr.

4.4.3 STROM AUF BASIS ERNEUERBARER ENERGIEN

Die Stadtwerke Göttingen AG hat in den letzten Jahren ihren gesamten Stromverbrauch auf den eigenen Ökostrom umgestellt. Die Stromerzeugung für den Ökostrom erfolgt aus 100 % Wasserkraft.

Bei erneuerbaren Energien entstehen keine direkten Emissionen bei der Stromerzeugung, sondern nur vor- und nachgelagerte Emissionen außerhalb des direkten Anlagenbetriebs bei der Herstellung, der Energieträgerbereitstellung und der Entsorgung der Anlagen. Demzufolge sind beim Bezug von Strom aus Wasserkraft keine Emissionen im Scope 2, sondern alleinig im Scope 3 auszuweisen. Zur Ableitung des Emissionsfaktors für die Stromerzeugung aus Wasserkraft wird die Datenbank GEMIS 5.0 genutzt. Für die Stromerzeugung aus großen Wasserkraftwerken ergibt sich nach GEMIS 5.0 ein Emissionsfaktor in Höhe von 2,8 g CO_2e/kWh, der aus dem Datensatz ‚Wasser-KW-gross-DE-2010 (update)' stammt und auf der Studie (Rausch und Fritsche 2012) basiert. Als Emissionsfaktor für die Stromerzeugung des eigenen Ökostroms werden folglich 2,8 g CO_2e/kWh angesetzt, die dem Scope 3 zugeordnet werden.

Daneben betreibt die Stadtwerke Göttingen AG eigene Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft und solarer Energie (siehe Abschnitt 3.6). Der eingespeiste Strom wird zum Teil am Verwaltungsstandort und in den Anlagen der Wasserversorgung genutzt.

Der Emissionsfaktor für die Stromerzeugung aus den Wasserkraftanlagen Weende, Stegemühle und Springmühle wird aus dem Datensatz ‚Wasser-KW-klein-DE-2010-standalone' der GEMIS-Datenbank bezogen. Der Emissionsfaktor beträgt 6,5 g CO_2e/kWh und hat sich gegenüber der Folgestudie (Lühn et al. 2014) nicht geändert.

Für die Photovoltaik-Anlage wird der Emissionsfaktor des Datensatzes ‚Solar-PV-Multi-Rahmen-mit-Rack-DE-2020' verwendet, bei dem die Anlage durch 20 Module je 165 W Nennleistung aufgebaut ist (IINAS 2019). Unter diesen Annahmen sind mit der Bereitstellung von einer Kilowattstunde elektrischer Energie 0,028 kg CO_2e verbunden. Dieser Emissionsfaktor ist gegenüber der Folgestudie (Lühn et al. 2014) um 0,066 kg CO_2e gesunken. Dies ist auf die Aktualisierung der Datengrundlage in GEMIS zurückzuführen (IINAS 2019).

4.4.4 CNG

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt zwei Erdgastankstellen zur Bereitstellung von Compressed Natural Gas (CNG) für den Betrieb von Erdgasfahrzeugen. Im Folgenden werden die THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette bei der Bereitstellung des CNGs bestimmt. Das Erdgas an den beiden Erdgastankstellen wird vor Ort aus dem Gasversorgungsnetz der Stadtwerke Göttingen AG bezogen. Die vorgelagerten Emissionen bei der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transport des Erdgases werden über den in Abschnitt 4.4.1 bestimmten Emissionsfaktor in Höhe von 0,027 kg CO_2e/kWh berücksichtigt. Die Umstellung auf klimaneutrales Erdgas hat keine Auswirkungen auf die Bestimmung des Emissionsfaktors, da die vorgelagerten

Emissionen zur Bereitstellung des fossilen Erdgases nicht durch die erworbenen VCS-Zertifikate der Stadtwerke Göttingen AG kompensiert werden.

Zur Kompression des Erdgases werden Verdichteranlagen mit Strom betrieben. Hierfür wird seit 2013 ausschließlich betriebseigener Ökostrom bezogen. Tabelle 49 zeigt, aus welchen Anteilen sich der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des CNGs in den Jahren 2012 bis 2020 zusammensetzt. Es ergibt sich somit im Jahr 2020 ein Emissionsfaktor zur Bereitstellung des CNGs in Höhe von 0,369 kg CO_2e/kg CNG. Der Emissionsfaktor ist aufgrund des geringeren Faktors der vorgelagerten Emissionen gesunken.

Tabelle 49: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von CNG durch die Stadtwerke Göttingen AG

		2012	2019	2020
Eichverluste Erdgas	[kg CO_2e/a]	-	4.529,90	-
Bereitstellung Erdgas, klimaneutral-gestellt	[kg CO_2e/a]	89.953,60	-	-
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	172.107,75	169.803,85	159.315,69
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e/a]	86.053,88	-	-
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e/a]	-	498,52	469,08
Gesamt	**[kg CO_2e/a]**	**348.115,23**	**170.302,37**	**182.206,02**
Verkaufte CNG-Menge	[kg]	628.890	460.360	432.558
Emissionsfaktor	[kg CO_2e/kg]	0,55	0,370	0,369

4.4.5 TRINKWASSER

Die Stadtwerke Göttingen AG versorgte im Jahr 2020 über ein knapp 500 km langes Trinkwassernetz ihre Kunden mit rund 8,4 Mio. m³ Trinkwasser. Seit über 30 Jahren bezieht die Stadtwerke Göttingen AG den Großteil (80 %) des Trinkwassers über einen langfristigen Liefervertrag mit den Harzwasserwerken von der Sösetalsperre im Harz. Die restlichen 20 % werden in den drei Wassergewinnungsanlagen Springmühle, Stegemühle und Weendespring bezogen. Neben den drei Wassergewinnungsanlagen werden zahlreiche weitere Anlagen zur Wasserbevorratung betrieben. Der Betrieb der Wasserversorgungsanlagen ist mit dem Einsatz von Elektrizität und Erdgas verbunden. Seit 2014 wird ausschließlich betriebseigener Ökostrom genutzt.

Tabelle 50: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Trinkwasser durch die Stadtwerke Göttingen AG

		2012	2019	2020
Erdgas				
Bereitstellung	[kg CO_2e/a]	12.855,65	7.096,22	8.457,71
Konversion	[kg CO_2e/a]	85.653,86	52.619,59	62.807,05
Metaqua, Bereitstellung & Transport	[kg CO_2e/a]	4.799,12	5.407,83	5.412,28
Harzwasser	[kg CO_2e/a]	0	0	0
Eigenwassergewinnung	[kg CO_2e/a]	0	0	0
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e/a]	688.546,50	-	-
E.ON Ökostrom	[kg CO_2e/a]	124,38	-	-
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e/a]	-	6.121,10	6.362,01
Eigene Wasserkraft[1)]	[kg CO_2e/a]	1.404,85	1.239,10	830,74
Gesamt	**[kg CO_2e/a]**	**793.384,36**	**72.483,84**	**83.869,79**
Verkaufte Wassermenge[2)]	[m^3]	7.315.276	8.407.842	8.480.750
Emissionsfaktor	[kg CO_2e/m^3]	0,1085	0,0086	0,0099

[1)] Eigenerzeugung durch Wasserkraftanlage Stegemühle (Wasser-KW-klein-DE-2010-standalone).

[2)] Verkaufte Menge an Trinkwasser an Dritte und für den Betrieb unternehmensinterner Anlagen.

Tabelle 50 zeigt, aus welchen Anteilen sich der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Trinkwassers zusammensetzt. Für das Jahr 2020 seigt der Emissionsfaktor für die Bereitstellung von Trinkwasser auf 0,0099 kg CO_2e/m^3. Dies ist auf einen größeren Einsatz von Erdgas zurückzuführen.

4.5 EMISSIONSFAKTOR FÜR DEN EXTERNERN WÄRMEBEZUG

Der externe Wärmebezug der Stadtwerke Göttingen AG ist für die Beheizung der Arbeitsräume im Parkhaus Groner Tor erforderlich und erfolgt aus der Gasheizung eines benachbarten Bürogebäudes. Der Wärme wird der entsprechende Emissionsfaktor aus der Datenbank GEMIS 5.0 gemäß des Datensatzes ‚Gas-Heizung-DE-2020' zugewiesen (IINAS 2019). Die Bereitstellung der Raumwärme ist mit einem Emissionsfaktor von 0,266 kg CO_2e/kWh Wärme in Scope 2 verbunden.

4.6 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DEN GÜTER- UND PERSONENTRANSPORT

Um die Entfernungen der Mitarbeitenden zwischen Wohn- und Arbeitsort sowie die genutzten Verkehrsmittel einschließlich Antriebsart zu erfassen, wurde in den Jahren 2011 bis 2017 eine interne schriftliche Befragung der Mitarbeitenden durch die Stadtwerke vorgenommen (Schmehl et al. 2013; Scharpenberg et al. 2018). Auf eine weitere Befragung wurde aus den in den Abschnitten 3.8.3.3 und 3.8.3.4 erwähnten Gründen im Jahr 2020 verzichtet. Daher wird von einer Zuordnung der Emissionen zu diversen Verkehrsmitteln für die An- und Abreisen den Mitarbeitenden abgesehen. Stattdessen wurde ein durchschnittlicher Emissionsfaktor für Personentransporte zum Arbeitsplatz bestimmt. Dieser durchschnittliche Emissionsfaktor in Höhe von 0,162 kg CO_2e/P.km entspricht dem Mittel der gewichteten Emissionsfaktoren aus

den Jahren 2016 und 2017. Für die zurückgelegten P.km zur An- und Abreise der Mitarbeitenden wird der Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2017 gebildet.

Für Dienstreisen mit privaten PKWs sind die Fahrtstrecken bekannt. Jedoch wurde die Antriebsart der Fahrzeuge nicht erfasst. Daher wird ein durchschnittliches Verhältnis der Antriebsarten wie in den Jahren 2011 bis 2017 angenommen. Auch für die spezifischen Verbräuche der Fahrzeuge wird auf Vergangenheitsdaten zurückgegriffen und der durchschnittliche Verbrauch je Antriebsart von 2011 bis 2017 angesetzt. Die Emissionsfaktoren für die PKW-Fahrten wurden entsprechend der durchschnittlichen spezifischen Verbräuche der Mitarbeiterfahrzeuge in angepasst (IINAS 2019).

Die THG-Emissionen für den Fernverkehr mit der Bahn werden für jeden Zielort der Dienstreisen mit dem CO_2-Rechner der Deutschen Bahn AG, dem UmweltMobilCheck, berechnet (siehe Tabelle 68 im Anhang). Der methodische Ansatz mit den hinterlegten Parametern ist in (Hennecke und Löchter 2018) beschrieben. Für Fernreisen hat die Deutsche Bahn seit 2018 den Betreiberstrommix vollständig auf 100 % Ökostrom umgestellt, der vorwiegend aus Wasserkraft gewonnen wird (Hennecke und Löchter 2018). Da bei den Dienstreisen teilweise kleinere Streckenabschnitte zusätzlich mit Nahverkehrszügen zurückgelegt werden, werden die Emissionen weiterhin über den UmweltMobilCheck berechnet. Die aktuelle Version des UmweltMobilChecks berechnet die Emissionen auf Basis dieses Strommixes von 2018 (0,004 kg/kWh CO_2e) (Hennecke und Löchter 2018, S. 20). Die Emissionen für einige Streckenabschnitte haben im Jahr 2020 stark zugenommen. Laut Auskunft der Deutschen Bahn AG ist diese Erhöhung auf eine geringere Auslastung der Züge durch die Corona Pandemie zurückzuführen. Tabelle 51 gibt einen Überblick über die Emissionsfaktoren im Bereich des Güter- und Personentransportes.

Tabelle 51: Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport

Transportmittel	Emissionsfaktor [kg CO_2e/P.km]	Quelle (Datensatz)
PKW, Benzin[1)]	0,225	(IINAS 2019) (Pkw-Otto-mittel-DE-2020-Basis)
PKW, Diesel[2)]	0,180	(IINAS 2019) (Pkw-Diesel-mittel-DE-2020-Basis)
Bus, Diesel	0,051	(IINAS 2019) (Bus-Linie-Diesel-DE-2020-Basis)
Bahn, Fernverkehr	siehe Anhang	(Hennecke und Löchter 2018)
Gewichteter Durchschnitt über Personentransporte	0,162	Errechnet aus den Jahren 2016 und 2017
	[kg CO_2e/t.km]	
LKW, Diesel	0,081	(IINAS 2019) (Lkw-Diesel-DE-2020)

[1)] Durchschnittsverbrauch der Jahre 2011-2017 = 8,7 l/100 km.

[2)] Durchschnittsverbrauch der Jahre 2011-2017 = 6,3 l/100 km.

4.7 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DIE ABFALLENTSORGUNG

Für die Abfallentsorgung gibt es keine geeigneten Emissionsfaktoren in der GEMIS-Datenbank. Daher werden die Ecoinvent-Datenbank herangezogen und den Abfallkategorien entsprechende Entsorgungsprozesse zugewiesen. Die verwendeten, aktualisierten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 52 aufgelistet.

Tabelle 52: Emissionsfaktoren der Abfallentsorgung

Abfallentsorgung	Emissionsfaktor [kg CO_2e/kg]	Quelle (Datensatz)
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	0,050	(Ecoinvent 2018) (treatment of digester sludge, municipal incineration, GLO, [kg])
Aufsaug- und Filter-materialien, Wischtücher und Schutzkleidung	0,118	(Ecoinvent 2018) (treatment of waste textile, soiled, municipal incineration, CH, [kg])
Eisen und Stahl	0,058	(Ecoinvent 2018) (treatment of waste reinforcement steel, recycling, CH, [kg])
Kabel	0,907	(Ecoinvent 2018) (treatment of used cable, GLO, [kg])
Restmüll (gemischte Siedlungsabfälle zur Beseitigung)	0,521	(Ecoinvent 2018) (treatment of municipal solid waste, incineration, DE, [kg])
Papier, Pappe, Kartonagen	0,020	(Ecoinvent 2018) (treatment of graphical paper waste, municipal incineration, CH, [kg])
Leuchtstoffröhren	0,005	(Ecoinvent 2018) (treatment of glass cullet, from fluorescent lamps treatment, 0% water, inert material landfill, GLO, [kg])
Öliges Wasser aus Öl- und Wasserabscheider	1,666	(Ecoinvent 2018) (treatment of fly ash and scrubber sludge, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	0,051	(Ecoinvent 2018) (treatment of biowaste, composting, CH, [kg])
Aluminium	0,016	(Ecoinvent 2018) (treatment of aluminium waste, sanitary landfill, CH, [kg])
Lösemittel und Lösemittelgemische	2,035	(Ecoinvent 2018) (treatment of spent solvent mixture, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	2,848	(Ecoinvent 2018) (treatment of mineral oil waste, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	0,011	(Ecoinvent 2018) (treatment of waste brick, collection for final disposal, CH)
Holz	0,010	(Ecoinvent 2018) (treatment of waste wood, untreated, municipal incineration, CH)
Alkalibatterien	0,912	(Ecoinvent 2018) (treatment of non-Fe-Co-metals, from used Li-ion battery, hydrometallurgical processing, manganese [kg], GLO)
Bleibatterien	3,228	(Ecoinvent 2018) (treatment of scrap lead acid battery, remelting, lead [kg], RER)
Sieb- und Rechenrückstände	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Gefährliche Bestandteile enthaltene gebrauchte Geräte	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Andere Emulsionen (HKW Abgasreinigung)	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Transformatoren und Kondensatoren die PCB enthalten	-	Kein passender Datensatz vorhanden

Tabelle 52: Emissionsfaktoren der Abfallentsorgung (Fortsetzung)

Abfallentsorgung	Emissionsfaktor [kg CO_2e/kg]	Quelle (Datensatz)
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Boden und Steine mit Ausnahme der, die gefährliche Stoffe enthalten	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Gemischte Metalle	-	Kein passender Datensatz vorhanden
Kohlenteerhaltige Bitumgemische	-	Kein passender Datensatz vorhanden
anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält	-	Kein passender Datensatz vorhanden

5. ERGEBNISSE

Dieses Kapitel zeigt die Bilanzen der THG-Emissionen der Stadtwerke Göttingen AG ab. Zuerst werden, basierend auf den beschriebenen Energie- und Stoffströmen (Kapitel 3) sowie der in Kapitel 4 hergeleiteten Emissionsfaktoren, die Bilanzen der einzelnen Sektoren aufgezeigt. Anschließend werden die Ergebnisse in einer Bilanz zusammengefasst und grafisch dargestellt.

5.1 BETRIEBLICHE CO_2E-BILANZ NACH SEKTOREN

Durch den Vergleich des Jahres 2020 mit den Jahren 2012 und 2019 können etwaige Entwicklungen beim Ausstoß von Treibhausgasen identifiziert und als Basis für den Entwurf und die Bewertung des Minderungskonzeptes dienen. Die Veränderungen der THG-Emissionen zwischen den Jahren 2012 und 2020 weisen sehr unterschiedliche Gründe auf. So sind Minderungen oder Erhöhungen bei THG-Emissionen entweder auf externe Faktoren (beispielsweise milde Winter, höhere Energieeffizienz der Endverbraucher) oder auf die Geschäftsentwicklung der Stadtwerke Göttingen AG (beispielsweise Akquisition neuer Kunden, Änderung des Produktportfolios) zurückzuführen.

Bei den folgenden Aufstellungen ist zu beachten, dass die Nutzung von eigenen bereitgestellten Produkten innerhalb des gleichen Sektors nicht berücksichtigt wird, da die damit verbundenen THG-Emissionen bereits in den anderen Scopes enthalten sind.

5.1.1 WASSERVERSORGUNG

Der Wasserverkauf ist im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2019 um 0,9 % gestiegen. Die gesamten Emissionen aus dem Einsatz an Betriebsmitteln um 15,7 % gestiegen. Setzt man die Emissionen in Relation zum Wasserverkauf, steigen die THG-Emissionen je verkauftem m³ Wasser zwischen den Jahren 2019 und 2020 um 15,1 %.

Tabelle 53: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Wasserversorgung

Wasserversorgung		2012	2019	2020	Änderung 2020 zu	
					2012	2019
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**85.653,86**	**52.619,59**	**62.807,05**	**-26,7 %**	**19,4 %**
Erdgas	[kg CO_2e]	85.653,86	52.619,59	62.807,05		
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**688.546,50**			**-100,0 %**	**-**
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	688.546,50				
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**19.178,88**	**19.864,26**	**21.058,29**	**9,8 %**	**6,03 %**
Erdgas	[kg CO_2e]	12.855,65	7.096,22	8.457,71		
Metaqua SC-36	[kg CO_2e]	k. A.	k. A.	k. A.		
- Transport	[kg CO_2e]	4.794,00	5.407,83	5.412,28		
Harzwasser	[kg CO_2e]	0,00	0,00	0,00		
Eigenwasser	[kg CO_2e]	0,00	0,00	0,00		
Wasserkraftstrom	[kg CO_2e]	**1.404,85**	**1.239,10**	**830,74**		
Eigener Ökostrom	[kg CO2e]		6.121,10	6.362,01		
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e]	124,38				
Scope 3 Downstream	**[kg CO_2e]**	**-**			**-**	**-**
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**793.379,24**	**72.483,84**	**83.869,79**	**-89,4 %**	**15,7 %**
Wasserverkauf[1)]	[m³]	7.315.276	8.407.842	8.486.184	16,0 %	0,9 %
THG-Emissionen/ m³ Wasser	**[kg CO_2e /m³]**	**0,1085**	**0,0086**	**0,0099**	**-90,9 %**	**15,1 %**

[1)] Unter Berücksichtigung der Leitungsverluste und des Eigenverbrauchs.

5.1.2 GASVERSORGUNG

Im Geschäftsbereich Gasversorgung sind die absoluten THG-Emissionen zwischen 2019 und 2020 um 5,1 % gesunken. Die Minderung der THG-Emissionen resultiert vornehmlich aus einem verringerten Gasverkauf von 4,5 %. Die spezifischen THG-Emissionen pro kWh Gas sind daher lediglich um 0,6 % gesunken.

Tabelle 54: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Gasversorgung

Gasversorgung		2012	2019	2020	Änderung 2020 zu	
					2012	2019
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**475.919,27**	**394.409,65**	**333.293,93**	**-30,0 %**	**-15,5 %**
Erdgas	[kg CO_2e]	475.919,27	394.409,65	333.292,93		
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**7.162,50**	**-**	**-**	**-**	**-**
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	7.162,50	-	-		
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e]	-	-	-		
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	-	-	-		
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**42.376.700,85**	**24.751.020,60**	**23.619.300,86**	**-44,3 %**	**-4,6 %**
Erdgas Vorlieferant[)]	[kg CO_2e]	42.370.421,28	24.744.393,64	23.613.234,00		
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	-	126,14	108,70		
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e]	83,95	0,00	0,00		
Trinkwasser	[kg CO_2e]	**4,00**	**0,03**	**0,05**		
Odorierungsmittel	[kg CO_2e]	6.127,76	6.434,71	5.897,54		
- Transport	[kg CO_2e]	63,87	66,09	60,57		
Scope 3 Downstream	**[kg CO_2e]**	**317.672.363,32**	**178.958.424,19**	**169.645.100,26**	**-46,3 %**	**-5,2 %**
Erdgas[1)]	[kg CO_2e]	317.672.363,32	178.958.424,19	169.645.100,26		
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**360.532.145,94**	**204.103.854,44**	**193.597.694,05**	**-46,1 %**	**-5,1 %**
Gasverkauf[1)]	[MWh]	1.572.635,46	917.845,03	876.100,17	-44,3 %	-4,5 %
THG-Emissionen/ kWh Gas	**[kg CO_2e/ kWh]**	**0,229**	**0,222**	**0,221**	-3,2 %	-0,6 %

[1)] Unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs und des klimaneutral gestellten Erdgases, ohne Fremdgas.

5.1.3 FERNWÄRMEVERSORGUNG

Die spezifischen Wärmeemissionen (kg CO_2e/kWh) sind im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2019 um 20,42 % gesunken. Die Reduktion der spezifischen THG-Emissionen ist hauptsächlich auf einen verminderten Einsatz des Energieträgers Erdgas und zurückzuführen. Im Jahr 2020 wurde das BioWärmeZentrum erstmals durchgehend betrieben. Es ersetzt die Wärmeerzeugung aus konventionellen Kraftwerken, durch eine Konversion des Energieträgers Holzhackschnitzel.

Tabelle 55: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Fernwärmeversorgung

Fernwärmeversorgung		2012	2019	2020	Änderung 2020 zu 2012	Änderung 2020 zu 2019
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**20.948.685,11**	**17.258.521,23**	**12.224.918,06**	**-41,64 %**	**-29,17 %**
Biogas	[kg CO_2e]	0,00	0,00	0,00		
Erdgas	[kg CO_2e]	20.764.603,53	17.175.872,75	12.026.781,04		
Biomethan	[kg CO_2e]	0,00	0,00	0,00		
Heizöl	[kg CO_2e]	184.081,58	82.648,49	198.137,02		
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**154.693,44**	**-**	**-**	**-100,00 %**	
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	154.693,44	-	-		
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**5.918.118,93**	**7.599.816,18**	**7.139.443,41**	**19,07 %**	**-6,06 %**
Biogas	[kg CO_2e]	1.310.186,15	2.120.760,43	2.149.378,39		
Erdgas	[kg CO_2e]	2.765.391,82	2.287.452,12	1.601.705,27		
Biomethan	[kg CO_2e]	1.809.293,39	3.157.314,39	2.871.329,73		
Heizöl	[kg CO_2e]	26.930,58	12.091,23	28.986,85		
- Transport	[kg CO_2e]	4,76	9,99	46,87		
Holzpellet	[kg CO_2e]	-	7.439,52	11.802,27		
- Transport	[kg CO_2e]	-	1.986,78	109.262,97		
Hackschnitzel	[kg CO_2e]	-	4.928,88	251.371,26		
- Transport	[kg CO_2e]	-	1.923,33	109.217,97		
Schmieröl	[kg CO_2e]	3.959,36	3.692,90	3.098,85		
- Transport	[kg CO_2e]	69,68	86,76	2,73		
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	0,00	2.117,04	3.202,66		
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e]	0,04	-	0,00		
Trinkwasser	[kg CO_2e]	**558,00**	**12,83**	**37,60**		
Solarthermie	[kg CO_2e]	**1.725,16**	**-**	**0,00**		
Scope 3 Downstream	**[kg CO_2e]**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**27.021.497,48**	**24.858.337,41**	**19.364.361,46**	**-28,42%**	**-22,10%**
Wärmeverkauf[1)]	[MWh]	92.407,26	89.198,54	87.312,81	-5,5%	-2,11%
THG-Emissionen/ kWh Wärme	**[kg CO_2e/ kWh]**	**0,292**	**0,279**	**0,222**	**-24,2%**	**-20,42%**

[1)] Unter Berücksichtigung der Leitungsverluste und des Eigenverbrauchs.

5.1.4 ERDGASTANKSTELLEN

Der CNG-Verkauf ist im Jahr 2020, im Vergleich zum Vorjahr um 1,79 % gesunken. Durch einen geringeren Emissionsfaktor für die Bereitstellung des klimaneutralen Erdgases gegenüber dem Jahr 2019 führt dies insgesamt zu einem Rückgang der THG-Emissionen für den Geschäftsbereich Erdgastankstellen um 4,60 %. Auch die spezifischen THG-Emissionen je kg CNG konnten um 0,27 % gesenkt werden.

Tabelle 56: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Erdgastankstellen

Erdgastankstellen		2012	2019	2020	Änderung 2020 zu	
					2012	2019
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**-**	**4.529,90**	**-**		
Erdgas, Eichverluste	[kg CO_2e]	-	4.529,90	-		
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**89.953,60**	**-**	**-**	**-100 %**	**-**
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	89.953,60	-	-		
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**258.161,63**	**170.302,37**	**159.784,77**	**-38,11 %**	**-1,95 %**
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	-	**498,52**	469,08		
Erdgas	[kg CO_2e]	86.053,88	**-**	-		
Klimaneutrales Erdgas	[kg CO_2e]	**172.107,75**	**169.803,85**	**159.315,69**		
Scope 3 Downstream	**[kg CO_2e]**	**596.204,10**	**-**	**-**	**-100 %**	**-**
Erdgas	[kg CO_2e]	**596.204,10**	**-**	**-**	**-100 %**	**-**
Klimaneutrales Erdgas	[kg CO_2e]	-	-	-		
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**944.319,33**	**167.493,63**	**159.784,77**	**-83,08 %**	**-4,60 %**
CNG-Verkauf	[kg]	628.890,00	440.464,00	432.558,00	-31,22 %	-1,79 %
THG-Emissionen / kg CNG	**[kg CO_2e/kg]**	**1,50**	**0,370**	**0,369**	**-75,40 %**	**-0,27 %**

5.1.5 STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Insgesamt ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 angestiegen. Die absoluten THG-Emissionen dieses Geschäftsbereichs sind allerdings aufgrund der Zunahme an Stromerzeugung durch Photovoltaik (+1,69 %) gestiegen. Die Stromerzeugung von Wasserkraftstrom (+33,93%) ist im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr gestiegen. Aufgrund des geringeren Emissionsfaktors von Strom aus Wasserkraftanlagen haben sich die spezifischen THG-Emissionen je kWh Strom im Vergleich zum Vorjahr um 8,1 % verringert.

Tabelle 57: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE)

Stromerzeugung aus EE		**2012**	**2019**	**2020**	**Änderung 2020 zu**	
					2012	**2019**
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**6.717,76**	**10.384,98**	**12.119,64**	**80,4%**	**16,7%**
PV-Anlage	[kg CO_2e]	703,34	5.547,49	5.640,97		
Wasserkraftanlagen	[kg CO_2e]	6.014,42	4.837,49	6.478,67		
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**6.717,76**	**10.384,98**	**12.119,64**	**80,4%**	**16,7%**
Stromverkauf	[kWh]	957.042	**954.863**	1.212.359	26,7%	27,0%
THG-Emissionen / kWh Strom	**[kg CO_2e/kWh]**	**0,0070**	**0,0109**	**0,0100**	**42,4%**	**-8,1%**

5.1.6 STROMVERTRIEB

Seit 2013 bietet die Stadtwerke Göttingen AG ihren Endkunden den betriebseigenen Ökostrom aus Wasserkraft und seit 2014 zusätzlich einen konventionellen Strommix für Großkunden an. Seit 2018 gibt es zusätzlich einen Ökostromtarif für Individualkunden, der zu 100 % aus Wasserkraft erzeugt wird.

Im Jahr 2020 hat der Stromverkauf im Vergleich zum Jahr 2019 zugenommen. Dadurch haben sich die Gesamtemissionen um 4,1 % erhöht. Der Absatz des Ökostroms an Individualkunden hat dabei abgenommen. Aufgrund des höheren Emissionsfaktors des Konventionellen Stroms haben sich die spezifischen THG-Emissionen je kWh Strom daher um 3,7 % erhöht.

Tabelle 58: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromvertrieb

Stromvertrieb		**2012**	**2019**	**2020**	**Änderung 2020 zu**	
					2012	**2019**
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**-**	**22.541.409,75**	**24.523.620,84**	**-**	**8,8%**
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	-	162.409,60	164.910,06		
Individualkunden mit Ökostrom	[kg CO_2e]	-	124.566,68	119.119,23		
Konv. Strom	[kg CO_2e]	-	22.254.433,46	24.239.591,55		
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**-**	**22.541.409,75**	**24.523.620,84**	**-**	**8,8%**
Stromverkauf	[kWh]	-	211.487.191	220.113.898	-	4,1%
THG-Emissionen/ kWh Strom	**[kg CO_2e /kWh]**	**-**	**0,107**	**0,111**	**-**	**3,7%**

5.1.7 PARKDIENSTLEISTUNGEN

Die THG-Emissionen des Geschäftsbereichs Parkdienstleistungen werden durch den notwendigen Strom- und Wärmeverbrauch der von der Stadtwerke Göttingen AG betriebenen Parkhäuser Hospitalstraße und Groner Tor dominiert. Da auch in diesem Geschäftsbereich Strom aus erneuerbaren Energien genutzt wird, entstanden im Jahr 2020 lediglich aus der Wärmeerzeugung Emissionen in Scope 2. Im Jahr 2020 wurde gegenüber dem Jahr 2019 weniger Wärme bei einer sehr stark verringerten Anzahl an Parkvorgängen verbraucht. Dadurch haben sich die Gesamtemissionen um 7,8 % verringert. Die spezifischen THG-Emissionen je Parkvorgang sind hingegen um 31,3 % gestiegen.

Tabelle 59: CO_2e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Parkdienstleistungen

Parkdienstleistung		**2012**	**2019**	**2020**	**Änderung 2020 zu**	
					2012	**2019**
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**62.719,12**	**5.448,72**	**4.876,12**	**-92,2%**	**-10,5%**
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	57.665,70	**-**	-		
Wärme, Gasheizung	[kg CO_2e]	5.053,43	**5.448,72**	4.876,12		
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**177,90**	**1.396,42**	**1.436,24**	**707,3%**	**2,9%**
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	-	394,25	379,74		
Strom PV-Anlage	[kg CO2e]	**-**	**1.001,15**	**1.054,75**		
E.ON-Ökostrom	[kg CO_2e]	163,90	**-**	-		
Trinkwasser	[kg CO_2e]	**14,00**	**1,02**	**1,75**		
Scope 3 Downstream	**[kg CO_2e]**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**62.897,03**	**6.845,14**	**6.312,36**	**-90,0%**	**-7,8%**
Parkvorgänge	[Anzahl]	498.000,00	504.000,00	354.000,00	1,2%	-29,8%
THG-Emissionen/ Parkvorgang	**[kg CO_2e/ Vorgang]**	**0,1263**	**0,0136**	**0,0178**	**-85,9%**	**31,3%**

5.1.8 VERWALTUNGSSTANDORT

Die THG-Emissionen je Mitarbeitendem am Verwaltungsstandort der Stadtwerke Göttingen AG sind zwischen den Jahren 2019 und 2020 um 14,95 % von 2.370,23 auf 2.015,84 kg CO_2e/Person zurückgegangen (siehe Tabelle 60). Absolut gesehen sind die Emissionen um 19,69 % zurückgegangen. Diese Reduktion der THG-Emissionen resultiert aus einer Reduktion um der Scope 2 Emissionen um 87,3 %. Diese Reduktion ist zurückzuführen auf den geringeren Einsatz des Energieträgers Erdgas in der Wärmeerzeugung.

Die THG-Emissionen des Scope 1 betragen rund 31 % der Emissionen am Verwaltungsstandort und werden hauptsächlich durch den Verbrauch von Kraftstoffen bei der Nutzung der Dienstfahrzeuge verursacht. Dabei sind hauptsächlich Benzin- (26 %) und Dieselfahrzeuge (73 %) Verursacher der Emissionen. Die Emissionen durch Benzinfahrzeuge sind im Vergleich zum Vorjahr um 15,61 % gesunken während die Emissionen durch die Dieselfahrzeuge um 17,57 % gestiegen sind.

Die THG-Emissionen des Scope 2 (rund 2,53 % der Gesamtemissionen am Verwaltungsstandort) werden ausschließlich durch den Fernwärmebezug verursacht. Beim Fernwärmebezug des Verwaltungsgebäudes wird eine Aufteilung der THG-Emissionen in Scope 2 und Scope 3 Upstream vorgenommen. Die bezogene Wärmemenge ist u. a. von den Außentemperaturen abhängig. Zwischen 2019 und 2020 ist der Wärmebezug um rund 3,91 % gesunken, gleichzeitig ist der Emissionsfaktor der Fernwärmebereitstellung, wie in Abschnitt 3.3 erläutert, stark gesunken. Dadurch sind die THG-Emissionen im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2019 in Scope 2 stark gesunken.

Die THG-Emissionen des Scope 3 machen im Jahr 2020 insgesamt 67,69 % der gesamten Emissionen des Verwaltungsstandortes aus. Dem Scope 3 Upstream sind diejenigen indirekten THG-Emissionen zuzuweisen, die mit den vorgelagerten Prozessen aufgrund der Materialbeschaffung sowie der Dienstreisen ohne Dienstwagen und der An- und Abfahrten der Mitarbeitenden zusammenhängen. Die Emissionen der Fernwärme in Scope 3 sind um 9,86 % gestiegen. Die Emissionen der An- und Abfahrten der Mitarbeitenden sind aufgrund der in Abschnitt 3.8.3.4 beschriebenen Reduktion der Anfahrten um 17,46 % gesunken.

Die THG-Emissionen in Scope 3 Downstream sind ausschließlich auf die stoffliche Abfallentsorgung und den Transport der Abfälle zurückzuführen. Im Jahr 2020 sind die Gesamtemissionen aus der Abfallentsorgung gesunken. Dies liegt vor allem daran, dass die Abfallarten „nichtchlorierte Maschinen-,Getriebe- und Schmieröle“ um 26,56 % im Vergleich zum Jahr 2019 gesunken sind.

Tabelle 60: CO_2e-Emissionsbilanz für den Verwaltungsstandort

Verwaltungsstandort		2012	2019	2020	Änderung 2020 zu 2012	Änderung 2020 zu 2019
Scope 1	**[kg CO_2e]**	**90.389,12**	**100.443,30**	**106.862**	**18,2 %**	**6,4 %**
Erdgas	[kg CO_2e]	753,86	436,12	343,40		
CNG	[kg CO_2e]	14.689,66	18,12	0,00		
CNG, klimaneutral	[kg CO_2e]	0	23.580,39	0,00		
Benzin	[kg CO_2e]	28.819,47	33.258,70	28.065,69		
Diesel	[kg CO_2e]	46.126,13	66.730,37	78.452,82		
Scope 2	**[kg CO_2e]**	**220.705,05**	**51.845,82**	**9.087,95**	**-82,0 %**	**-82,5 %**
E.ON-Standardstrom	[kg CO_2e]	131.900,38	-	-		
Fernwärme[1)]	[kg CO_2e]	88.804,66	51.845,82	9.087,95		
Scope 3 Upstream	**[kg CO_2e]**	**202.949,65**	**214.385,61**	**181.315,06**	**-8,12 %**	**-8,17 %**
Eigener Ökostrom	[kg CO_2e]	0,00	766,65	803,87		
Strom PV-Anlage	[kg CO_2e]	344,71	2.297,29	2.455,78		
Fernwärme[2)]	[kg CO_2e]	40.706,30	51.114,37	56.152,93		
Erdgas	[kg CO_2e]	113,15	58,81	46,24		
Trinkwasser	[kg CO_2e]	219,40	14,08	14,31		
Papier	[kg CO_2e]	4.166,93	4.147,12	2.654,59		
Papier	[kg CO_2e]	4.011,31	4.056,41	2589,64		
- Transport	[kg CO_2e]	155,51	90,71	64,95		
Fuhrpark	[kg CO_2e]	39.493,41	24.404,99	25.064,67		
CNG	[kg CO_2e]	23.331,23	3.069,49	2.658,50		
Benzin	[kg CO_2e]	6.991,82	8.068,82	6.808,95		
Diesel	[kg CO_2e]	9.170,35	13.266,68	15.597,22		
Dienstreisen	[kg CO_2e]	5.002,67	973,66	1888,65		
Taxi, Diesel	[kg CO_2e]	124,85	31,80	1,08		
ÖPNV	[kg CO_2e]	0,81	42,28	1,52		
PKW, Benzin	[kg CO_2e]	614,01	242,55	21,97		
PKW, Diesel	[kg CO_2e]	438,62	238,65	21,62		
PKW, LPG	[kg CO_2e]	61,78	31,60	2,86		
Deutsche Bahn	[kg CO_2e]	3.762,60	386,78	1839,60		
An- und Abfahrten	[kg CO_2e]	112.903,09	130.608,63	107.799,55		
ÖPNV	[kg CO_2e]	1.410,95	-	-		
PKW, Benzin	[kg CO_2e]	72.601,72	-	-		
PKW, Diesel	[kg CO_2e]	32.879,03	-	-		
PKW, LPG	[kg CO_2e]	2.485,45	-	-		
PKW, CNG[3)]	[kg CO_2e]	264,38	-	-		
Deutsche Bahn	[kg CO_2e]	3.261,55	-	-		
Motorrad	[kg CO_2e]	0,00	-	-		
Übrige Mitarbeit.	[kg CO_2e]	0,00	-	-		
Durchschnitt aller Mitarbeitenden	[kg CO_2e]	102.022,83	130.608,63	107.799,55		
Scope 3 Downstream	**[kg CO2e]**	**29.610,89**	**57.595,24**	**45.988,19**	**55,3 %**	**-20,15 %**
Stoffliche Abfallentsorgung	[kg CO_2e]	29.515,31	41.944,51	32.210,42		
Transport Abfallentsorgung	[kg CO_2e]	95,59	15.650,73	13.777,78		
Gesamt	**[kg CO_2e]**	**543.654,72**	**422.542,91**	**358.818,64**	**-34,0 %**	**-15,43 %**
Mitarbeitende	[Anzahl]	161	179	178	10,56 %	-0,56 %
THG-Emissionen/ Mitarbeitende	**[kg CO_2e/ Person]**	**3.376,74**	**2.360,22**	**2.015,84**	**-40,3 %**	**-14,95 %**

1) Energiebedingte indirekte THG-Emissionen.

2) Sonstige energiebedingte THG-Emissionen.

3) Mit VCS-Zertifikaten klimaneutral gestellt. Nicht in Bilanz einberechnet. THG-Emissionen durch die Bereitstellung des CNGs, werden nochmals mit Gold-Standard neutral gestellt.

5.2 GESAMTBETRIEBLICHE CO_2E-BILANZ NACH SCOPES

Die gesamtbetriebliche CO_2e-Bilanz ist auf das Unternehmen der Stadtwerke Göttingen AG sektorübergreifend ausgerichtet. Bei der Zusammenführung der Einzelbilanzen in eine Gesamtbilanz ist für die Scopes 2 und 3 zu beachten, dass in diesen Scopes der Bezug von stadtwerkeeigenen Produkten aus anderen Geschäftsbereichen berücksichtigt werden muss. Der Zusammenhang zwischen den definierten Systemgrenzen und den Auswirkungen auf die indirekten THG-Emissionen können der Basisstudie entnommen werden (Schmehl et al. 2013). Die THG-Emissionen der Scopes 2 und 3 in den nachfolgenden Gesamtbilanzen können daher geringer ausfallen als die Gesamtsumme aller THG-Emissionen aus den Einzelbilanzen.

In Tabelle 61 bis Tabelle 66 sind die gesamtbetrieblichen THG-Emissionen für die Jahre 2012, 2019 und 2020 dargestellt. Es ist zu beachten, dass der Stromvertrieb in 2012 noch nicht existierte. Im Bereich der direkten Emissionen (Scope 1), die durch die Stadtwerke Göttingen AG kontrolliert werden, sind vor allem die Emissionen zu nennen, die bei der Fernwärmeerzeugung durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen. Ein Großteil der direkten Emissionen ist der Fernwärmeerzeugung zuzuordnen. Die betriebliche CO_2e-Bilanz wird daher in Tabelle 64 bis Tabelle 66 ohne den Fernwärmesektor erstellt. Die Ausgliederung des Fernwärmesektors hat zur Folge, dass für den Verwaltungsstandort zusätzlich indirekte Emissionen durch den Fernwärmebezug entstehen, da die Fernwärme nun als extern bezogenes Produkt gilt. Aus diesem Grund sind zusätzliche THG-Emissionen dem Scope 2 und Scope 3 des Verwaltungsstandorts zuzuordnen.

Die THG-Emissionen des Scopes 1 in der betrieblichen CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeerzeugung sind in 2020 gegenüber dem Vorjahr um 8,8 % auf 502,9 t CO_2e gesunken. Mit 61 t CO_2e sind die Emissionen der Gasversorgung in Scope 1 im Jahr 2020 am stärksten gesunken. Die Reduktion der Scope 1 Emissionen aus der Gasversorgung resultiert aus einem verminderten Verbrauch von Erdgas. Die Starke Reduktion der Scope 2 THG-Emissionen am Verwaltungsstandort von 82,47 % ist auf den gesunken Emissionsfaktor der Fernwärmeerzeugung zurückzuführen. Im Rahmen der SCC-Zertifizierung gilt es zusätzlich die mittels VCS-Zertifikaten klimaneutral gestellten direkten THG-Emissionen aus der Konversion von CNG in der betriebseigenen Fahrzeugflotte in Höhe von 2,8 t CO_2e zu berücksichtigen (siehe Abschnitte 3.4 und 5.1.8).

In der Gesamtsumme der einzelnen Scopes zeigt sich ein Schwerpunkt bei den nachgelagerten indirekten Emissionen (Scope 3 Downstream), die durch die Verbrennung des Erdgases beim Verbraucher entstehen. Die vorgelagerten indirekten Emissionen (Scope 3 Upstream) werden in 2012 ebenfalls von der Gasversorgung dominiert, was mit der durchgeleiteten Erdgasmenge zu begründen ist. In 2019 und 2020 wirkt sich der Stromvertrieb an die Großkunden (konv. Strom) ähnlich hoch wie die Gasversorgung auf das Bilanzergebnis aus.

Tabelle 61: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2012

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	85,65	688,55	4,92	
Gasversorgung	475,92	7,16	47.645,04	315.865,60
Fernwärmeversorgung	20.948,69	154,69	5.917,56	
Strom aus erneuerbaren Energien			6,72	
Stromvertrieb				
Erdgastankstellen	0,00	89,95		596,20
Parkdienstleistungen		62,72	0,16	
Verwaltungsstandort	90,39	131,90	138,23	29,61
Gesamt	**21.600,65**	**1.135,07**	**54.056,73**	**316.491,42**

Tabelle 62: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2019

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	52,62		11,53	
Gasversorgung	394,41		24.751,02	177.646,22
Fernwärmeversorgung	17.258,52		7.599,80	
Strom aus erneuerbaren Energien			10,38	
Stromvertrieb			22.541,41	
Erdgastankstellen	4,53		0,50	0,00
Parkdienstleistungen		5,45	0,39	
Verwaltungsstandort	100,44		157,83	57,60
Gesamt	**17.810,52**	**5,45**	**55.072,87**	**177.703,81**

Tabelle 63: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2020

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	62,81		11,77	
Gasversorgung	333,29		23.619,30	168.398,87
Fernwärmeversorgung	12.224,92		7.139,41	
Strom aus erneuerbaren Energien			12,12	
Stromvertrieb			24.523,62	
Erdgastankstellen	0,00		0,47	0,00
Parkdienstleistungen		4,88	0,38	
Verwaltungsstandort	106,86		135,55	45,99
Gesamt	**12.727,88**	**4,88**	**55.442,62**	**168.444,86**

Tabelle 64: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2012

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	85,65	688,55	4,92	
Gasversorgung	475,92	7,16	42.376,70	315.865,60
Strom aus erneuerbaren Energien			6,72	
Stromvertrieb				
Erdgastankstellen	0,00	89,95		596,20
Parkdienstleistungen		62,72	0,16	
Verwaltungsstandort	90,39	220,71	138,23	29,61
Gesamt	**651,96**	**1.069,09**	**48.444,29**	**316.491,42**

Tabelle 65: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2019

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	52,62		11,53	
Gasversorgung	394,41		24.751,02	177.646,22
Strom aus erneuerbaren Energien			10,38	
Stromvertrieb			22.541,41	
Erdgastankstellen	4,53		0,50	0,00
Parkdienstleistungen		5,45	0,39	
Verwaltungsstandort	100,44	51,85	208,95	44,29
Gesamt	**552,00**	**57,29**	**47.524,16**	**177.703,81**

Tabelle 66: Betriebliche CO_2e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2020

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Upstream	Scope 3 Downstream
		[t CO_2e/Jahr]		
Wasserversorgung	62,81		11,77	
Gasversorgung	333,29		23.619,30	168.398,87
Strom aus erneuerbaren Energien			12,12	
Stromvertrieb			24.523,62	
Erdgastankstellen	0,00		0,47	0,00
Parkdienstleistungen		4,88	0,38	
Verwaltungsstandort	106,86	9,09	191,71	45,99
Gesamt	**502,96**	**13,96**	**48.359,37**	**168.444,86**

In Abbildung 1 werden die THG-Emissionen der Jahre 2012, 2019 und 2020 dargestellt. Dazu wurden diese auf die THG-Emissionen des Basisjahres 2012 normiert. Im Betrachtungszeitraum konnten die Emissionen deutlich reduziert werden. Dies ist vorwiegend auf die Umstellung vom E.ON-Strommix auf den betriebseigenen Ökostrom zurückzuführen. In Scope 2 wurden im Jahr 2012 noch in jedem Sektor, mit Ausnahme des Sektors „Strom aus erneuerbaren Energien“, THG-Emissionen verursacht. In 2019 und 2020 werden hingegen nur in den Sektoren „Parkdienstleistungen“ und „Verwaltungsstandort“ THG-Emissionen dem Scope 2 zugeordnet. Die Emissionen der Scopes 1 sind im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr gesunken. Dies liegt vor allem an einem verringerten Verbrauch von Erdgas in den Geschäftsbereichen Fernwärmeversorgung. Die Substitution des Energieträgers Erdgas durch den Energieträger Biogas hat außerdem Reduktion des Emissionsfaktors Fernwärme (Scope2) zur Folge, was zu einer signifikanten Reduktion der Scope 2 Emissionen führt.

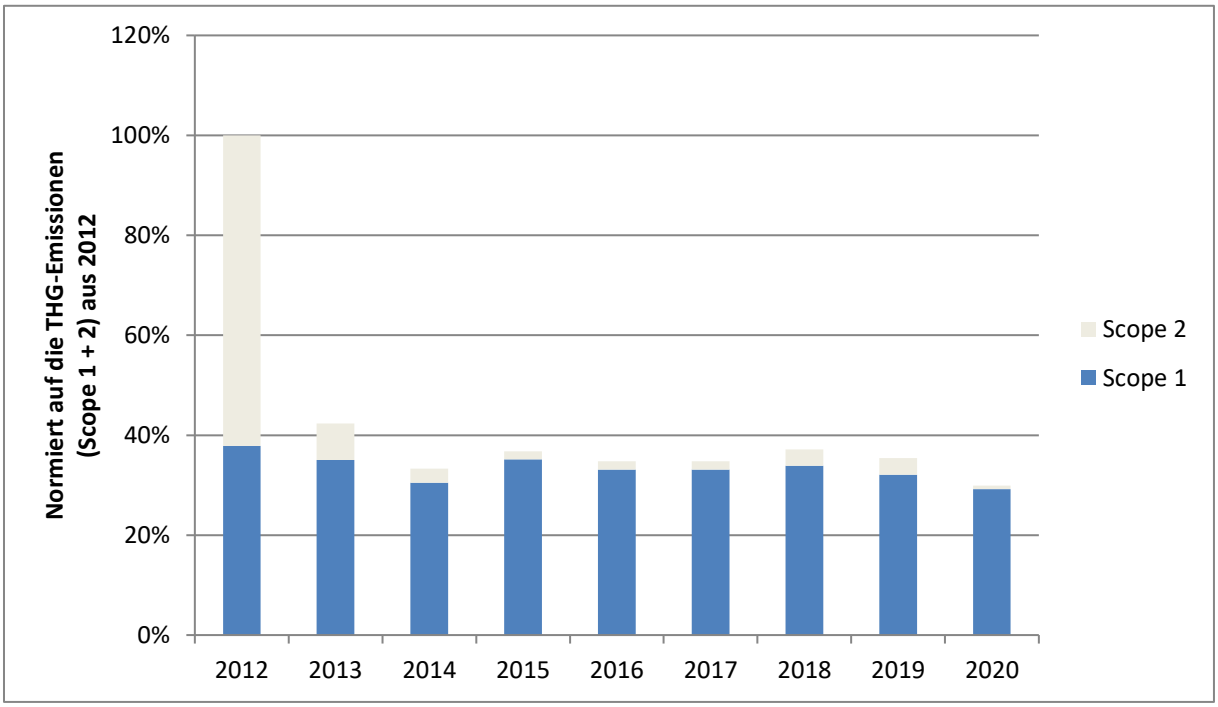

Abbildung 1: Entwicklung der normierten THG-Emissionen in Scope 1 und 2 ohne Fernwärme

6. DATENERFASSUNGSKONZEPT

Die grundlegenden Betriebsabläufe der Stadtwerke Göttingen AG sind bereits durch die Basisstudie (Schmehl et al. 2013) erfasst worden. Neue Geschäftsbereiche, beispielsweise der Stromvertrieb, wurden in der Folgestudie (Lühn et al. 2014) mit aufgenommen. Der Stadtwerke Göttingen AG wurden digitale Datenerfassungsbögen im Excel-Format zugesandt, in denen getrennt für die einzelnen Geschäftsbereiche für die Jahre 2012 bis 2019 folgende Punkte abgefragt wurden:

- Angabe zur Prozesseinheit,
- Art der eingehenden Energieträger und sonstiger Stoffe,
- Bezugsquelle und Lieferant,
- Bezugseinheit,
- Menge der eingehenden Energieträger und Stoffe,
- Datenquelle (gemessener Zählerstand, Abrechnungen, Schätzungen),
- Art des bereitgestellten Produktes,
- Zielort (z.B. öffentliches Stromnetz, Fernwärmenetz) und
- bereitgestellte Menge mit Bezugseinheit und die dazugehörige Datenquelle.

In Tabelle 67 wird die Systematik zur Datensammlung anhand eines Ausschnitts aus den Datenerfassungsbögen veranschaulicht.

Dem Verwaltungsstandort sind die Bereiche Verwaltungsgebäude, Materialeinkäufe, Fuhrpark, Dienstreisen, An- und Abfahrten der Mitarbeitenden sowie Abfallentsorgung zugeordnet worden. Bezüglich der Dienstreisen sind Informationen zu den Zielorten, genutzte Verkehrsmittel und zurückgelegte Entfernungen von der Stadtwerke Göttingen AG in digitaler Form vorgelegt worden. Auf eine interne schriftliche Befragung der Mitarbeitenden zur Bestimmung der Entfernungen zwischen Wohn- und Arbeitsort sowie des genutzten Verkehrsmittels einschließlich Antriebsart, wurde in diesem Jahr verzichtet. Die Materialeinkäufe mit den dazugehörigen Lieferanten liegen über das betriebliche Rechnungswesen der Stadtwerke Göttingen AG in digitaler Form vor und bilden die Grundlage zur Bestimmung der relevanten Stoffströme für den Verwaltungsbereich. Des Weiteren werden die Abfallmengen der Stadtwerke mit den Entsorgungsunternehmen in Tabellen erfasst und können in unveränderter Form für die Erstellung der betrieblichen CO_2e-Bilanz verwendet werden.

Die genannten Informationen sind in Excel verarbeitet worden. Erforderte die Modellierung der Daten nähere Informationen zu den Stoffströmen und Systemgrenzen, sind diese über Rückfragen an die Stadtwerke Göttingen AG per Telefon oder Email geklärt worden.

Tabelle 67: Ausschnitt der Datenerfassungsbögen für die Geschäftsbereiche

Input (Eingehende Energieträger und Stoffe)

Geschäftsbereich/ Prozesseinheit		Interne Info	Art des Inputs	Bezugsquelle	Einheit	Menge			Datenquelle	Bemerkungen
						2012	2013	2014		
Hierzu gehören beispielsweise Reglerstationen, Pumwerke, Messstationen		z.B. Energy-Aberchnungskonto	Strom, Heizöl, Erdgas, Diesel, Benzin, Fernwärme, Wasser, ...	Von welchem Anbieter wird der Input bezogen; aus welchen Energieträgern wird die Wärme, der Strom erzeugt?	kWh, m^2, t, kg				gemessener Zählerstand; Abrechnungen; Schätzung;...	

Output (Abgehende Produkte)

Geschäftsbereich/ Prozesseinheit	Art des Produktes	Bestimungsort	Einheit	Menge			Datenquelle	Bemerkungen
				2012	2013	2014		
Hierzu gehören beispielsweise Reglerstationen, Pumwerke, Messstationen	Strom, Fernwärme, Gas, Wasser	Öffentliche Stromnetze, Örtliches Gasnetz, Fernwärmenetz, Wassernetz, Eigenverbrauch	kWh, m^2, t, kg				gemessener Zählerstand; Abrechnungen; Schätzung;...	

7. LITERATURVERZEICHNIS

AGRA-TEG (2013): Stop Climate Change Standard zur Zertifizierung freiwilliger Klimaschutzmaßnahmen. Version 3. Hg. v. Agrar- und Umwelttechnik GmbH Göttingen (AGRA-TEG). Göttingen. Online verfügbar unter http://www.stop-climate-change.de/fileadmin/user_upload/documents/Stop_Climate_Change_Standard_V3_2013_final.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2013.

Anthes, Johann (2015): Anforderungen CO2-Bilanz. Göttingen, 17.08.2015. E-Mail an Meike Schmehl.

DEHSt (2007): Einheitliche Stoffwerte für Emissionsfaktoren, Heizwerte und Kohlenstoffgehalte für Brennstoffe, Rohstoffe und Produkte. Zuteilungsverordnung 2012, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 40 vom 17. August 2007. Hg. v. Deutsche Emissionshandelsstelle. Umweltbundesamt (UBA). Berlin.

DIN EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006). Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin.

DIN EN ISO 14044 (2006): Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitung (ISO 14044:2006). Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin.

DIN EN ISO 14064-1 (2012): Treibhausgase – Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene (ISO 14064-1:2006). Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin.

DIN V 18599 (2013): Energetische Bewertung von Gebäuden. Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung Sonderdruck 2013. Hg. v. Beuth-Verlag. Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin.

Dumeier, M.; Pohl, E.; Geldermann, J. (2020): Studie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2019 gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Duisburg.

Ecoinvent (2018): Ecoinvent version 3.5. Hg. v. Swiss Centre for Life Cycle Inventories (Ecoinvent). St. Gallen.

Fritsche, U. R.; Rausch, Lothar (2008): Bestimmung spezifischer Treibhausgas-Emissionsfaktoren für Fernwärme. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Climate Change, 08/08). Online verfügbar unter http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3476.pdf, zuletzt geprüft am 04.09.2013.

Hahne, E. (2004): Technische Thermodynamik: Einführung und Anwendung. München: Oldenbourg Verlag. Online verfügbar unter http://books.google.de/books?id=i5btcMPaRYoC.

Hennecke, T.; Löchter, A. (2018): Grundlagenbericht zum UmweltMobilCheck. Deutsche Bundesbahn. Berlin.

ifo Institut (2020): Randstad-ifo- Personalleiter- befragung. Ergebnisse: 2. Quartal 2020. Hg. v. Randstad Deutschland. Online verfügbar unter https://www.randstad.de/s3fs-media/de/public/2020-08/randstad-ifo-personalleiterbefragung_q2_2020.pdf.

IINAS (2013): Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.8. Hg. v. Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS). Darmstadt.

IINAS (2019): Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), Version 5.0. Hg. v. Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS). Darmstadt.

IPCC (2013): WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE IPCC FIFTH ASSESSMENT REPORT CLIMATE CHANGE 2013: THE PHYSICAL SCIENCE BASIS. Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment, zuletzt geprüft am 24.08.2015.

Lühn, T.; Schmehl, M.; Geldermann, J. (2014): Folgestudie zur Folgestudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG. Gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Produktion und Logistik. Göttingen.

Lühn, T.; Schmehl, M.; Geldermann, J. (2015): Folgestudie zur Folgestudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG. Gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Produktion und Logistik. Göttingen.

Rausch, Lothar; Fritsche, U. R. (2012): Aktualisierung von Ökobilanzdaten für Erneuerbare Energien im Bereich Treibhausgase und Luftschadstoffe. Hg. v. Öko-Institut e.V. Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.oeko.de/publikationen/p-details/aktualisierung-von-oekobilanzdaten-fuer-erneuerbare-energien-im-bereich-treibhausgase-und-luftschads/, zuletzt geprüft am 30.07.2014.

Rösemann, Claus; Haenel, Hans-Dieter; Dämmgen, Ulrich; Freibauer, Annette; Döring, Ulrike; Wulf, Sebastian et al. (2017): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2015. Report on methods and data (RMD) submission 2017 = Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2015 : Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2017. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen Report, 46). Online verfügbar unter http://hdl.handle.net/10419/157367.

Scharpenberg, C.; Dumeier, M.; Geldermann, J. (2018): Studie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2017 gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Göttingen.

Scharpenberg, C.; Dumeier, M.; Geldermann, J. (2019): Studie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2018 gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Duisburg.

Scharpenberg, C.; Lühn, T.; C.; Schmehl, M.; Geldermann, J. (2017): Studie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2016 gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Göttingen.

Scharpenberg, C.; Lühn, T.; Schmehl, M.; Geldermann, J. (2016): Folgestudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG. Gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Produktion und Logistik. Göttingen.

Schmehl, M.; Lühn, T.; Geldermann, J. (2013): Basisstudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG Basisstudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG gemäß des Stop Climate Change Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen. Hg. v. Georg-August-Universität Göttingen. Professur Produktion und Logistik. Göttingen.

Sen, Aditi (2015): VCS Standard. Verified Carbon Standard (VCS) Version 3.5 Requirements Document. 3.5. Aufl. VCS Association.

WBCSD; WRI (2004): The greenhouse gas protocol. A corporate accounting and reporting standard. Rev. ed. Geneva, Switzerland, Washington, DC: World Business Council for Sustainable Development; World Resources Institute.

WBCSD; WRI (2011): Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. Hg. v. World Business Council und World Resource Institute. Geneva, Switzerland, Washington, DC.

8. ANHANG

8.1 EMISSIONSFAKTOREN DER BAHNFAHRTEN

Tabelle 68: Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten

Zielort	THG-Emissionen [kg CO_2e/Fahrt]			Anzahl der Dienstfahrten		
	2012	2019	2020	2012	2019	2020
Achim	-	-	-	-	-	-
Alsfeld	19,2	-	-	1	-	-
Bad Dürkheim	29,6	-	-	1	-	-
Bad Emstal	6,20	-	-	-	-	-
Bad Homburg	-	0,82	-	-	-	-
Bad Nauheim	-	-	-	-	-	-
Bad Zwischenahn	-	2,9	-	-	-	-
Bensberg	31,6	-	-	1	-	-
Berlin	30,2	0,07	10,4	32	3	3
Bochum	-	0,88	-	-	2	-
Bonn	34,4	0,76	-	1	1	-
Braunschweig	12,6	-	7,3	1	-	2
Bremen	16,2	0,03	-	3	3	-
Chemnitz	59,8	-	-	1	-	-
Darmstadt	24,4	-	-	1	-	-
Dortmund	23,2	-	-	1	-	-
Dresden	48,8	5,8	-	1	1	-
Düsseldorf	29,0	0,09	-	2	2	-
Duvenstedt	-	0,05	-	-	1	-
Emden	-	6,7	-	-	-	-
Erlangen	-	-	-	-	-	-
Erfurt	24,6	11,3	10,6	3	-	2
Essen	25,8	1,6	12,2	2	6	4
Ettlingen	29,0	0,36	-	1	1	-
Frankental	25,6	-	-	1	-	-
Frankfurt a.M.	21,8	0,04	4,8	23	8	6
Ffm-Eppstein	-	0,03	-	-	1	-
Fulda	10,8	0,03	-	1	2	-
Gelsenkirchen	-	11,9	-	-	-	-
Gießen	15,6	6,2	-	1	1	-
Gotha	-	9,7	-	-	1	-
Hamburg	20,2	0,05	-	11	3	-
Hannover Flughafen	9,60	-	-	-	-	-
Hannover	8,20	0,02	3,4	32	52	179
Hannover-Lang.	-	0,7	-	-	-	-
Heidelberg	30,0	-	-	1	-	-
Hildesheim	16,6	0,02	2,5	1	3	2
Hochheim	62,4	0,07	-	1	3	-
Husum	-	12,7	-	-	-	-
Karlsruhe	-	0,07	-	-	1	-
Kassel	4,40	0,18	-	9	6	-

Tabelle 68: **Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten (Fortsetzung)**

Zielort	THG-Emissionen [kg CO2e/Fahrt]			Anzahl der Dienstfahrten		
	2012	2019	2019	2012	2019	2020
Kiel	38,6	-	-	2	-	-
Koblenz	-	6,0	-	-	-	-
Köln	29,6	0,13	-	4	4	-
Lübeck	27,0	-	-	1	-	-
Lehrte	-	0,87	-	-	-	-
Leipheim	50,6	-	-	1	-	-
Leipzig	37,0	9,4	-	3	2	-
Leverkusen	-	-	-	-	-	-
Kiel	38,6	-	-	2	-	-
Lübeck-Trave.	37,0	4,2	10,7	3	7	13
Ludwiglust	-	5,1	-	-	1	-
Lüneburg	16,8	-	-	1	-	-
Magdeburg	18,6	0,03	-	1	1	-
Mainz	-	-	-	-	-	-
Mainz-Kast.	27,0	1,6	-	-	2	-
Mannheim	23,4	0,04	-	4	2	-
Marburg	12,8	0,03	-	1	1	-
Mellendorf	10,6	-	-	2	-	-
Meschede	22,2	-	-	2	-	-
Montabauer	-	0,04	-	-	2	-
Müllheim	-	1,7	-	-	-	-
München	40,0	0,11	-	1	2	-
Münster	26,8	-	-	1	-	-
Neu-Isenburg	18,8	-	-	1	-	-
Neu-Ulm	-	0,26	-	-	-	-
Norderney	-	-	-	-	-	-
Norderstedt		1,7	-	-	-	-
Nürnberg	-	0,05	-	-	3	-
Oldenburg	-	0,05	-	-	8	-
Osnabrück	20,4	-	-	2	-	-
Potsdam	-	1,4	-	-	1	-
Rodgau	-	-	-	-	-	-
Rosenheim	-	3	-	-	1	-
Rostock	-	0,08	-	-	-	-
Saarbrücken	-	-	-	-	-	-
Schondorf	-	9,3	-	-	5	-
Schwerin	36,2	-	-	1	-	-
Schwäbisch Hall	-	-	15,1	-	-	1
Sierksdorf			11,9			1
Soltau	-	8,2	-	-	1	
Stuttgart	-	0,07	-	-	-	-
Stuhr	-	-	-	-	-	-
Ulm	42,8	0,07	-	2	3	-
Verden	-	0,04	-	-	-	-
Wettenberg	18,8	-	-	2	-	-
Wiesbaden	22,4	0,05	-	-	3	-
Winsen	-	1,1	-	-	-	-
Würzburg	18,2	0,06	-	1	-	-

8.2 VERWENDETE EMISSIONFAKTOREN

Tabelle 69: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren

Prozess	Emissionsfaktor [kg CO_2e]			Bezugsgröße
	2012	2019	2020	
Energieträgerbereitstellung				
Erdgas aus Hochdruckleitung		0,027		[kWh]
Heizöl, ab Regionallager		0,039		[kWh]
Diesel, ab Tankstelle		0,477		[l]
Benzin, ab Tankstelle		0,555		[l]
Biogas		0,050		[kWh]
Biomethan		0,094		[kWh]
Bereitstellung von Ausgangsmaterialien und -stoffen				
Grund- und Oberflächenwasser		0,000		[kWh]
Papier		0,813		[kg]
Gasodor® S-Free*		2,257		[kg]
Schmieröl		0,318		[l]
Konversion von fossilen Energieträgern				
Erdgas		0,202		[kWh]
Erdgas, klimaneutral		0,000		[kWh]
Heizöl, leicht		0,266		[kWh]
Diesel		2,401		[l]
Benzin		2,286		[l]
CNG		2,844		[kg]
CNG, klimaneutral		0,000		[kg]
Bereitstellung von Energieprodukten				
SWG Strom		0,003		[kWh]
Wärme aus Gasheizung		0,266		[kWh]
Stromerzeugung				
Strommix Deutschland (Scope 2)	0,467	0,453	0,453	[kWh]
Strommix Deutschland (inkl. Scope 3)	-	0,469	0,469	[kWh]
Wasserkraft (klein)		0,007		[kWh]
Konv. Strom	-	0,469	0,469	[kWh]
E.ON-Standardstrom	0,352	-	-	[kWh]
Bereitstellung von Produkten durch die Stadtwerke Göttingen AG				0,642
Erdgas	0,030	0,027	0,027	[kWh]
Fernwärme – HKW Godehardstraße	0,143	0,133	0,133	[kWh]
Solarkollektor (Wärme)		0,041		[kWh]
Strom aus Photovoltaik-Anlage		0,028		[kWh]
CNG	1,506	0,370	0,370	[kg]
Trinkwasser	0,100	0,009	0,009	[m^3]

Tabelle 69: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren (Fortsetzung)

Prozess	Emissionsfaktor [kg CO_2e]			Bezugsgröße
	2012	2019	2020	
Güter- und Personentransport				
PKW, Benzin	0,211	0,225	0,225	[P.km]
PKW, Diesel	0,182	0,180	0,180	[P.km]
PKW, CNG	0,204	-	-	[P.km]
Bus, Diesel		0,051		[P.km]
PKW, LPG		0,315		[P.km]
Bahn, Nahverkehr		0,052		[P.km]
Motorrad		0,147		[P.km]
LKW, Diesel		0,080		[t.km]
Gewichteter Durchschnitt über Personentransporte	-	0,162	0,162	[P.km]
Abfallentsorgung				
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		0,05		[kg]
Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung		0,118		[kg]
Eisen und Stahl		0,058		[kg]
Kabel		0,907		[kg]
Restmüll		0,521		[kg]
Papier, Pappe, Kartonagen		0,020		[kg]
Leuchtstoffröhren		0,005		[kg]
Öliges Wasser aus Öl- und Wasserabscheider		1,666		[kg]
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle		0,051		[kg]
Aluminium		0,016		[kg]
Lösemittel und Lösemittelgemische		2,035		[kg]
Nichtchlorierte Maschinen- und Getriebe und Schmieröle auf Mineralölbasis		2,848		[kg]
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle		0,011		[kg]
Holz		0,010		
Sieb- und Rechenrückstände		-		[kg]
Gefährliche Bestandteile enthaltene gebrauchte Geräte		-		[kg]
Andere Emulsionen (HKW Abgasreinigung)		-		[kg]
Alkalibatterien		0,912		[kg]
Bleibatterien		3,228		[kg]
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten		-		[kg]
Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe		-		[kg]
Gemischte Metalle		-		[kg]
Kohlenteerhaltige Bitumengemische		-		[kg]

8.3 CO_2E-BILANZ DES ENTSORGUNGSBEREICHS

Tabelle 70: CO_2e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts[1)]

Verwaltungsstandort		2012	2019	2020	Änderungen 2020 zu	
					2012	2019
Scope 3 Downstream	[kg CO_2e]	**29.610,89**	**61.518,99**	**45.988,19**	**55,3%**	**-20,15%**
Stoffliche Abfallentsorgung	[kg CO_2e]	**29.515,31**	**41.944,51**	**32.210,42**	**9%**	**-23%**
Sieb- und Rechenrückstände	[kg CO_2e]	29.515,31	-	-		
Papier, Pappe, Kartonage	[kg CO_2e]	274,00	217,40	217,40		
Biomüll	[kg CO_2e]	157,26	-	3,55		
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	[kg CO_2e]	0,00	-	-		
Eisen und Stahl	[kg CO_2e]	1.969,77	2.886,26	1.858,13		
Kabel	[kg CO_2e]	-	-	-		
Holz	[kg CO_2e]	-	5,25	-		
Aufsaug- und Filtermaterialien	[kg CO_2e]	59,00	84,96	95,58		
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	[kg CO_2e]	-	-	-		
Andere Emulsionen	[kg CO_2e]	-	-	-		
nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle	[kg CO_2e]	19.081,60	32.808,96	24.094,08		
Restmüll	[kg CO_2e]	5.941,68	5.941,68	5.941,68		
Transformatoren und Kondensatoren, die PCB enthalten	[kg CO_2e]	-	-	-		
Alkalibatterien	[kg CO_2e]	-	-	-		
Bleibatterien	[kg CO_2e]	-	-	-0		
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	[kg CO_2e]	-	-	-		
Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe	[kg CO_2e]	-	-	-		
Leuchtstoffröhren	[kg CO_2e]	-	-	-		
Schlämme aus Abwasserbehandlung	[kg CO_2e]	50,00	-	-		
Schlämme aus Öl- und Wasserabscheidern	[kg CO_2e]	354,00	-	-		
Lösemittel, Lösemittelgemische	[kg CO_2e]	1.628,00	-	-		
Abfallgemische aus Sandfanganlagen	[kg CO_2e]	-	-	-		
Aluminium	[kg CO_2e]	-	-	-		
Gemischte Metalle	[kg CO_2e]	-	-	-		
Kohlenteerhaltige Bitumengemische	[kg CO_2e]	-	k.A.	-		
anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält	[kg CO_2e]	-	k.A.	-		

[1)]k.A.: Es lag kein geeigneter Emissionsfaktor vor.

Tabelle 70: CO2e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts (Fortsetzung)

Verwaltungsstandort		2012	2019	2020	Änderungen 2020 zu	
					2012	2019
Transport Abfallentsorgung	[kg CO_2e]	**95,59**	**15.650,73**	**13.777,78**	**14314%**	**-12%**
Sieb- und Rechenrückstände	[kg CO_2e]	-	-	-		
Papier, Pappe, Kartonage	[kg CO_2e]	2,21	1,75	1,75		
Biomüll	[kg CO_2e]	0,75	0	-		
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	[kg CO_2e]	-	-	-		
Eisen und Stahl	[kg CO_2e]	5,43	7,95	5,12		
Kabel	[kg CO_2e]	-	-	-		
Holz	[kg CO_2e]	-	-	-		
Aufsaug- und Filtermaterialien	[kg CO_2e]	0,08	0,12	0,13		
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	[kg CO_2e]	-	0,07	0,04		
Andere Emulsionen	[kg CO_2e]	-	-	-		
nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle	[kg CO_2e]	76,58	131,67	96,70		
Restmüll	[kg CO_2e]	2,75	2,75	2,75		
Transformatoren und Kondensatoren, die PCB enthalten	[kg CO_2e]	-	-	-		
Alkalibatterien	[kg CO_2e]	-	-	-		
Bleibatterien	[kg CO_2e]	-	-	-		
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	[kg CO_2e]	-	7.148,72	5.247,47		
Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe	[kg CO_2e]	-	7.723,45	7.791,92		
Leuchtstoffröhren	[kg CO_2e]	-	-	-		
Schlämme aus Abwasserbehandlung	[kg CO_2e]	0,4	-	-		
Schlämme aus Öl- und Wasserabscheidern	[kg CO_2e]	1,21	-	-		
Lösemittel, Lösemittelgemische	[kg CO_2e]	6,19	-	-		
Abfallgemische aus Sandfanganlagen	[kg CO_2e]	-	-	-		
Aluminium	[kg CO_2e]	-	-	-		
Gemischte Metalle	[kg CO_2e]	-	-	-		
Kohlenteerhaltige Bitumengemische	[kg CO_2e]	-	2,39	631,85		

8.4 MINDERUNGSKONZEPT DER STADTWERKE GÖTTINGEN AG

8.5 KRITISCHE PRÜFUNG (CRITICAL REVIEW REPORT)

Die folgenden Seiten beinhalten den Bericht der kritischen Prüfung der vorliegenden Studie „Folgestudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG gemäß des Stop Climate Change – Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhaus-gasen“. Die Eignung der Studie für eine Stop Climate Change – Zertifizierung wurde bestätigt.

8.6 BESTÄTIGUNG DER ZERTIFIKATIONSVORLAGE

Die Stadtwerke Göttingen AG bestätigt die Richtigkeit der Angaben in der Zertifikationsvorlage

„Folgestudie zur Unternehmenszertifizierung der Stadtwerke Göttingen AG gemäß des Stop Climate Change – Standards Version 3 zur Minderung und Kompensation von Treibhausgasen“.

Die Stadtwerke Göttingen AG verpflichtet sich bei erfolgreicher Zertifizierung für die Kompensation mittels anerkannter Carbon Credits gemäß des Stop Climate Change – Standards Version 3 Sorge zu tragen.

Hiermit beantragt die Stadtwerke Göttingen AG die Zertifizierung durch die anerkannte SCC-Zertifizierungsstelle GfRS Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH.

Die Stadtwerke Göttingen AG verpflichtet sich, der Zertifizierungsstelle neben dieser Basisstudie ein Datenerfassungs- und ein Emissionsminderungskonzept zu übermitteln, die im Rahmen der Antragstellung auf Zertifizierung neben dieser Basisstudie geprüft werden. Die kontinuierliche Datenerfassung im Rahmen des dargelegten Datenerfassungskonzeptes und die Umsetzung des Emissionsminderungskonzeptes sind nach erfolgter Zertifizierung verpflichtend.

Geschäftsführer	SCC-ERS Verantwortlicher
Stadtwerke Göttingen AG	Stadtwerke Göttingen AG