

**STUDIE**

**ZUR**

**UNTERNEHMENSZERTIFIZIERUNG**

**DER STADTWERKE GÖTTINGEN AG FÜR DAS JAHR 2015**

**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 2015

**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:** Georg-August-Universität Göttingen,  
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät,  
Professur für Produktion und Logistik

Christina Scharpenberg, M.Sc.

Dipl.-Wirt.-Ing. Tobias Lühn

Dipl.-Geoökol. Meike Schmehl

Prof. Dr. Jutta Geldermann

Platz der Göttinger Sieben 3

D-37073 Göttingen

Tel: +49 (0)551 39 7257

Fax: +49 (0)551 39 9343

www.produktion.uni-goettingen.de

**Datum:** 27. Oktober 2016

## 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 .....	19
3.5 Stromvertrieb .....	21
3.6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien .....	21
3.7 Parkdienstleistungen .....	22
3.8 Verwaltungsstandort.....	23
4. Beschreibung der verwendeten THG-Emissionsfaktoren.....	29
4.1 Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Energieträgern .....	29
4.2 Emissionsfaktoren für Rohstoffe und Ausgangsmaterialien .....	34
4.3 Direkte Emissionsfaktoren umgesetzter Energieträger .....	36
4.4 Emissionsfaktoren für Produkte der Stadtwerke Göttingen AG .....	36
4.5 Emissionsfaktor für den externen Wärmebezug .....	43
4.6 Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport.....	43
4.7 Emissionsfaktoren für die Abfallentsorgung .....	44
5. Ergebnisse.....	46
5.1 Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz nach Sektoren.....	46
5.2 Gesamtbetriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz nach Scopes .....	55
6. Datenerfassungskonzept.....	59
7. Literaturverzeichnis .....	61
8. Anhang .....	65
8.1 Emissionsfaktoren der Bahnfahrten .....	65
8.2 Verwendete Emissionfaktoren .....	67
8.3 CO <sub>2</sub> e-Bilanz des Entsorgungsbereichs .....	69
8.4 Minderungskonzept der Stadtwerke Göttingen AG .....	71
8.5 Kritische Prüfung (Critical Review Report) .....	72
8.6 Bestätigung der Zertifizierungsvorlage .....	73

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BHKW	Blockheizkraftwerk
CNG	engl. <i>Compressed Natural Gas</i> (komprimiertes Erdgas)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
et al.	et alii
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GDRM	Gasdruckregel- und Messanlagen
GHG	engl. <i>Greenhouse Gas</i> (Treibhausgas)
GWP	engl. global warming potential (Treibhauspotenzial)
HKW	Heizkraftwerke
i. A.	im Auftrag
ISO	engl. <i>International Organization for Standardization</i> (Internationale Organisation für Normung)
k.A.	keine Angabe
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraftwärmekopplung
LPG	engl. Liquefied Petroleum Gas (Flüssiggas)
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MJ	Megajoule
MWh	Megawattstunde
ω	Brennstoffausnutzungsgrad
σ	Stromkennzahl
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P.km	Personenkilometer
PV	Photovoltaik
t	Tonne
t.km	Tonnenkilometer
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunde

## 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 das HKW Godehardstraße .....	16
Tabelle 12:	Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Zietenterrassen .....	17
Tabelle 13:	Energieströme des Scope 2 für das HKW Zietenterrassen .....	17
Tabelle 14:	Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Zietenterrassen .....	17
Tabelle 15:	Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Kieseekarree .....	18
Tabelle 16:	Energieströme des Scope 2 für das HKW Kieseekarree .....	18
Tabelle 17:	Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Kieseekarree ....	19
Tabelle 18:	Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gastankstellen .....	19
Tabelle 19:	Energieströme des Scope 2 der Gastankstellen .....	20
Tabelle 20:	Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Gastankstellen (in 2012/2014 inkl. Verluste durch Prüfung) .....	20
Tabelle 21:	Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gastankstellen .....	20
Tabelle 22:	Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) des Stromvertriebs .....	21
Tabelle 23:	Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien .....	22
Tabelle 24:	Energieströme des Scope 2 für die Parkdienstleistungen .....	23
Tabelle 25:	Stoffströme des Scope 3 der Parkdienstleistungen .....	23
Tabelle 26:	Energie- und Stoffströme des Scope 1 des Verwaltungsstandorts .....	24
Tabelle 27:	Energieströme des Scope 2 des Verwaltungsstandorts .....	24
Tabelle 28:	Scope 3 (Upstream) der Materialbeschaffung .....	25
Tabelle 29:	Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Energieträger- und Trinkwasserbereitstellung .....	26
Tabelle 30:	Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die Dienstreisen .....	26
Tabelle 31:	Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden (Hin- und Rückfahrt) .....	27
Tabelle 32:	Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Downstream) des Verwaltungsstandorts .....	27
Tabelle 33:	Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von fossilen Energieträgern .....	30
Tabelle 34:	Emissionsfaktoren für die Bereitstellung des Biogassubstrates für das Jahr 2015 .....	31
Tabelle 35:	Hilfsprodukte zur Biogaserzeugung .....	31

Tabelle 36:	Zusammenfassung der mit der Biogaserzeugung verbundenen THG-Emissionen für das Jahr 2015 .....	32
Tabelle 37:	Gegenüberstellung der Nährstoffbereitstellung durch Gärrest und Wirtschaftsdünger für das Jahr 2015 .....	32
Tabelle 38:	Eingesparte THG-Emissionen durch die Substitution von Mineraldünger mit Gärrest .....	33
Tabelle 39:	Parameter zur Berechnung der geminderten Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdünger .....	33
Tabelle 40:	Zusammenfassung des Emissionsfaktors für Biogas im Jahr 2015 .....	34
Tabelle 41:	Zusammensetzung des Emissionsfaktors für Biomethan .....	34
Tabelle 42:	Substanzmengen und Emissionsfaktoren für Gasodor® S-Free .....	35
Tabelle 43:	Direkte Emissionsfaktoren für die Konversion von fossilen Energieträgern .....	36
Tabelle 44:	Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Erdgas durch die Stadtwerke Göttingen AG .....	37
Tabelle 45:	Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Fernwärme am Standort Godehardstraße durch die Stadtwerke Göttingen AG .....	40
Tabelle 46:	Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von CNG durch die Stadtwerke Göttingen AG .....	42
Tabelle 47:	Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Trinkwasser durch die Stadtwerke Göttingen AG .....	42
Tabelle 48:	Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport .....	44
Tabelle 49:	Emissionsfaktoren der Abfallentsorgung .....	45
Tabelle 50:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Wasserversorgung .....	47
Tabelle 51:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Gasversorgung .....	48
Tabelle 52:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Fernwärmeversorgung .....	49
Tabelle 53:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Erdgastankstellen .....	50
Tabelle 54:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) .....	51
Tabelle 55:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromvertrieb .....	51
Tabelle 56:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Parkdienstleistungen .....	52
Tabelle 57:	CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für den Verwaltungsstandort .....	54
Tabelle 58:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2012 .....	55
Tabelle 59:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2014 .....	55
Tabelle 60:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2015 .....	56
Tabelle 61:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2012 .....	56
Tabelle 62:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2014 .....	57
Tabelle 63:	Betriebliche CO <sub>2</sub> e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2015 .....	57
Tabelle 64:	Ausschnitt der Datenerfassungsbögen für die Geschäftsbereiche .....	60
Tabelle 65:	Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten .....	65
Tabelle 66:	Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren .....	67
Tabelle 67:	CO <sub>2</sub> e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts <sup>1)</sup> .....	69

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung der normierten THG-Emissionen in Scope 1 und 2 ohne Fernwärme .... 58



## 1. HINTERGRUND

Im Jahr 2013 ließ sich die Stadtwerke Göttingen AG erstmals als klimafreundliches Unternehmen nach dem Stop Climate Change Standard zertifizieren. Voraussetzung für den Erwerb dieses Klimaschutz-Zertifikates sowie dessen Aufrechterhaltung bildet die jährliche Erstellung einer betrieblichen CO<sub>2</sub>e-Bilanz in Verbindung mit einer externen Begutachtung. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die Änderungen der Datenbasis des Jahres 2015 zu den Vorjahren dargelegt und die aktuelle CO<sub>2</sub>e-Bilanz vorgestellt. Das Stoffstrommodell der Stadtwerke Göttingen und die Treibhausgas (THG)-Emissionsfaktoren werden detailliert in den vorangegangenen Studien von Lühn et al. (2014) und Schmehl et al. (2013) beschrieben.

Neben dem Nachweis der Klimafreundlichkeit des Unternehmens soll die Studie als Ausgangsbasis für die Berichterstattung nach dem deutschen Nachhaltigkeitskodex dienen. Das zeitliche Monitoring der mit der Göttingen AG verbundenen Treibhausgasemissionen über mehrere Jahre ermöglicht u.a. die Auswirkungen von den in der Basisstudie aufgeführten und umgesetzten Maßnahmen zu erfassen.

## 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 werden der Hintergrund und die Motivation beschrieben. Kapitel 2 führt das Ziel und die Rahmenbedingungen der Studie aus. Die verwendeten Systemgrenzen werden in Kapitel 3 vorgestellt. 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<sup>1</sup>- und Sekundärdaten<sup>2</sup> basierenden 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, interne Prozesse klimafreundlicher zu gestalten.

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

1. Wasserversorgung,
2. Gasversorgung,
3. Wärmeversorgung,
4. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien,
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.

---

<sup>1</sup>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.

<sup>2</sup>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 der 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-Unternehmenszertifizierung 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.

In einem weiteren Schritt kann die Studie Bürgerinnen und Bürgern, Wirtschaftsunternehmen und anderen Interessengruppen der Region Göttingen eine belastbare Berechnung liefern, um sich über die Klimawirkungen unternehmerischer Prozesse der Stadtwerke Göttingen AG zu informieren.

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<sub>2</sub>e-Bilanzierung zu schaffen und der richtigen Interpretation der Ergebnisse zu dienen. 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 (EE), 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 2015 ermittelt und mit den Jahren 2012 und 2014 nach (Lühn et al. 2015 und Schmehl et al. 2013) verglichen.

**Tabelle 1: Berücksichtigte Sektoren der Stadtwerke Göttingen AG**

Sektor	Standort
Wasserversorgung <sup>1)</sup>	- Wasserversorgungsanlagen: Schillerplatz, Springmühle, Weende, Stegemühle
Gasversorgung	- Gasübergabestationen: Elliehausen, Rosdorf - Reglerstationen: Afrika-Denkmal, Akazienweg, ,Alcan <sup>2)</sup> , Am Kampe, Am Toppe, Elswiese, Feuerwehr, Godehardstraße, Grone, Hainholzweg, Holtenser-Berg, Kehrstraße, Leineberg, Lenglern, Maschmühlenweg, Otto-Frey-Brücke, Rube <sup>2)</sup> , Stegemühle, Universität <sup>2)</sup> - Verdichter Biogasanlage
Wärmeversorgung	- Heizkraftwerke: Godehardstraße, Zietenterrassen, Kieseekarree
Gastankstellen	- Gastankstellen: Esso, Kasseler Landstraße; Aral, Hannoversche Straße
Stromvertrieb	
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	- Wasserkraftwerke: Springmühle, Weende, Stegemühle - Photovoltaik-Anlage: Hildebrandstraße
Parkdienstleistung	- Parkhäuser: Hospitalstraße, Groner Tor
Verwaltung	- Verwaltungsgebäude, Garagen, Werkstatt: Hildebrandstraße

<sup>1)</sup> Inklusive Wasserverlustanalysen und kathodischer Korrosionsschutz.

<sup>2)</sup> Reglerstationen sind im Jahr 2013 in Eigentum der Kunden übergegangen.

Die Prozesse der einzelnen Sektoren werden gemäß des 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 das 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 **Kilogramm CO<sub>2</sub>e/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<sub>2</sub>e/Kalenderjahr verwendet.

Bei der Erstellung der betrieblichen CO<sub>2</sub>e-Bilanz bleibt das Basisjahr 2012 als Referenz erhalten. Weiterhin werden die Daten der Jahre 2014 und 2015 zum direkten Vergleich dienen. 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) und 2015 (Lühn et al. 2015).

## 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<sub>2</sub>e-Bilanz umfasst zusätzlich folgende 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 Contractinganlagen, Baustellen sowie die PV-Anlagen der Göttinger Verkehrsbetriebe GmbH und der Sparkassen-Arena 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. Deswegen werden die Stoff- und Energieflüsse 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 Fragebögen zu den in Tabelle 1 beschriebenen Sektoren und Bereichen innerhalb der Systemgrenzen. Diese wurden der Stadtwerke Göttingen AG digital übermittelt und ausgefüllt zurückgesendet.

Relevante Hintergrunddaten über Energieverbräuche, Transportprozesse und Hilfsmaterialien werden hauptsächlich der Datenbank GEMIS Version 4.94 (IINAS 2016) und der Ecoinvent-Datenbank Version 3.2 (Ecoinvent 2015) entnommen. Der Großteil der genutzten Datensätze ist einschließlich der Dokumentationen öffentlich verfügbar. Im Vergleich zur Folgestudie (2015) liegen in Einzelfällen aktualisierte Datensätze vor. Im Jahr 2015 werden die veralteten Datensätze durch die Neuen ersetzt. Zum Erhalt der Vergleichbarkeit werden auch die kommunizierten Daten der Jahre 2012 und 2014 überarbeitet.

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 2014 und 2015 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<sub>2</sub>e/kg CO<sub>2</sub> auf. Der Wert für fossiles Methan beträgt 30 kg CO<sub>2</sub>e/kg CH<sub>4</sub> und hat sich im Vergleich zum THG-Potenzial aus (IPCC 2007) um 5 kg CO<sub>2</sub>e 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 Standort in der Hildebrandstraße. 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 (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 wird im Verhältnis 1:4 mit Harzwasser aus der Sösetalsperre<sup>3</sup> 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. Im Jahr 2015 hat die Stadtwerke Göttingen AG 7,98 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser in das Rohrnetz gespeist. Im Rohrnetz gehen hiervon ca. 6 % verloren. 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).

---

<sup>3</sup> Die Sösetalsperre liegt im niedersächsischen Teil des Harzes bei Osterode am Harz.

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

<b>Input</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Energieträger			
Erdgas [kWh]	424.029	391.015	347.447
<b>Output</b>			
Emissionen			
Kohlendioxid <sup>1)</sup> [kg]	85.654	78.985	70.184

<sup>1)</sup> 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 den eigenen Ökostrom-Tarif (GöStrom) umgestellt. Neben dem Strombezug über den eigenen GöStrom-Tarif 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**

<b>Input</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Elektrizität			
E.ON-Standardstrom [kWh]	1.956.098	-	-
E.ON-Ökostrom [kWh]	44.423	-	-
GöStrom [kWh]	-	1.834.763	1.868.492
Wasserkraftstrom <sup>1)</sup> [kWh]	217.442	318.150	370.770
<b>Gesamt</b> [kWh]	<b>2.217.963</b>	<b>2.152.913</b>	<b>2.239.262</b>

<sup>1)</sup> 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, 2014 und 2015 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	2014	2015
Erdgas	[kWh]	424.029	391.015	347.447
Trinkwasser <sup>1)</sup>	[m <sup>3</sup> ]	212	202	245
Metaqua SC-36	[t]	194	219	218
Transport Metaqua SC-36	[km]	307	307	307
Gefördertes Eigenwasser	[m <sup>3</sup> ]	1.572.537	1.568.328	1.595.554
Harzwasser	[m <sup>3</sup> ]	6.290.147	6.273.314	6.382.214

<sup>1)</sup> Aus unternehmenseigener Anlage.

## 3.2 GASVERSORGUNG

Die Stadtwerke Göttingen AG ist sowohl Verteiler von Erdgas als auch Netzbetreiber im Raum Göttingen. Das Erdgas beziehen sie als Netzbetreiber über die zwei Gasübernahmestationen „Rosdorf“ und „Elliehausen“ von der Gas-Union-Transport GmbH. Zur Noteinspeisung befindet sich nordwestlich Göttingens 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<sub>2</sub>e-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.

Insgesamt befinden sich rund 16.613 Ausspeisepunkte (Stand: 31.12.2015) im Leitungsnetz der Stadtwerke Göttingen AG, über die im Jahr 2015 Kunden mit insgesamt 1,52 TWh Erdgas beliefert wurden. Dabei wurde der Großteil des Erdgases (78 %) von den Stadtwerken selber vertrieben und der restliche Anteil (22 %) im Auftrag von Fremdanbietern durchgeleitet. Die Jahreshöchstlast aller Einspeisungen über die beiden Gasübernahmestationen „Elliehausen“ und „Rosdorf“ lag im Jahr 2015 bei 486 MWh/h (Stadtwerke Göttingen AG 2016).

### 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 1,52 TWh (Stand: 2015) wird nur ein geringer Anteil (0,15 %) 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 2015 78 % der in Tabelle 5 ausgewiesenen Erdgas- und Emissionsmengen.

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

<b>Input</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Energieträger			
Erdgas [kWh]	2.356.036	1.835.151	2.250.494
<b>Output</b>			
Emissionen			
Kohlendioxid <sup>1)</sup> [kg]	475.919	370.701	454.600

<sup>1)</sup> 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 wird über den GöStrom-Tarif bereitgestellt. 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 2015 78 % 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<sub>2</sub>-Bilanz aufgeführt.

**Tabelle 6: Energieströme des Scope 2 der Gasversorgung**

<b>Input</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Elektrizität			
E.ON-Standardstrom [kWh]	20.348	-	-
E.ON-Ökostrom [kWh]	29.981	-	-
GöStrom [kWh]	-	47.444	47.062
<b>Gesamt [kWh]</b>	<b>50.329</b>	<b>47.444</b>	<b>47.062</b>

### 3.2.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Der Scope 3 Upstream betrifft die indirekten THG-Emissionen, die mit den der Gasversorgung vorgelagerten Prozessen 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 Fremdgasen verknüpft. Die Erdgasmengen, die von der

Gas-Union 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 zwei Erdgasprodukte – GöGas und GöGas Klima.

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

Input		2012	2014	2015
Erdgas Gas-Union <sup>1)</sup>	[kWh]	1.574.991.498	1.233.940.450	1.190.404.616
davon:				
klimaneutral gestellt (GöGas Klima)	[kWh]	k.A.	44.677.000	44.001.517
nicht klimaneutral gestellt (GöGas)	[kWh]	k.A.	1.189.263.450	1.146.403.099
Erdgas Stadtwerke Göttingen AG <sup>2)</sup>	[kWh]	2.356.036	1.835.151	2.250.494
Wasser	[m <sup>3</sup> ]	40	7	12
Odorierungsmittel	[kg]	2.715	2.089	2.080
Gasodor S-Free				
Transport Odorierungsmittel	[km]	288	288	288

<sup>1)</sup> Eigengas der Stadtwerke Göttingen AG.

<sup>2)</sup> Aus unternehmenseigenem Gasnetz.

### 3.2.4 SCOPE 3 DOWNSTREAM

Die Stadtwerke Göttingen AG leitet als Netzbetreiber das Erdgas der Gas-Union-Transport GmbH 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 in dem 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 vernachlässigt (siehe Tabelle 8). Beim Tarif GöGas Klima 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	2014	2015
Energieträger				
Erdgas <sup>1)</sup>	[kWh]	1.572.635.462	1.232.105.299	1.188.154.122
davon:				
klimaneutral gestellt (GöGas Klima)	[kWh]	k.A.	44.677.000	44.001.517
nicht klimaneutral gestellt (GöGas)	[kWh]	k.A.	1.187.428.299	1.144.152.605
<b>Output</b>				
Emissionen				
Kohlendioxid <sup>2)</sup>	[kg]	317.672.363	239.860.516	231.118.826

<sup>1)</sup> Eigenvertriebenes Erdgas abzüglich des Eigenverbrauchs im Sektor Gasversorgung, ohne Fremdgas.

<sup>2)</sup> Emissionen durch Erdgasverbrennung, für klimaneutral-gestelltes Erdgas werden keine direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Konversion angesetzt (siehe Abschnitt 4).

### 3.3 FERNWÄRMEVERSORGUNG

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt die drei Heizkraftwerke (HKW) Godehardstraße, Zietenterrassen und Kieseekarree. 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. Ein solches System wird als Blockheizkraftwerk (BHKW) bezeichnet. Sie werden hauptsächlich mit Gasbrennstoffen betrieben und bei den Stadtwerken wärme gesteuert. Die erzeugte Wärme wird über das Fernwärmeleitungsnetz an die Abnehmer, die in erster Linie Kleinverbraucher und Haushalte sind, abgegeben. Der Strom als Kuppelprodukt<sup>4</sup> wird in das deutsche Stromnetz eingespeist. Im Folgenden werden die betriebenen Heizkraftwerke der Stadtwerke Göttingen AG getrennt beschrieben.

#### 3.3.1 HKW GODEHARDSTRASSE

Das HKW Godehardstraße versorgt unter anderem Gebäude in der Innenstadt und eine große Anzahl an öffentlichen Gebäuden mit Fernwärme. Genutzte Energieträger sind Biogas, Biomethan, Erdgas und Heizöl. Insgesamt verfügt das HKW über sechs BHKW-Module, wovon vier für die Konversion von Biogas betrieben werden. Neben dem HKW ist am Standort Godehardstraße eine solarthermische Anlage zur Anhebung der Rücklauf temperatur installiert. Die solarthermische Anlage stellte im Jahr 2015 aufgrund eines Defektes nur noch eine Wärmemenge in Höhe von 10.413 kWh bereit. Aus wirtschaftlichen Gründen wird die Anlage ersatzlos außer Betrieb genommen.

Über ein Fernwärmenetz wird die erzeugte Nutzwärme vom HKW Godehardstraße an die Endverbraucher weiterverteilt.

Beim Betrieb des HKWs Godehardstraße sollen die Endverbraucher vorrangig mit Nutzwärme versorgt werden. Strom wird als Kuppelprodukt der Wärmeerzeugung angesehen. Der hohe Stellenwert der Wärmeerzeugung lässt sich auch an der niedrigen Stromkennzahl<sup>5</sup>  $\sigma = 0,29$  (Stand: 2015) erkennen.

Das HKW Godehardstraße hat im Jahr 2015 rund 22,70 GWh Strom<sup>6</sup> und 79,69 GWh Nutzwärme erzeugt. Aufgrund der Leitungsverluste bei der Fernwärmeverteilung wurden insgesamt 71,96 GWh an Fernwärme bei den Endkunden abgesetzt.

---

<sup>4</sup> Unter Kuppelprodukt versteht man Produkte, die aufgrund von naturgesetzlichen-technischen Gesetzmäßigkeiten im Rahmen eines gemeinsamen Produktionsprozesses entstehen.

<sup>5</sup> Das Verhältnis von elektrischer Leistung zum Nutzwärmestrom wird als Stromkennzahl  $\sigma$  bezeichnet.

<sup>6</sup> In das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge.

### 3.3.1.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 des 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 Aufzeichnungen zu entnehmen. Die Kohlendioxidemissionen werden über die Emissionsfaktoren der Energieträger nach DEHSt (2007) abgeleitet. Die gesamten direkten CO<sub>2</sub>e-Emissionen sind zwischen 2014 und 2015 um 2,1 % gesunken. Die Reduzierung kann auf den gestiegenen Einsatz von Biomethan zurückgeführt werden.

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

Input		2012	2014	2015
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	93.845.995	65.541.563	64.298.376
Biogas	[kWh]	25.963.819	43.383.944	43.363.203
Biomethan	[kWh]	-	10.212.133	23.285.715
Heizöl	[kWh]	690.904	125.738	8.864
<b>Output</b>				
Emissionen				
Kohlendioxid <sup>1)</sup>	[kg]	19.140.671	13.272.842	12.990.630

<sup>1)</sup> 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 2015 über den GöStrom-Tarif 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	2014	2015
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	341.182	-	-
GöStrom	[kWh]	-	646.855	377.335
KWK-Strom <sup>1)</sup>	[kWh]	784.733	290.931	701.639
Fernwärme <sup>1)</sup>	[kWh]	114.897	66.082	71.007

<sup>1)</sup> 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, Trinkwasser und die Wärmeerzeugung durch den Solarkollektor 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 Stoffmengen werden über

Zählerstände und Abrechnungen erfasst. 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 das HKW Godehardstraße**

Input		2012	2014	2015
Erdgas	[kWh]	93.845.995	65.541.563	64.298.376
Biogas	[kWh]	25.963.819	43.383.944	43.363.203
Biomethan	[kWh]		10.212	23.285.715
Solarkollektor	[kWh]	42.077	204.798	10.413
Heizöl	[kWh]	690.904	125.738	8.864
Transport Heizöl	[km]	1	1	1
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	10.242	14.131	16.392
Transport Schmieröl	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m <sup>3</sup> ]	4.180	4.345	2.960

### 3.3.2 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.

Die Leistungsabgabe des HKWs Zietenterrassen richtet sich nach dem Wärmebedarf des Wohngebietes, sodass von einem wärmegeführten Einsatz des HKWs gesprochen wird. Daraus ergibt sich im Jahr 2015 eine Stromkennzahl  $\sigma$  in Höhe von 0,34. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 9,07 GWh Fernwärme an die Endkunden verkauft und 4,2 GWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist.

#### 3.3.2.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 des HKWs Zietenterrassen sind die Konversion der Energieträger, fossiles Erdgas und Heizöl, in Wärme und Strom zuzuordnen. In Tabelle 12 sind die entsprechenden Energie- und Stoffströme aufgeführt. Für die Erfassung der Mengen gilt die für das HKW Godehardstraße beschriebene Vorgehensweise.

**Tabelle 12: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Zietenterrassen**

Input		2012	2014	2015
Energieträger				
Erdgas	[kWh]	5.677.333	6.142.618	7.056.754
Biomethan	[kWh]	12.015.741	11.449.958	12.949.918
Heizöl	[kWh]	1.132	2.112	847
<b>Output</b>				
Emissionen				
Kohlendioxid <sup>1)</sup>	[kg]	1.147.122	1.241.370	1.425.690

<sup>1)</sup> Emissionen durch Erdgas- und Heizölverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

Die THG-Emissionen des Scopes 1 sind zwischen den Jahren 2014 und 2015 um 14,8 % gestiegen. Die Zunahme der Emissionen ist auf einen höheren Wärmebedarf durch neue Abnahmestellen zurückzuführen.

### 3.3.2.2 SCOPE 2

Zum Betrieb des HKWs Zietenterrassen und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG seit 2013 über den GöStrom-Tarif beziehen. Die in Tabelle 14 bezogenen Strommengen liegen über Abrechnungen vor.

**Tabelle 13: Energieströme des Scope 2 für das HKW Zietenterrassen**

Input		2012	2014	2015
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	70.481	-	-
GöStrom	[kWh]	-	60.518	50.010

### 3.3.2.3 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 14). Generell gelten für die Erfassung der Stoffströme die Ausführungen von Scope 3 des HKWs Godehardstraße (siehe Abschnitt 3.3.1.3).

**Tabelle 14: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Zietenterrassen**

Input		2012	2014	2015
Erdgas	[kWh]	5.677.333	6.142.618	7.056.754
Biomethan	[kWh]	12.015.741	11.449.958	12.949.918
Heizöl	[kWh]	1.132	2.112	847
Transport Heizöl	[km]	5	5	5
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	1.409	2.058	2.550
Transport	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m <sup>3</sup> ]	100	27	60

### 3.3.3 HKW KIESSEEKARREE

Über das HKW Kieseekarree wird die Fernwärmeversorgung des Wohngebietes Kieseekarree sichergestellt, welches im Süden Göttingens im Stadtteil Geismar liegt. Die Leistungsabgabe des HKWs Kieseekarree richtet sich nach dem Wärmebedarf des Wohngebietes. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 5,34 GWh Fernwärme an die Endkunden verkauft und 2,62 GWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist.

#### 3.3.3.1 SCOPE 1

Dem Scope 1 des HKWs Kieseekarree sind die THG-Emissionen durch die Konversion des Energieträgers Erdgas in Wärme und Strom zuzuordnen (siehe Tabelle 15). Bei der Verfeuerung von Biomethan entstehen keine direkten Emissionen in Scope 1.

**Tabelle 15: Energie- und Stoffströme des Scope 1 für das HKW Kieseekarree**

<b>Input</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Energieträger</b>				
Erdgas	[kWh]	3.271.739	3.210.615	3.542.799
Biomethan	[kWh]	7.232.061	7.419.445	14.734.972
<b>Output</b>				
<b>Emissionen</b>				
Kohlendioxid <sup>1)</sup>	[kg]	660.891	648.544	715.645

<sup>1)</sup> Emissionen durch Erdgasverbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

Die THG-Emissionen des Scopes 1 sind zwischen den Jahren 2014 und 2015 um 10,3 % gestiegen. Die Zunahme der Emissionen kann auf den erhöhten Einsatz von fossilem Erdgas in den Spitzenlastkesseln zurückgeführt werden.

#### 3.3.3.2 SCOPE 2

Zum Betrieb des HKWs Kieseekarree und für die Verteilung der Fernwärme wird Strom benötigt, den die Stadtwerke Göttingen AG seit dem Jahr 2013 über den GöStrom-Tarif beziehen. Die verwendeten Strommengen entstammen Abrechnungen und sind in Tabelle 16 dargestellt.

**Tabelle 16: Energieströme des Scope 2 für das HKW Kieseekarree**

<b>Input</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Elektrizität</b>				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	27.807	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	16	-	-
GöStrom	[kWh]	-	23.641	25.748

#### 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 17). 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 17: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Upstream) für das HKW Kiesseekarree**

<b>Input</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Erdgas	[kWh]	3.271.739	3.210.615	3.542.799
Biomethan	[kWh]	7.232.061	9.871.975	14.734.972
Schmieröl				
Bereitstellung	[l]	786	1.118	1.298
Transport Schmieröl	[km]	80	80	80
Trinkwasser	[m³]	1.300	17	24

### 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 2015 insgesamt 501.235 kg CNG abgesetzt. Damit verringerte sich die abgesetzte Erdgasmenge gegenüber dem Vorjahr um rund 11 %.

#### 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)<sup>7</sup> und Methan (13,89 kWh/kg)<sup>8</sup> ermittelt (siehe Tabelle 18). Im Jahr 2015 ist keine Eichprüfung durchgeführt worden, sodass keine direkten THG-Emissionen anzusetzen sind (siehe Tabelle 18).

**Tabelle 18: Energie- und Stoffströme des Scope 1 der Gastankstellen**

<b>Output</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Emissionen				
Methan <sup>1)</sup>	[kg]	103,33	135,59	-

<sup>2)</sup> Emissionen der Eichprüfung.

<sup>7</sup> Der Heizwert von CNG wird auf Basis des Brennwertes in Höhe von 15,032 kWh/kg nach Angaben der Stadtwerke Göttingen und eines Umrechnungsfaktors von 0,901 nach DIN V 18599 2013 berechnet.

<sup>8</sup> Siehe (Hahne 2004).

### 3.4.2 SCOPE 2

Zum Betrieb der Verdichter wird Strom benötigt. Dieser wird über den GöStrom-Tarif bezogen. Im Verhältnis zu dem Energieinhalt des abgesetzten CNGs nimmt die aufzuwendende Verdichterarbeit mit rund 3 % einen geringen Anteil ein. Die Verringerung beim Stromverbrauch zwischen den Jahren 2014 und 2015 kann über den verringerten Absatz an CNG im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr erklärt werden (siehe Tabelle 19).

**Tabelle 19: Energieströme des Scope 2 der Gastankstellen**

Input		2012	2014	2015
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	255.550	-	-
GöStrom	[kWh]	-	226.245	200.525

### 3.4.3 SCOPE 3 UPSTREAM

Scope 3 Upstream bezieht sich auf die vorgelagerte Wertschöpfungskette der Bereitstellung von Erdgas (siehe Tabelle 20).

**Tabelle 20: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Gastankstellen (in 2012/2014 inkl. Verluste durch Prüfung)**

Input		2012	2014	2015
Erdgas	[kg]	628.996	564.133	501.235

### 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 4.94 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 VCS-Zertifikaten 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 21).

**Tabelle 21: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Downstream) der Gastankstellen**

Input		2012	2014	2015
Energieträger				
Erdgas	[kg]	209.630	-	-
Klimaneutrales Erdgas <sup>1)</sup>	[kg]	419.260	564.133	501.374
<b>Output</b>				
Emissionen				
Kohlendioxid <sup>2)</sup>	[kg]	570.612,86	0	0
Methan <sup>2)</sup>	[kg]	838,52	0	0

<sup>1)</sup> Klimaneutralisiert durch VCS-Zertifikate.

<sup>2)</sup> Emissionen durch CNG-Verbrennung (siehe Abschnitt 4.3).

### 3.5 STROMVERTRIEB

Seit dem Jahr 2013 bietet die Stadtwerke Göttingen AG ihren Kunden über den GöStrom-Tarif Strom aus 100 % Wasserkraft an (siehe Tabelle 22). GöStrom wurde im Jahr 2014 über das österreichische Energieversorgungsunternehmen Austria Hydro Power (AHP) bezogen und ist entsprechend TÜV SÜD CMS Standard 83 zertifiziert, wonach der erzeugte Strom vollständig aus erneuerbaren Energien gewonnen und auf eindeutig beschriebene und identifizierbare Quellen zurückgeführt werden kann (TÜV Süd 2015). Der Strom wird in TÜV-zertifizierten Laufwasser,- Speicherwasser- und natürlichen Zuflüssen von Pumpspeicherkraftwerken erzeugt. Mit der Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen sind keine direkten THG-Emissionen verbunden. Zusätzlich bietet die Stadtwerke Göttingen AG neben dem Ökostrom (GöStrom) auch konventionellen Strom (konv. Strom) für Großkunden an. Es ist zu beachten, dass der Stromabsatz an Großkunden in den vorangegangenen Studien nicht berücksichtigt wurde und daher rückwirkend für 2014 in die vorliegende Studie einbezogen wird. THG-Emissionen aus dem Stromvertrieb sind gemäß (WBCSD und WRI 2011) dem Scope 3 zuzuordnen.

**Tabelle 22: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) des Stromvertriebs**

<b>Stromvertrieb</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
GöStrom	[kWh]	-	43.262.371	51.983.918
Konv. Strom	[kWh]	-	13.108.244	46.639.159

### 3.6 STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Die Stadtwerke Göttingen AG verfügt über drei Wasserkraftwerke und eine Photovoltaikanlage, 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 23).

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 hierbei die Energie aus, die mit dem Transport des Harzwassers entlang des Gefälles verbunden ist, und wandelte diese im Jahr 2015 in 675 MWh Strom um. Im Laufwasserkraftwerk wird die Fließkraft der Leine in elektrische Energie umgesetzt. Im Jahr 2015 wurden 371 MWh (Jahr 2014: 318 MWh) durch die Wasserkraftanlage Stegemühle erzeugt. Damit stieg die Stromerzeugung am Standort Stegemühle im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr um 14 %. Zusätzlich zu den beiden Wasserkraftanlagen trägt seit dem Frühjahr 2015 ein traditionelles Wasserrad am Standort Springmühle im geringen Maße (19 MWh im Jahr 2015) zu der Stromerzeugung bei. Die Photovoltaikanlage ist auf der Garage des Standorts Hildebrandstraße installiert und erzeugte im Jahr 2015 37.322 kWh Strom, wovon der überwiegende Teil zur Stromversorgung des Verwaltungsgebäudes verbraucht wurde.

Tabelle 23: Energie- und Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Stromerzeugung durch EE		2012	2014	2015
Wasserkraft, Weende	[kWh]	665.769	669.769	674.734
Wasserkraft, Stegemühle, davon:	[kWh]	265.140	318.150	370.770
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	47.698	245.079	274.574
Einspeisung	[kWh]	217.442	73.071	96.196
Wasserkraft, Springmühle	[kWh]	-	-	18.889
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	-	-	18.757
Einspeisung	[kWh]	-	-	132
Photovoltaikanlage, Hildebrandstraße, davon:	[kWh]	26.133	36.241	37.322
Eigenverbrauch der Stadtwerke	[kWh]	12.311	22.630	23.147
Einspeisung	[kWh]	13.822	13.611	14.175
<b>Gesamt</b>	<b>[kWh]</b>	<b>957.042</b>	<b>1.024.160</b>	<b>1.082.826</b>

Der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist eigen, dass mit ihr in der Regel keine direkten THG-Emissionen verbunden sind. 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 aufgrund mangelnder Relevanz 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 2015 522.166 Parkvorgänge verzeichnet werden. Bei der Aufnahme der relevanten Daten ist zu beachten, dass dem Standort Groner Tor ein vermietetes Bürogebäude angegliedert ist, dessen Energieträgerverbräuche auszuschließen sind.

#### 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 24). Strom wird beispielsweise für die Beleuchtung der Parkflächen, in einem der Parkhäuser ebenso für die Elektroheizung verwendet. In dem anderen Parkhaus wird die für die Beheizung der Arbeitsräume benötigte Wärme aus dem anliegenden Bürohaus bezogen. Die Stromwerte

entstammen Abrechnungen, wobei der gesamte Strom über den GöStrom-Tarif bezogen wird. Der Wärmebedarf wird geschätzt.

**Tabelle 24: Energieströme des Scope 2 für die Parkdienstleistungen**

Input		2012	2014	2015
Elektrizität				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	163.823	-	-
E.ON-Ökostrom	[kWh]	58.536	-	-
GöStrom	[kWh]	-	189.035	187.667
Wärme <sup>1)</sup>	[kWh]	19.010	19.688 <sup>2)</sup>	22.619

<sup>1)</sup> Aus Gasheizung des anliegenden Bürogebäudes.

<sup>2)</sup> Korrektur des geschätzten Vorjahreswertes um exakten Wert.

### 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 25 aufgeführt.

**Tabelle 25: Stoffströme des Scope 3 der Parkdienstleistungen**

Input		2012	2014	2015
Trinkwasser	[m <sup>3</sup> ]	140	283	298

## 3.8 VERWALTUNGSSTANDORT

Die Verwaltung der Stadtwerke Göttingen AG hat ihren Sitz in der Hildebrandstraße. Zurzeit sind 176 Mitarbeitende für die Stadtwerke Göttingen AG tätig (Stand: 31.12.2015), 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.

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

### 3.8.1 SCOPE 1

Scope 1 betrifft Aktivitäten, bei denen Energieträger in Energie umgewandelt werden. Für die Verwaltung bzw. den Standort Hildebrandstraße sind in diesem Zusammenhang die Umsetzung von Erdgas in der Kantine sowie den Verbrauch von Kraftstoffen in unternehmenseigenen Fahrzeugen und Notstromaggregaten zu nennen. 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. Aus diesem Grunde werden die damit zusammenhängenden THG-Emissionen pauschal dem Verwaltungsbereich zugewiesen. Für das Jahr 2015 liegen die

CNG-Verbräuche getrennt nach Nutzung der beiden stadtwereeigenen 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 fremden 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 26 aufgelistet.

**Tabelle 26: Energie- und Stoffströme des Scope 1 des Verwaltungsstandorts**

<b>Input</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Energieträger</b>				
Erdgas	[kWh]	933	930	1.593
CNG	[kg]	5.165	270	77
klimaneutrales CNG	[kg]	10.330	12.445	11.645
Diesel	[l]	19.210	25.616	27.023
Benzin	[l]	12.609	5.640	4.593
<b>Output</b>				
<b>Emissionen</b>				
Kohlendioxid <sup>1)</sup>	[kg]	89.687	75.404	76.001
Methan <sup>1)</sup>	[kg]	21	-	

<sup>1)</sup> Emissionen durch Verbrennung von Erdgas und Kraftstoffen (siehe Abschnitt 4.3).

### 3.8.2 SCOPE 2

In den Scope 2 fallen bezüglich des Verwaltungsstandorts der Stadtwerke Göttingen AG der Bezug von Strom und Wärme (siehe Tabelle 27). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine Etage des Verwaltungsgebäudes an E.ON Mitte untervermietet ist. Der Verbrauch von E.ON Mitte 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 27: Energieströme des Scope 2 des Verwaltungsstandorts**

<b>Input</b>		<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Elektrizität</b>				
E.ON-Standardstrom	[kWh]	374.717	-	-
GöStrom	[kWh]	-	328.613	344.821
Photovoltaik-Strom <sup>1)</sup>	[kWh]	12.311	22.416	23.147
Fernwärme <sup>1)</sup>	[kWh]	907.133	758.247	841.367

<sup>1)</sup> 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 28 aufgeführt. Die Transportdistanzen werden über den Lieferanten und einen Routenplaner abgeschätzt.

**Tabelle 28: Scope 3 (Upstream) der Materialbeschaffung**

Input		2012	2014	2015
Papier				
Kopierpapier	[kg]	4.600	3.709	3.061
Briefpapier und Umschläge	[kg]	337	193	150
Transporte				
Kopierpapier	[km]	420	420	250
Briefpapier und Umschläge	[km]	4	4	4

#### 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 Sanitäreanlagen benötigt. Die anfallenden Stoffströme sind über Abrechnungen sowie Zähler erfasst worden und in Tabelle 29 zusammengestellt.

**Tabelle 29: Stoffströme des Scope 3 (Upstream) der Energieträger- und Trinkwasserbereitstellung**

Input	2012	2014	2015
Kraftstoffe			
Diesel [l]	19.210	25.616	27.023
Benzin [l]	12.609	5.640	4.593
CNG [kg]	15.495	12.715	11.721
Erdgas [kWh]	933	930	1.593
Trinkwasser [m <sup>3</sup> ]	2.194	1.803	1.677

### 3.8.3.2 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 Dienstreisen werden in der Buchhaltung der Stadtwerke Göttingen AG mit Angaben zum Reiseziel und den benutzten Verkehrsmitteln erfasst. Die folgende Tabelle 30 gibt die Dienstreisen aggregiert für die einzelnen Verkehrsmittel wieder. Die Angaben zu den mit der Deutschen Bundesbahn zurückgelegten Personenkilometer sind geschätzt, da das elektronische Kursbuch keine Entfernungsangaben für den Fernverkehr aufführt<sup>9</sup>. Eine detaillierte Liste der Zielbahnhöfe mit der Anzahl der Dienstreisen ist der Tabelle 65 im Anhang zu entnehmen.

**Tabelle 30: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die Dienstreisen**

Verkehrsmittel		2012	2014	2015
Deutsche Bundesbahn	[P.km <sup>1</sup> ]	81.722	68.968	67.908
Taxi	[P.km <sup>1</sup> ]	686	549	963
Öffentlicher Personennahverkehr (Bus)	[P.km <sup>1</sup> ]	16	414	216
Privat-Pkw, Benzin	[km]	2.910	2.734	2.530
Privat-Pkw, Diesel	[km]	2.410	2.724	3.278
Privat-Pkw, LPG	[km]	196	-	196

<sup>1</sup>) Personenkilometer.

### 3.8.3.3 AN- UND ABFAHRTEN DER MITARBEITENDEN

Innerhalb des Pendlerverkehrs werden die privaten An- und Abfahrten der Mitarbeitenden zum Dienststellenort nach den Verkehrsmitteln aufgeschlüsselt. Die Arbeitsstätte wird bei diesen Datensätzen an durchschnittlich 132 Tagen des Jahres aufgesucht. Eine Zusammenfassung der zurückgelegten Strecken für die einzelnen Verkehrsmittel ist in Tabelle 31 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

<sup>9</sup> Siehe [http://www.bahn.de/p/view/buchung/karten/kubu\\_updates\\_index.shtml](http://www.bahn.de/p/view/buchung/karten/kubu_updates_index.shtml). Letzter Zugriff: 16.06.2016.

geschätzt. Vernachlässigt werden die Strecken, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden, da hiermit keine THG-Emissionen verbunden sind.

**Tabelle 31: Personentransporte des Scope 3 (Upstream) für die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden (Hin- und Rückfahrt)**

Verkehrsmittel		2012	2014	2015
Deutsche Bundesbahn	[P.km <sup>1)</sup> ]	63.102	78.766	18.624
Öffentlicher Personennahverkehr (Bus)	[P.km <sup>1)</sup> ]	27.896	14.296	22.778
Motorrad, Benzin	[km]	890	3.580	5.820
Pkw, Benzin	[km]	344.084	450.995	434.375
Pkw, Diesel	[km]	180.654	240.155	286.014
Pkw, CNG, klimaneutral	[km]	-	21.394	7.267
Pkw, LPG	[km]	12.878	20.676	3.168

<sup>1)</sup> 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.

**Tabelle 32: Stoffströme und Transporte des Scope 3 (Downstream) des Verwaltungsstandorts**

Abfallart	2012	2014	2015	Transportdistanz [km]
	Menge [t]			
Sieb- und Rechenrückstände	-	20,7	32,9	19
Restmüll	11,4	11,4	11,4	3
Papier, Pappe, Kartonagen	13,7	16,3	10,4	2
Biomüll	3,1	7,3	3,5	3
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	-	0,8	-	3
Eisen und Stahl	33,7	31,8	47,3	2
Kabel	-	0,3	-	2
Holz	-	4,1	-	5
Schlämme aus Abfallbehandlung	1,0	-	-	5
Schlämme aus Öl- und Wasserabscheidern	3,0	-	-	5
Lösemittel, Lösemittelgemische	0,8	-	-	96
Aufsaug- und Filtermaterialien	0,5	1,4	1	2
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	-	1,2	0,5	2
Andere Emulsionen (HKW Abgasreinigung)	-	3,7	-	271
nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle	6,7	11,2	6,8	142
Transformatoren und Kondensatoren die PCB enthalten	-	-	1,1	2
Bleibatterien	-	-	0,1	2
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	-	-	7,2	14
Boden und Steine mit Ausnahme der, die gefährliche Stoffe enthalten <sup>1)</sup>	-	-	2.675	8

<sup>1)</sup> Aufgrund einer Änderung der Abfallschlüsselnummer wird diese Abfallfraktion erstmals in 2015 aufgeführt.

Die entsorgten Abfallmengen werden von der Stadtwerke Göttingen AG getrennt nach Abfallschlüssel erfasst. Die folgende Tabelle 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.

## 4. BESCHREIBUNG DER VERWENDETEN THG-EMISSIONSFAKTOREN

Für die Ermittlung derjenigen Menge an Treibhausgasen, die pro Kalenderjahr aus den Aktivitäten der Stadtwerke Göttingen AG resultieren, ist die Bestimmung von Emissionsfaktoren erforderlich. Nach DIN EN ISO 14064-1 (2012) ist unter dem THG-Emissionsfaktor<sup>10</sup> derjenige Faktor zu verstehen, der die Tätigkeitsdaten mit THG-Emissionen verknüpft.

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. Kleinere Abweichungen bei den Emissionsfaktoren zu denen der Vorstudien sind darin begründet, dass für die Bestimmung der Klimawirksamkeit die aktualisierten Treibhauspotenziale aus (IPCC 2013) herangezogen werden (siehe auch Abschnitt 2.2.7).

Zum überwiegenden Teil sind die Emissionsfaktoren entsprechenden Datenbanken zur Lebenszyklusbilanzierung zu entnehmen. Liegen keine passenden Emissionsfaktoren 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. Ein weiterer relevanter Bereich sind die materiellen und energetischen Produkte, die von der Stadtwerke Göttingen AG selbst bereitgestellt werden. Aufgrund der differenzierten Betrachtung der einzelnen Geschäftssektoren und des intersektoralen Bezugs von unternehmenseigenen Produkten ist eine Zuweisung von Emissionsfaktoren auf einzelne Produkte der Stadtwerke Göttingen AG erforderlich. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind ergänzend in Tabelle 66 im Anhang zusammengefasst.

### 4.1 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DIE BEREITSTELLUNG VON ENERGIETRÄGERN

Die Stadtwerke Göttingen AG bezieht Energieträger auf fossiler und biogener Basis. 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) und Biomethan für den Betrieb der BHKW-Module an den Standorten Godehardstraße, Zietenterrassen und Kieseekarree.

#### 4.1.1 FOSSILE ENERGIETRÄGER

---

<sup>10</sup>Im Folgenden wird aus Gründen der Übersichtlichkeit für den Begriff Treibhausgas-Emissionsfaktor die kürzere Bezeichnung Emissionsfaktor gewählt.

Die THG-Emissionen, die mit der Bereitstellung fossiler Energieträger verbunden sind, werden der Datenbank GEMIS Version 4.94 (IINAS 2016) 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 33 dargestellten Emissionsfaktoren werden die Eigenschaftsprofile der entsprechenden Energieträger aus GEMIS verwendet.

**Tabelle 33: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von fossilen Energieträgern**

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e]	Bezugs- größe	Quelle (Datensatz)
Erdgas aus Hochdruckleitung	0,030	[kWh]	(IINAS 2016) (Pipeline\Gas-DE-2020-mix)
Heizöl, ab Regionallager <sup>1)</sup>	0,039	[kWh]	(IINAS 2016) (Raffinerie\Öl-leicht-DE-2020) <sup>1)</sup>
Diesel, ab Tankstelle <sup>2)</sup>	0,476	[l]	(IINAS 2016) (Tankstelle\Diesel-DE-2020 (inkl. Bio)) <sup>2)</sup>
Benzin, ab Tankstelle <sup>3)</sup>	0,553	[l]	(IINAS 2016) (Tankstelle\Benzin-DE-2020 (inkl. Bio)) <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Unter Einbezug eines Transports von 300 km.

<sup>2)</sup> Diesel: unterer Heizwert = 11,84 kWh/kg; Dichte = 0,832 kg/l.

<sup>3)</sup> 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 soll bestmöglich die Produktionsparameter der Biogas Göttingen GmbH & Co. KG des Jahres 2015 abbilden. Aus diesem Grund wurden die in (Schmehl et al. 2013) verwendeten Ausgangsdaten nach schriftlicher Auskunft von Herrn Dr. Augustin aktualisiert. Das Berechnungsverfahren für den Emissionsfaktor entspricht demjenigen vereinfachten Ansatz in (Schmehl et al. 2013). Im Folgenden wird die Berechnung zusammenfassend dargestellt. 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 (S. 85) sowie Gärrest Mineraldünger substituiert werden.

#### SUBSTRATBEREITSTELLUNG

Tabelle 34 fasst die nach (Augustin 2016) eingesetzten Substratmengen zur Biogaserzeugung im Jahr 2015 und die dazugehörigen Emissionsfaktoren aus der Datenbank GEMIS 4.9 (IINAS 2016) zusammen. Die Transportdistanzen werden (Augustin 2013) entnommen. Für den Wirtschaftsdünger ist der Emissionsfaktor gleich Null gesetzt. Bei den berechneten Gutschriften für die Substitution von Mineraldünger durch Gärrest wird der Düngewert des Wirtschaftsdüngers jedoch negativ berücksichtigt. Eine Gutschrift wird nur für den pflanzlichen Anteil im Gärrest berücksichtigt. Somit ergeben sich indirekte Umweltlasten durch den Wirtschaftsdünger im Biogassystem.

Tabelle 34: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung des Biogassubstrates für das Jahr 2015

Substrat	Menge <sup>1)</sup> [t FM]	THG-Emissionen (Produktion) [t CO <sub>2</sub> e]	Transport- distanz <sup>4)</sup> [km]	THG-Emissionen (Transport) <sup>5)</sup> [t CO <sub>2</sub> e]	THG- Emissionen (Gesamt) [t CO <sub>2</sub> e]
Rindermist	2.475	0	15	7,54	7,54
Rindergülle	7.000	0	20	28,42	28,42
Schweinegülle	6.595	0	10	13,39	13,39
Hühnertrockenkot	10.025	0	230	198,29	198,29
Silomais	36.474	2.583,23 <sup>2)</sup>	5	37,02	2.620,26
Zuckerrüben	10.105	580,01 <sup>3)</sup>	4	8,21	588,21
<b>Gesamt</b>	<b>70.199</b>	<b>3.163,24</b>	-	<b>285,33</b>	<b>3.456,11</b>

Quellen: <sup>1)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2016); <sup>2)</sup> Silomais: Emissionsfaktor = 0,015 kg CO<sub>2</sub>e/MJ (Anbau\Mais-Silage-0LUC-DE-2020); unterer Heizwert = 4,8 MJ/kg (IINAS 2016); <sup>3)</sup> Zuckerrüben: Emissionsfaktor = 0,016 kg CO<sub>2</sub>e/MJ (Anbau\Zuckerrüben-0LUC-DE-2020); unterer Heizwert = 3,7 MJ/kg (IINAS 2016); <sup>4)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2013); <sup>5)</sup> Transport: Emissionsfaktor (Hühnertrockenkot) = 0,086 kg CO<sub>2</sub>e/tkm (Lkw-Diesel-DE-2020); Emissionsfaktor (Rest) = 0,203 kg CO<sub>2</sub>e/tkm (Traktor-DE-2000-mittel (Schlepper)) (IINAS 2016).

## BIOGASERZEUGUNG

Im Jahr 2015 wurden von der Biogas Göttingen GmbH & Co. KG 72.150 MWh Biogas produziert, wovon 43.536 MWh an die Stadtwerke abgeführt wurden. Für die Produktion des Biogases werden neben dem Substrat weitere Hilfsprodukte benötigt. Hierbei handelt es sich um Strom für den Anlagenbetrieb und Wärme zur Gewährleistung einer optimalen Temperatur des Substrates im Fermenter. Des Weiteren wird der Kraftstoffverbrauch für den innerbetrieblichen Substrattransport zu berücksichtigen Tabelle 35.

Tabelle 35: Hilfsprodukte zur Biogaserzeugung

Hilfsprodukt	Menge
Strom (deutscher Strommix)	1.192,2 <sup>1)</sup> MWh/a
Wärme (aus Biogas-BHKW)	8,4 <sup>2)</sup> kWh/ MWh Biogas
Diesel	14.400 <sup>1)</sup> l/a

Quellen: <sup>1)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2016) <sup>2)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2013).

Die Emissionsfaktoren für den deutschen Strommix und den Dieserverbrauch werden (Icha, 2015) und der Datenbank GEMIS 4.9 (IINAS 2016) entnommen. Die benötigte Wärme entstammt den anlageneigenen biogasbetriebenen BHKWs, die zudem Strom zur Einspeisung produzieren. Die mit dem Wärmebezug verbundenen Umweltlasten werden über den Biogasininput und den Zündölbedarf unter Berücksichtigung einer exergiebezogenen Allokation ermittelt. Bei einem nach (Schmehl et al. 2013) angenommenen thermischen Wirkungsgrad von 38 % und einem exergiebezogenen Allokationsfaktor in Höhe von 0,12 ist der Bereitstellung von 1 MWh Wärme der Brennstoffinput von 0,32 MWh Biogas zuzuteilen. Mit dieser eingehenden Brennstoffmenge ist nach (Augustin 2016) ein Zündölbedarf von 1,6 l Rapsmethylester (RME) verbunden. Die Biogasmenge wird über eine Netto-Kalkulation auf die produzierte Biogasmenge im Jahr 2015 angerechnet (Tabelle 36). Die THG-Emissionen für RME werden mit Hilfe des Emissionsfaktors aus GEMIS 4.9 (IINAS 2016) berechnet.

Die mit der Biogaserzeugung verbundenen THG-Emissionen sind in Tabelle 36 zusammengefasst. Ergänzend sind potenzielle Methanemissionen aufgrund von Leckagen mit 0,1 % der erzeugten Methanmenge bemessen (Liebetrau et al. 2010).

**Tabelle 36: Zusammenfassung der mit der Biogaserzeugung verbundenen THG-Emissionen für das Jahr 2015**

<b>Input</b>		
Biogassubstrat	[t CO <sub>2</sub> e]	3.456,11
Diesel <sup>1)</sup>	[t CO <sub>2</sub> e]	6,85
elektrische Energie	[t CO <sub>2</sub> e]	678,36
Rapsmethylester <sup>2)</sup>	[t CO <sub>2</sub> e]	1,66
<b>Output</b>		
Kohlendioxid-Emissionen aus Dieselverbrennung <sup>3)</sup>	[t CO <sub>2</sub> e]	34,56
Methan-Emissionen <sup>4)</sup>	[t CO <sub>2</sub> e]	155,83
<b>Gesamt</b>	<b>[t CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>4.333,38</b>

<sup>1)</sup> Emissionsfaktor gemäß Abschnitt 4.1.1.; <sup>2)</sup> RME: unterer Heizwert = 10,22 kWh/kg; Dichte = 0,89 kg/l; Emissionsfaktor = 0,163 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (Tankstelle\Rapsöl-ME-OLUC-DE-2020/en) (IINAS 2016); <sup>3)</sup> Emissionsfaktor gemäß Abschnitt 4.3.;

<sup>4)</sup> Methan: unterer Heizwert = 13,89 kWh/kg; Emissionsfaktor = 30 kg CO<sub>2</sub>e/kg Methan (Hahne 2004).

## GUTSCHRIFTEN

Dem Produktsystem zur Biogasbereitstellung werden Gutschriften aus der Düngemittelsubstitution durch Gärrest und aus der verminderten Lagerungsdauer von Wirtschaftsdünger angerechnet.

Gärrest wird als organisches Düngemittel in der Landwirtschaft eingesetzt und substituiert auf diese Weise Mineraldünger. In der Biogas Göttingen GmbH & Co. KG sind im Jahr 2015 65.000 m<sup>3</sup> Gärrest angefallen (Augustin 2016). Auf Basis dieser Gärrestmenge und dem Nährstoffgehalt werden in Tabelle 38 die eingesparten THG-Emissionen durch die zusätzliche Nährstoffbereitstellung auf Basis von Gärrest zusammenfassend dargestellt (siehe Tabelle 37). Berücksichtigt wird hierbei, dass die über den Wirtschaftsdünger eingebrachten Nährstoffe nicht dem Biogassystem gutgeschrieben werden, da sie auch bei anderweitiger Nutzung des Wirtschaftsdüngers verfügbar sind.

**Tabelle 37: Gegenüberstellung der Nährstoffbereitstellung durch Gärrest und Wirtschaftsdünger für das Jahr 2015**

	<b>Gehalt im Gärrest<sup>1)</sup></b>	<b>Menge im Gärrest</b>	<b>Menge im Wirtschaftsdünger<sup>2)</sup></b>	<b>Nährstoff-Differenz</b>
	<b>[kg/t]</b>	<b>[t]</b>	<b>[t]</b>	<b>[t]</b>
Gesamt-Stickstoff	6,12	398	327	71
Phosphor	2,42	157	104	53
Kalium	5,19	337	188	149

Quellen: <sup>1)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2016); <sup>2)</sup> Schriftliche Auskunft von Augustin (2016); (LWK Nds. 2013).

Die Menge der eingesparten THG-Emissionen wird mit Hilfe der (IINAS 2016) Emissionsfaktoren für die betrachteten anorganischen Düngemittel berechnet (siehe Tabelle 38). Es ist zu beachten, dass für die Stickstoffmenge wegen Aspekten der Pflanzenverfügbarkeit ein Anteil von 70 % gutgeschrieben wird (KTBL 2013).

**Tabelle 38: Eingesparte THG-Emissionen durch die Substitution von Mineraldünger mit Gärrest**

Mineraldünger	Substituierte Nährstoffmenge [t]	Emissionsfaktor <sup>1)</sup> [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Eingesparte THG-Emissionen [t CO <sub>2</sub> e]
Stickstoffdünger	50	7,1	280,08
Phosphordünger	53	1,26	61,36
Kaliumdünger	149	1,21	157,65
<b>Gesamt</b>	-	-	<b>499,09</b>

<sup>1)</sup> N: Chem-anorg\Dünger-N-DE-2000; P: Chem-anorg\Dünger-P-DE-2000; K: Chem-anorg\Dünger-K-DE-2000 (IINAS 2016).

Des Weiteren werden durch die Vergärung von Wirtschaftsdünger Methanemissionen vermieden (Haenel et al. 2016). Die reduzierte Methanmenge hängt hierbei von der Art des Wirtschaftsdüngers ab und basiert in erster Linie auf der maximalen CH<sub>4</sub>-Bildungskapazität und dem CH<sub>4</sub>-Konversionsfaktor (Haenel et al. 2016). Die in dieser Studie herangezogenen Parameter zur Berechnung der reduzierten THG-Emissionen sind in Tabelle 39 dargestellt.

**Tabelle 39: Parameter zur Berechnung der geminderten Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdünger**

		Milchviehgülle	Schweinegülle	Geflügelkot	Rindermist
Max. CH <sub>4</sub> -Bildungskapazität	[m <sup>3</sup> /kg oTS]	0,23 <sup>1)</sup>	0,30 <sup>2)</sup>	0,26 <sup>3)</sup>	0,23 <sup>1)</sup>
CH <sub>4</sub> -Konversionsfaktor, unvergoren	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,1 <sup>1)</sup>	0,15 <sup>2)</sup>	0,015 <sup>3)</sup>	0,02 <sup>1)</sup>
CH <sub>4</sub> -Konversionsfaktor, vergoren	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,017 <sup>4)</sup>	0,025 <sup>4)</sup>	0,0015 <sup>4)</sup>	0,002 <sup>4)</sup>
Differenzieller CH <sub>4</sub> -Konversionsfaktor	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,083	0,125	0,014	0,018
Trockenmasse	[%]	6 <sup>5)</sup>	40 <sup>5)</sup>	4 <sup>5)</sup>	27 <sup>6)</sup>
Organische Trockensubstanz (oTS)	[%]	80 <sup>7)</sup>	80 <sup>7)</sup>	75 <sup>7)</sup>	80 <sup>7)</sup>
Methanreduktion im Zeitraum 2015	[kg/a]	4.298	5.302	10.609	2.228
THG-Reduktion im Zeitraum 2015	[t/a]	128,9	159,1	318,3	66,8

Quellen: <sup>1)</sup> (Haenel et al. 2016, S. 102); <sup>2)</sup> (Haenel et al. 2016, S. 181); <sup>3)</sup> (Haenel et al. 2016, S. 258); (IPCC 2006); <sup>4)</sup> (Haenel et al. 2016); <sup>5)</sup> (Augustin 2016); <sup>6)</sup> (Augustin 2013); <sup>7)</sup> (Friehe et al. 2013).

## ZUSAMMENFASSUNG FÜR DEN BIOGAS-EMISSIONSFAKTOR

Der Emissionsfaktor für Biogas setzt sich aus den THG-Emissionen für die Biogasbereitstellung (Tabelle 34) und den THG-Minderungen aus dem Düngewert des Gärrests (Tabelle 38) und aus dem alternativen Wirtschaftsdünger-Management (Tabelle 39) zusammen. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 40 als Übersicht aufgeführt. Unter Berücksichtigung einer bereitgestellten Netto-Biogasmenge von 71.959 MWh Biogas ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,04 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.

**Tabelle 40: Zusammenfassung des Emissionsfaktors für Biogas im Jahr 2015**

Biogasbereitstellung	[t CO <sub>2</sub> e]	4.333,38
Gutschrift durch Gärrest	[t CO <sub>2</sub> e]	-499,09
Gutschrift durch Behandlung Wirtschaftsdünger	[t CO <sub>2</sub> e]	-673,10
<b>Gesamt<sup>1)</sup></b>	<b>[t CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>3.161,19</b>
Pro kWh Biogas	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,04

<sup>1)</sup> Bei einer Gesamtausbeute von 71.959 MWh Biogas inkl. Berücksichtigung des Wärmebedarfs.

#### 4.1.3 BIOMETHAN

Die Stadtwerke Göttingen AG bezieht von der Gas-Union Biomethan, welches virtuell in den Heizkraftwerken Godehardstraße, Zietenterrassen und Kieseekarree 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 41 sind die einzelnen Bestandteile des Emissionsfaktors für Biomethan der Stadtwerke Göttingen AG dargelegt (siehe auch Schmehl et al. 2013). Es gelten die Anforderungen des EEG 2009.

**Tabelle 41: Zusammensetzung des Emissionsfaktors für Biomethan**

Biogasbereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,04
Strombedarf für Aufbereitung (0,5 kWh Strom/Nm <sup>3</sup> Rohgas) <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,04
Methanemissionen bei der Aufbereitung (0,5 %) <sup>2)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,01
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/kWh]</b>	<b>0,09</b>

<sup>1)</sup> 0,5 kWh Strom/Nm<sup>3</sup> Rohgas entspricht bei einem Heizwert von 6,47 kWh/Nm<sup>3</sup> (IINAS 2016) 0,077 kWh Strom/kWh Rohgas.

<sup>2)</sup> 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<sub>2</sub>e/kg Methan angesetzt.

Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Biomethans ergibt sich zu 0,09 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.

## 4.2 EMISSIONSFAKTOREN FÜR ROHSTOFFE UND AUSGANGSMATERIALIEN

In der betrieblichen CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG sind neben den Energieträgern auch die materiell genutzten Rohstoffe einzubeziehen. In dieser Studie sind in erster Linie Wasser, Papier, Gasodorierungsmittel und Schmieröl relevant, dessen Emissionsfaktoren in den nächsten Abschnitten hergeleitet werden. Für das Korrosionsschutzmittel Metaqua 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 entnommen. Der Emissionsfaktor zur Bereitstellung von Papier ist mit 0,885 kg CO<sub>2</sub>e/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 Hockdrucknetz 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 42: Substanzmengen und Emissionsfaktoren für Gasodor® S-Free**

Substanz	Menge [kg]	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Datensatz in ecoinvent 3.2
Acrylsäure	0,720	2,27	acrylic acid production, RER
Ethanol	0,460	1,25	market for ethanol, without water, in 99.7% solution state, from ethylene
Ethylacrylat	1	2,21	
Ethylacrylat	0,63	2,21	
Methylacrylat	0,37	2,84	market for methyl acrylate, GLO
Gasodor® S-Free	1	2,44	

Die Emissionsfaktoren für die Einzelsubstanzen haben sich durch die Umstellung der Treibhauspotenziale auf IPCC (2013) geringfügig verändert. Zudem existiert eine neuere Version der Ecoinvent Datenbank (Ecoinvent 3.2), die überarbeitete Datensätze enthält. 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 den Emissionsfaktor von Schmieröl wird derjenige 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 0,32 kg CO<sub>2</sub>e/l (IINAS 2016).

### 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 43 aufgeführten direkten Emissionsfaktoren verwendet, die für den EU-Emissionshandel gelten oder der Datenbank GEMIS 4.93 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 43: Direkte Emissionsfaktoren für die Konversion von fossilen Energieträgern**

Energieträger	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e]	Bezugs- größe	Quelle (Datensatz)
Erdgas	0,202	[kWh]	(DEHSt 2007) (Erdgas H Verbund)
Erdgas, klimaneutral <sup>1)</sup>	0	[kWh]	(Sen 2015)
Heizöl, leicht	0,266	[kWh]	(DEHSt 2007) (Heizöl, leicht)
Diesel	2,401	[l]	(IINAS 2016) (Pkw-Diesel-mittel-DE-2020-Basis)
Benzin	2,302	[l]	(IINAS 2016) (Pkw-Otto-mittel-DE-2020-Basis)
CNG <sup>2)</sup>	2,844	[kg]	(IINAS 2016) (Pkw-Otto-CNG-mittel-DE-2020-Basis)
CNG, klimaneutral <sup>1)</sup>	0	[kg]	(Sen 2015)

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

<sup>2)</sup> 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 „Verified Carbon Standard“ (VCS-Zertifikate) mit 10 % Gold Standard 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.

Für die Verbrennung des Biogases 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 44 hergeleitet und basiert auf den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Stoffflüssen 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, 2014 und 2015 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 auf den Emissionsfaktor des bereitgestellten Erdgases festzustellen ist.

**Tabelle 44: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Erdgas durch die Stadtwerke Göttingen AG**

		2012	2014	2015
Materialbereitstellung und vorgelagerte Prozesse				
Erdgas aus Hochdruckleitung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	52.977.348,21	46.110.642,33	45.684.988,20
Odorierungsmittel (inkl. Transport)	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	6.688,87	5.145,89	5.123,72
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	83,95	-	-
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	7.162,50	-	-
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	-	132,84	131,77
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	4,00	0,10	0,12
Erdgasvorwärmung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	475.919,27	370.700,50	454.599,79
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/a]</b>	<b>53.468.292,11</b>	<b>46.486.621,67</b>	<b>46.144.843,60</b>
Bereitgestellte Produktmenge <sup>1)</sup>	[kWh]	1.763.555.571	1.535.186.260	1.520.582.446
Emissionsfaktor	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,030	0,030	0,030

<sup>1)</sup> Gesamte durchgeleitete Erdgasmenge inkl. Fremdgas anderer Vertriebsunternehmen abzüglich des Eigenverbrauches des Gasversorgungssektors der Stadtwerke Göttingen AG.

#### 4.4.2 WÄRME AUS DER KWK-ANLAGE GODEHARDSTR

Die Stadtwerke Göttingen AG betreibt die drei KWK-Anlagen Godehardstraße, Zietenterrassen und Kieseekarree. Im HKW Godehardstraße wird ein Teil der erzeugten Fernwärme zur Beheizung des nahe gelegenen Verwaltungsgebäudes genutzt. Um die CO<sub>2</sub>e-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 Kuppelprodukte 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 End-

kunden 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 2015 verdrängt wird. Somit werden die THG-Emissionen, die mit der Bereitstellung des bundesdeutschen Strommix verbunden sind, vermieden und können der CO<sub>2</sub>e-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 Heizöl zugefeuert. Neben den fossilen Primärenergieträgern wurde in 2015 zum Betrieb des HKWs Godehardstraße Strom über den GöStrom-Tarif bezogen. Am Standort Godehardstraße wird darüber hinaus ein thermischer Sonnenkollektor zur Erhöhung der Rücklaufemperatur eingesetzt. Im Jahr 2015 konnte durch den Einsatz des solarthermischen Sonnenkollektors ein Beitrag zur Wärmebereitstellung in Höhe von 10.413 kWh geleistet werden. Der Emissionsfaktor für die solarthermische Warmwassergewinnung wird der GEMIS-Datenbank<sup>11</sup> entnommen und liegt bei 39 g CO<sub>2</sub>e/kWh. Neben der Bereitstellung der Fernwärme wird in dem HKW Strom erzeugt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Im Jahr 2015 wies das HKW Godehardstraße eine Stromkennzahl  $\sigma$  von 0,29 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. Bei der Bereitstellung der Fernwärme für das Verwaltungsgebäude wird daher eine Einteilung der THG-Emissionen in energiebedingte indirekte und sonstige indirekte Emissionen vorgenommen. Während die energiebedingten indirekten THG-Emissionen in Scope 2 des Verwaltungsgebäudes bilanziert werden, werden die sonstigen indirekten THG-Emissionen im Scope 3 des Verwaltungsgebäudes bilanziert.

Der Emissionsfaktor für die Bereitstellung der Fernwärme am Standort Godehardstraße wird jeweils für die Jahre 2012 bis 2015 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<sup>12</sup> ermittelt

---

<sup>11</sup> Datensatz (GEMIS 4.94): „SolarKollektor-Flach-DE-2020“ (Flachkollektor inkl. Pumpe und Speicher).

<sup>12</sup> Datensatz (DEFRA 2016): Overseas electricity, electricity generated: Germany (Scope 2).

wird. Der Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommix für das Jahr 2015 wird (DECC 2016) entnommen und berücksichtigt ausschließlich direkte THG-Emissionen, die dem Scope 2 zugeordnet werden. Folglich wird die gesamte Stromgutschrift ebenfalls dem Scope 2 zugeordnet. Die Emissionsfaktoren für die Fernwärmebereitstellung berechnen sich zu:

Emissionsfaktor zur Fernwärmebereitstellung (Scope 2):

$$e_{Scope\ 2} = \frac{THG_{Scope\ 2}}{THG_{Scope\ 2} + THG_{Scope\ 3}} \cdot \frac{THG_{ges}}{W_{th}} - \sigma \cdot e_{Strommix}$$

Emissionsfaktor zur Fernwärmebereitstellung (Scope 3):

$$e_{Scope\ 3} = \frac{THG_{Scope\ 3}}{THG_{Scope\ 2} + THG_{Scope\ 3}} \cdot \frac{THG_{ges}}{W_{th}}$$

#### Legende:

$e_{Scope\ 2}$ :	Emissionsfaktor mit Stromgutschrift für Scope 2 [kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]	$THG_{ges}$ :	Gesamte THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> e/a]
$e_{Scope\ 3}$ :	Emissionsfaktor für Scope 3 [kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]	$W_{th}$ :	Erzeugte Wärmemenge [kWh <sub>th</sub> ]
$THG_{Scope\ 2}$ :	THG-Emissionen in Scope 2 [kg CO <sub>2</sub> e/a]	$\sigma$ :	[kWh <sub>el</sub> /kWh <sub>th</sub> ]
$THG_{Scope\ 3}$ :	THG-Emissionen in Scope 3 [kg CO <sub>2</sub> e/a]	$e_{Strommix}$ :	Emissionsfaktor für den deutschen Strommix (direkte THG-Emissionen)

**Tabelle 45: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von Fernwärme am Standort Godehardstraße durch die Stadtwerke Göttingen AG**

		Scope <sup>1)</sup>	2012	2014	2015
Erdgas, Hochdruckleitung					
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	2.815.379,85	1.966.246,89	1.928.951,28
Konversion	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2	18.956.890,99	13.239.395,73	12.988.271,95
Biomethan					
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	-	919.091,97	2.095.714,35
Konversion	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2	-	0	0
Heizöl, leicht					
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	26.945,26	4.903,78	345,70
Konversion	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2	183.780,46	33.446,31	2.357,82
Biogas					
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	1.038.552,76	1.735.357,76	1.734.528,12
Konversion	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2	0	0	0
Solarkollektor	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	1.641,00	7.987,12	406,11
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2	120.096,06 <sup>2)</sup>	-	-
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	-	1.811,19	1.056,54
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	3	418,00	60,83	37,04
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/a]</b>		<b>23.143.704,39</b>	<b>17.908.301,58</b>	<b>18.751.668,91</b>
Erzeugte Wärmemenge	[kWh <sub>th</sub> ]		86.530.599	75.540.051	79.688.469
Emissionsfaktor ohne Stromgutschrift (Scope 2 + 3)	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]		0,267	0,237	0,235
Stromkennzahl	[kWh <sub>el</sub> /kWh <sub>th</sub> ]		0,267	0,249	0,285
Emissionsfaktor, Strommix Deutschland	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>el</sub> ]		0,467	0,477	0,472
Stromgutschrift (Scope 2)	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]		0,125	0,119	0,134
Emissionsfaktor mit Stromgutschrift (Scope 2)	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]		0,098	0,057	0,029
Emissionsfaktor (Scope 3)	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh <sub>th</sub> ]		0,045	0,061	0,072

<sup>1)</sup>Zuordnung der THG-Emissionen bei der Fernwärmebereitstellung zu Scope 2 und 3 des Fernwärme empfangenden Sektors

<sup>2)</sup>Korrigierter Wert gegenüber (Lühn et al. 2014).

#### 4.4.3 STROM AUF BASIS ERNEUERBARER ENERGIEN

Die Stadtwerke Göttingen AG hat in den letzten Jahren ihren gesamten Stromverbrauch auf das eigene Stromprodukt GöStrom umgestellt. Der GöStrom wird über das österreichische Energieversorgungsunternehmen Austria Hydro Power (AHP) bezogen und ist entsprechend TÜV SÜD CMS Standard 83 zertifiziert (siehe auch Abschnitt 3.5). Die Stromerzeugung für den GöStrom-Tarif 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 allein dem Scope 3 zuzuweisen. Zur Ableitung des Emissionsfaktors für die Stromerzeugung aus Wasserkraft dient die Datenbank GEMIS 4.94. Für die Stromerzeugung aus großen Wasserkraftwerken ergibt sich nach GEMIS 4.94 ein Emissionsfaktor in Höhe von

2,8 g CO<sub>2</sub>e/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 aus dem GöStrom-Tarif wird folglich 2,8 g CO<sub>2</sub>e/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<sub>2</sub>e/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 Modulen je 165 W Nennleistung aufgebaut ist (IINAS 2016). Unter diesen Annahmen sind mit der Bereitstellung von einer Kilowattstunde elektrischer Energie 0,094 kg CO<sub>2</sub>e verbunden. Auch dieser Emissionsfaktor hat sich gegenüber der Folgestudie (Lühn et al. 2014) nicht geändert.

#### 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 4.1.1 bestimmten Emissionsfaktor in Höhe von 0,03 kg CO<sub>2</sub>e/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. Der Strom wird seit 2013 ausschließlich über den GöStrom-Tarif bezogen. Tabelle 46 zeigt, aus welchen Anteilen sich der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des CNGs in den Jahren 2012 bis 2015 zusammensetzt. Es ergibt sich somit im Jahr 2015 ein Emissionsfaktor zur Bereitstellung des CNGs in Höhe von 0,41 kg CO<sub>2</sub>e/kg CNG.

**Tabelle 46: Berechnung des Emissionsfaktors für die Bereitstellung von CNG durch die Stadtwerke Göttingen AG**

		2012	2014	2015
Eichverluste Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	2.583,23	4.067,56	-
Bereitstellung Erdgas, klimaneutral-gestellt	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	86.099,14	-	-
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	172.111,25	231.295,48	205.955,44
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	89.953,60	-	-
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	-	633,49	561,47
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/a]</b>	<b>350.747,21</b>	<b>235.996,52</b>	<b>206.516,91</b>
Verkaufte CNG-Menge	[kg]	628.890	563.994	501.235
Emissionsfaktor	[kg CO <sub>2</sub> e/kg]	0,56	0,42	0,41

#### 4.4.5 TRINKWASSER

Die Stadtwerke Göttingen AG versorgt über ein knapp 500 km langes Trinkwassernetz ihre Kunden mit rund 7,5 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser pro Jahr. 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. Der Strom wird seit 2014 vollständig über den GöStrom-Tarif bezogen.

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

		2012	2014	2015
Erdgas				
Bereitstellung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	12.855,65	11.840,24	10.543,91
Konversion	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	85.653,86	78.985,03	70.184,29
Metaqua, Bereitstellung & Transport	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	4.824,20	5.434,43	5.420,51
Harzwasser	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	0	0	0
Eigenwassergewinnung	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	0	0	0
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	688.546,50	-	-
E.ON Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	124,38	-	-
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	-	5.137,34	5.231,78
Eigene Wasserkraft <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e/a]	1.413,37	2.067,98	2.410,01
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/a]</b>	<b>793.417,96</b>	<b>103.465,01</b>	<b>93.790,50</b>
Verkaufte Wassermenge <sup>2)</sup>	[m <sup>3</sup> ]	7.315.276	7.303.627	7.494.220
Emissionsfaktor	[kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,108	0,0142	0,0125

<sup>1)</sup> Eigenerzeugung durch Wasserkraftanlage Stegemühle (Wasser-KW-klein-DE-2010-standalone).

<sup>2)</sup> Verkaufte Menge an Trinkwasser an Dritte und für den Betrieb unternehmensinterner Anlagen.

Tabelle 47 zeigt aus welchen Anteilen sich der Emissionsfaktor für die Bereitstellung des Trinkwassers zusammensetzt. Für das Jahr 2015 ergibt sich ein Emissionsfaktor für die Bereitstellung von Trinkwasser von 0,0125 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>.

#### 4.5 EMISSIONSFAKTOR FÜR DEN EXTERNEN 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 4.94 gemäß des Datensatzes ‚Gas-Heizung-DE-2020‘ zugewiesen (IINAS 2016). Die Bereitstellung der Raumwärme ist mit einem Emissionsfaktor von 0,27 kg CO<sub>2</sub>e/kWh Wärme in Scope 2 verbunden.

#### 4.6 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DEN GÜTER- UND PERSONENTRANSPORT

Die Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport werden überwiegend aus der Datenbank GEMIS 4.94 entnommen. Die Emissionsfaktoren für den Personentransport mit Motorrad und mit LPG betriebenen PKWs liegen weder in der GEMIS- noch in der Ecoinvent-Datenbank vor, sodass diese aus Studien von Wiedemann (2005) bzw. Wieser und Kurzwil (2004) bezogen werden. Die Emissionsfaktoren für die übrigen PKW-Fahrten wurden entsprechend der spezifischen Verbräuche der Mitarbeiterfahrzeuge in (IINAS 2016) angepasst. Die THG-Emissionen für den Fernverkehr mit der Bahn werden für jeden Zielort der Dienstreisen mit dem CO<sub>2</sub>-Rechner der Deutschen Bahn AG, dem UmweltMobilCheck, berechnet (siehe Tabelle 65 im Anhang). Der methodische Ansatz mit den hinterlegten Parametern ist in (Hennecke und Löchter 2016) beschrieben. Seit 2015 wird bei der Ermittlung der Emissionswerte der Deutschen Bahn zwischen der Verwendung des Betreiberstrommix und dem Bundesstrommix unterschieden. Die Verwendung des Betreiberstrommix ermöglicht eine detailliertere Bemessung der Emissionen, weshalb im Rahmen vorliegender Studie dieser berücksichtigt wird. Aufgrund des steigenden Einsatzes von Ökostrom unterscheiden sich die Emissionswerte deutlich von den Vorjahresangaben. Bei den An- und Abfahrten der Mitarbeitenden mit der Bahn zum täglichen Arbeitsplatz liegen keine Zielorte, sondern nur die Distanz vor. Aus diesem Grund wird für die Berechnung der THG-Emissionen ein kilometerbezogener Emissionsfaktor aus GEMIS genutzt.

Tabelle 48 gibt einen Überblick über die Emissionsfaktoren im Bereich des Güter- und Personentransportes.

Tabelle 48: Emissionsfaktoren für den Güter- und Personentransport

Transportmittel	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e/P.km]	Quelle (Datensatz)
PKW, Benzin <sup>1)</sup>	0,217	(IINAS 2016) (Pkw-Otto-mittel-DE-2020-Basis)
PKW, Diesel <sup>2)</sup>	0,180	(IINAS 2016) (Pkw-Diesel-mittel-DE-2020-Basis)
PKW, CNG, klimaneutral, Bereitstellung <sup>3)</sup>	0,112	Siehe Abschnitt 4.5.4
Bus, Diesel	0,051	(IINAS 2016) (Bus-Linie-Diesel-DE-2020-Basis)
PKW, LPG	0,193	(Wiedemann 2005)
Bahn, Nahverkehr	0,052	(IINAS 2016) (Zug-Personen-Nah-Elektro-DE-2020-Basis)
Bahn, Fernverkehr	siehe Anhang	(Hennecke und Löchter 2016)
Motorrad	0,097	(Wieser und Kurzweil 2004) (Motorrad innerorts)
	<b>[kg CO<sub>2</sub>e/t.km]</b>	
LKW, Diesel	0,081	(IINAS 2016) (Lkw-Diesel-DE-2020)

<sup>1)</sup> Durchschnittsverbrauch = 7,7 l/100 km.

<sup>2)</sup> Durchschnittsverbrauch = 6,3 l/100 km.

<sup>3)</sup> Durchschnittsverbrauch = 3,2 kg/100 km; spezifisches Gewicht = 0,074 kg/kWh.

#### 4.7 EMISSIONSFAKTOREN FÜR DIE ABFALLENTSORGUNG

Für die Abfallentsorgung gibt es keine geeigneten Emissionsfaktoren in der GEMIS-Datenbank. Daher wird die Ecoinvent-Datenbank herangezogen und den Abfallkategorien entsprechende Entsorgungsprozesse zugewiesen. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 49 aufgelistet.

Tabelle 49: Emissionsfaktoren der Abfallentsorgung

Abfallentsorgung	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Quelle (Datensatz)
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	0,049	(Ecoinvent 2015) (treatment of digester sludge, municipal incineration, GLO, [kg])
Aufsaug- und Filter-materialien, Wischtücher und Schutzkleidung	0,123	(Ecoinvent 2015) (treatment of waste textile, soiled, municipal incineration, CH, [kg])
Eisen und Stahl	0,059	(Ecoinvent 2015) (treatment of waste reinforcement steel, recycling, CH, [kg])
Kabel	0,913	(Ecoinvent 2015) (treatment of used cable, GLO, [kg])
Restmüll (gemischte Siedlungsabfälle zur Beseitigung)	0,520	(Ecoinvent 2015) (treatment of municipal solid waste, incineration, DE, [kg])
Papier, Pappe, Kartonagen	0,022	(Ecoinvent 2015) (treatment of graphical paper waste, municipal incineration, CH, [kg])
Leuchtstoffröhren	0,005	(Ecoinvent 2015) (treatment of glass cullet, from fluorescent lamps treatment, 0% water, inert material landfill, GLO, [kg])
Öliges Wasser aus Öl- und Wasserabscheider	1,688	(Ecoinvent 2015) (treatment of fly ash and scrubber sludge, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	0,213	(Ecoinvent 2015) (treatment of biowaste, composting, CH, [kg])
Aluminium	0,022	(Ecoinvent 2015) (treatment of aluminium waste, sanitary landfill, CH, [kg])
Lösemittel und Lösemittelgemische	1,950	(Ecoinvent 2015) (treatment of spent solvent mixture, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	2,847	(Ecoinvent 2015) (treatment of mineral oil waste, hazardous waste incineration, CH, [kg])
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	0,012	(Ecoinvent 2015) (treatment of waste brick, collection for final disposal, CH)
Holz	0,011	(Ecoinvent 2015) (treatment of waste wood, untreated, municipal incineration, CH)
Bleibatterien	1,252	(Ecoinvent 2015) (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
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

## 5. ERGEBNISSE

In diesem Kapitel werden die THG-Emissionen der Stadtwerke Göttingen AG auf Basis der in Kapitel 3 beschriebenen Energie- und Stoffströme sowie der in Kapitel 4 hergeleiteten Emissionsfaktoren bilanziert. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Ergebnisse für die einzelnen Sektoren aufgezeigt. Anschließend werden die Gesamtergebnisse dargestellt.

### 5.1 BETRIEBLICHE CO<sub>2</sub>E-BILANZ NACH SEKTOREN

Durch den Vergleich des Jahres 2015 mit den vorherigen Jahren 2012 und 2014 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 2015 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

Die THG-Emissionen bei der Wasserversorgung im Jahr 2015 fallen gegenüber dem Vorjahr um 9,4 % niedriger aus (siehe Tabelle 50). Der Wasserabsatz ist im gleichen Zeitraum leicht angestiegen (+2,6 %). Die gesunkenen THG-Emissionen liegen hauptsächlich in der Verringerung des Erdgasverbrauchs begründet. Damit sinken die spezifischen THG-Emissionen pro m<sup>3</sup> bereitgestelltem Trinkwasser gegenüber dem Vorjahr um 7,1 %.

**Tabelle 50: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Wasserversorgung**

Wasserversorgung		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>85.653,86</b>	<b>78.985,03</b>	<b>70.184,29</b>	<b>-18,1 %</b>	<b>-11,1 %</b>
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	85.653,86	78.985,03	70.184,29		
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>688.546,50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-100,0 %</b>	<b>-</b>
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	688.546,50	-	-		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>19.217,60</b>	<b>24.479,98</b>	<b>23.606,20</b>	<b>+22,8 %</b>	<b>-3,6 %</b>
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	12.855,65	11.840,24	10.543,91		
Metaqua SC-36	[kg CO <sub>2</sub> e]	k.A.	k.A.	k.A.		
- Transport	[kg CO <sub>2</sub> e]	4.824,20	5.434,43	5.420,51		
Harzwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
Eigenwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
Wasserkraftstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.413,37	2.067,98	2.410,01		
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	5.137,34	5.231,78		
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	124,38	-	-		
<b>Scope 3 Downstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>793.417,96</b>	<b>103.465,01</b>	<b>93.790,50</b>	<b>-88,2 %</b>	<b>-9,4 %</b>
Wasserverkauf <sup>1)</sup>	[m <sup>3</sup> ]	7.315.276	7.303.627	7.494.220	+2,4 %	+2,6 %
THG-Emissionen/ m <sup>3</sup> Wasser	[kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ]	0,108	0,014	0,013	-88,5 %	-11,7 %

<sup>1)</sup> Unter Berücksichtigung der Leitungsverluste und des Eigenverbrauchs.

### 5.1.2 GASVERSORGUNG

Im Geschäftsbereich der Gasversorgung sanken die THG-Emissionen zwischen 2014 und 2015 um 3,6 % (siehe Tabelle 51). Im selben Zeitraum ist der Vertrieb von Erdgas ebenfalls um 3,6 % gesunken. Damit haben sich die spezifischen THG-Emissionen zwischen 2014 und 2015 nicht verändert.

Tabelle 51: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Gasversorgung

Gasversorgung		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>475.919,27</b>	<b>370.700,50</b>	<b>454.599,79</b>	<b>-4,5 %</b>	<b>+22,6 %</b>
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	475.919,27	370.700,50	454.599,79		
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>7.162,50</b>	-	-	-	-
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	7.162,50	-	-		
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	-		
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	-		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>47.256.521,76</b>	<b>37.023.492,33</b>	<b>35.717.394,13</b>	<b>-24,4 %</b>	<b>-3,5 %</b>
Erdgas Gas-Union <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e]	47.249.744,94	37.018.213,50	35.712.138,48		
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	132,84	131,77		
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	83,95	-	-		
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	4,00	0,10	0,15		
Odorierungsmittel	[kg CO <sub>2</sub> e]	6.624,60	5.097,16	5.075,20		
- Transport	[kg CO <sub>2</sub> e]	64,27	48,73	48,52		
<b>Scope 3 Downstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>317.672.363,32</b>	<b>239.860.516,40</b>	<b>231.118.826,21</b>	<b>-27,2 %</b>	<b>-3,6 %</b>
Erdgas <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e]	317.672.363,32	239.860.516,40	231.118.826,21		
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>365.411.966,85</b>	<b>277.254.709,23</b>	<b>267.290.820,12</b>	<b>-26,9 %</b>	<b>-3,6 %</b>
Gasverkauf <sup>1)</sup>	[MWh]	1.572.635,46	1.232.105,30	1.188.154,12	-24,4 %	-3,6 %
THG-Emissionen/ kWh Gas	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh]	0,232	0,225	0,225	-3,2 %	+0,0 %

<sup>1)</sup> Unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs und des GöGas Klima, ohne Fremdgas.

### 5.1.3 FERNWÄRMEVERSORGUNG

Im Jahr 2015 sind die THG-Emissionen der Fernwärmeversorgung gegenüber dem Vorjahr um 7,8 % gestiegen (siehe Tabelle 52). Der Anstieg der THG-Emissionen ist überwiegend auf den erhöhten Einsatz der HKWs gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen.

Tabelle 52: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Fernwärmeversorgung

Fernwärmeversorgung		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>20.948.685,11</b>	<b>15.162.756,89</b>	<b>15.131.964,78</b>	<b>-27,8 %</b>	<b>-0,2 %</b>
Biogas	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	20.764.603,53	15.128.748,79	15.129.381,66		
Biomethan	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
Heizöl	[kg CO <sub>2</sub> e]	184.081,58	34.008,10	2.583,13		
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>154.693,44</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-100,0 %</b>	<b>-</b>
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	154.693,44	-	-		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>5.887.952,36</b>	<b>6.620.262,94</b>	<b>8.577.508,59</b>	<b>+45,7 %</b>	<b>+29,6 %</b>
Biogas	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.038.552,76	1.735.357,76	1.734.528,12		
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	3.083.850,81	2.246.843,88	2.246.937,87		
Biomethan	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.732.302,18	2.617.338,24	4.587.354,45		
Heizöl	[kg CO <sub>2</sub> e]	26.989,40	4.986,15	378,73		
- Transport	[kg CO <sub>2</sub> e]	4,79	0,94	0,09		
Schmieröl	[kg CO <sub>2</sub> e]	3.983,26	5.543,00	6.482,36		
- Transport	[kg CO <sub>2</sub> e]	70,11	97,57	114,11		
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	2.046,84	1.268,66		
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	0,04	-	-		
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	558,00	61,45	38,10		
Solarthermie	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.641,00	7.987,12	406,11		
<b>Scope 3 Downstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>26.991.330,91</b>	<b>21.783.019,83</b>	<b>23.709.473,38</b>	<b>-12,2 %</b>	<b>+8,8 %</b>
Wärmeverkauf <sup>1)</sup>	[MWh]	92.407,26	79.193,05	86.363,40	-6,5 %	+9,1 %
THG-Emissionen/ kWh Wärme	[kg CO <sub>2</sub> e/ kWh]	0,292	0,278	0,275	-6,0 %	-0,2 %

<sup>1)</sup> Unter Berücksichtigung der Leitungsverluste und des Eigenverbrauchs.

## 5.1.4 ERDGASTANKSTELLEN

An den beiden Erdgastankstellen wurde im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr rund 11 % weniger CNG abgesetzt. Die Reduzierung der gesamten THG-Emissionen um 12,5 % kann durch den gesunkenen CNG-Absatz begründet werden.

Tabelle 53: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Erdgastankstellen

Erdgastankstellen		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>2.583,23</b>	<b>4.067,56</b>	-	<b>-100 %</b>	-
Erdgas, Eichverluste	[kg CO <sub>2</sub> e]	2.583,23	4.067,56	-		
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>89.953,60</b>	-	-	<b>-100 %</b>	-
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	89.953,60	-	-		
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	-		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>258.205,14</b>	<b>231.928,97</b>	<b>206.516,91</b>	<b>-20,0 %</b>	<b>-11,0 %</b>
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	633,49	561,47		
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	86.097,39	-	-		
Klimaneutrales Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	172.107,75	231.295,48	205.955,44		
<b>Scope 3 Downstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>596.194,44</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-100,0 %</b>	-
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	596.194,44	-	-		
Klimaneutrales Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>946.936,41</b>	<b>235.996,52</b>	<b>206.516,91</b>	<b>-78,2 %</b>	<b>-12,5 %</b>
CNG-Verkauf	[kg]	628.890	563.994	501.235	-20,3 %	-11,1 %
THG-Emissionen / kg CNG	[kg CO <sub>2</sub> e/kg]	1,51	0,42	0,41	-72,6 %	-1,5 %

### 5.1.5 STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Die Stadtwerke Göttingen AG hat im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr 7,6 % mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt (siehe Tabelle 54). Während die Photovoltaikanlage gegenüber dem Vorjahr 2,9 % mehr Strom bereitgestellt hat, erhöhte sich die Stromerzeugung aus Wasserkraft um 7,2 %. Der Anstieg der gesamten THG-Emissionen resultiert aus der vermehrten Energiebereitstellung.

Tabelle 54: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE)

Stromerzeugung aus EE		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>8.507,41</b>	<b>9.828,13</b>	<b>10.426,82</b>	<b>+22,6 %</b>	<b>+6,1 %</b>
PV-Anlage	[kg CO <sub>2</sub> e]	2.456,5	3.406,65	3.508,27		
Wasserkraftanlagen	[kg CO <sub>2</sub> e]	6.050,91	6.421,47	6.918,55		
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>8.507,41</b>	<b>9.828,13</b>	<b>10.426,82</b>	<b>+22,6 %</b>	<b>+6,1 %</b>
Stromverkauf	[kWh]	957.042	1.024.160	1.101.715	+15,1 %	+7,6 %
THG-Emissionen / kWh Strom	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	0,0088	0,0096	0,0095	+6,5 %	-1,4 %

### 5.1.6 STROMVERTRIEB

Seit 2013 bietet die Stadtwerke Göttingen AG ihren Endkunden über den GöStrom-Tarif Ökostrom aus Wasserkraft an. Die Stromerzeugung aus Wasserkraft ist mit keinen direkten THG-Emissionen verbunden. Bei der Lebenszyklusanalyse ergeben sich jedoch indirekte THG-Emissionen durch den Anlagenbau, den Betrieb der Anlage und dessen Stilllegung. Die entsprechenden THG-Emissionen werden im Scope 3 Upstream bilanziert (siehe Tabelle 55). Der Emissionsfaktor für den GöStrom-Tarif ist gegenüber den Vorjahren unverändert. Die Erhöhung der gesamten THG-Emissionen um 252,5 % resultiert vor allem aus dem über 70 % gestiegenen Absatz an konventionellem Strom für Großkunden. Der Absatz an GöStrom hat sich um 16,8 % erhöht.

Tabelle 55: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Stromvertrieb

Stromvertrieb		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	-	<b>8.536.627,29</b>	<b>30.087.895,05</b>	-	<b>+252,5 %</b>
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	121.134,64	145.554,97		
Konv. Strom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	<b>8.415.492,65</b>	<b>29.942.340,08</b>		
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	-	<b>8.536.627,29</b>	<b>30.087.895,05</b>	-	<b>+252,5 %</b>
Stromverkauf	[kWh]	-	56.370.615	98.623.077	-	+75,0 %
THG-Emissionen / kWh Strom	[kg CO <sub>2</sub> e/kWh]	-	0,151	0,305	-	+101,5 %

### 5.1.7 PARKDIENSTLEISTUNGEN

Die THG-Emissionen des Geschäftsbereichs Parkdienstleistungen werden durch den notwendigen Strom- und Wärmeverbrauch der von der Stadtwerke Göttingen AG betriebenen Parkhäusern Hospitalstraße und Groner Tor dominiert. Der Anstieg der THG-Emissionen in 2015 (siehe Tabelle 56) ist auf den erhöhten Wärmeverbrauch zurückzuführen.

Tabelle 56: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Geschäftsbereich Parkdienstleistungen

Parkdienstleistung		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	-	-	-	-	-
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>62.798,40</b>	<b>5.315,76</b>	<b>6.107,13</b>	<b>-90,3 %</b>	<b>+14,9 %</b>
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	57.665,70	-	-		
Wärme, Gasheizung	[kg CO <sub>2</sub> e]	5.132,70	5.315,76	6.107,13		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>177,90</b>	<b>533,26</b>	<b>529,20</b>	<b>+197,5 %</b>	<b>-0,8 %</b>
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	529,30	525,47		
E.ON-Ökostrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	163,90	-	-		
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	14,00	3,96	3,73		
<b>Scope 3 Downstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>62.976,30</b>	<b>5.849,02</b>	<b>6.636,33</b>	<b>-89,5 %</b>	<b>+13,5 %</b>
Parkvorgänge	[Anzahl]	498.000	513.000	522.166	+4,9 %	+1,8 %
THG-Emissionen/ Parkvorgang	[kg CO <sub>2</sub> e/ Vorgang]	0,126	0,011	0,013	-89,7 %	+11,5 %

#### 5.1.8 VERWALTUNGSSTANDORT

Am Verwaltungsstandort der Stadtwerke Göttingen AG zeigt sich, dass die THG-Emissionen je Mitarbeitenden zwischen den Jahren 2014 und 2015 um insgesamt 9,1 % reduziert werden konnten (siehe Tabelle 57). Dies resultiert einerseits aus den gesunkenen THG-Emissionen für den Fernwärmebezug. Andererseits kann die Reduzierung auf die stark gesunkenen Abfallmengen in 2015 zurückgeführt werden.

Die THG-Emissionen des Scope 1 werden hauptsächlich durch den Verbrauch von Kraftstoffen bei der Nutzung der Dienstfahrzeuge verursacht. Hier ist der Dieserverbrauch leicht gestiegen. Bei den CNG-betriebenen Dienstfahrzeugen wird für die Berechnung der THG-Emissionen angenommen, dass der CNG-Verbrauch an betriebsfremden Tankstellen (entgegen der stadtwereeigenen Tankstellen) nicht klimaneutral gestellt wurde.

Die THG-Emissionen des Scope 2 werden ausschließlich durch den Fernwärmebezug verursacht. Beim Fernwärmebezug des Verwaltungsgebäudes wird eine Aufteilung der THG-Emissionen in Scope 2 und Scope 3 Upstream vorgenommen.

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. Die THG-Emissionen der Dienstreisen haben sich nahezu halbiert, während die Emissionen durch die Bereitstellung der Kraftstoffe weitestgehend konstant geblieben sind. Die Verminderung der Emissionen durch Dienstreisen resultiert vor allem aus der genaueren Berechnungsmethode der Bahnreisen (siehe Abschnitt 4.6). Im Berufsverkehr zeigt sich von 2014 zu 2015 ein Anstieg der ÖPNV-Nutzung um 37,2 %. Demgegenüber ist die Bahn als Verkehrsmittel im Jahr 2015 deutlich weniger als im Vorjahr genutzt worden. Die zurückgelegten Bahnkilometer durch An- und Abfahrten der Mitarbeitenden betragen in 2015 ein Viertel der Kilometerzahl aus 2014. Aufgrund des unveränderten Emissionsfaktors sanken auch die THG-Emissionen aus Bahnfahrten auf ein Viertel des Vorjahreswertes. Die gesunkenen Emissionen aus LPG- und CNG-Verbräuchen durch Pkw-Fahrten der Mitarbeitenden sind hauptsächlich auf geringere Gesamtkilometer zurückzuführen. Insgesamt sind die THG-Emissionen des Scope 3 Upstream aufgrund eines erhöhten Verbrauchs an Fernwärme am Verwaltungsstandort angestiegen.

Die THG-Emissionen in Scope 3 Downstream sind ausschließlich auf die stoffliche Abfallentsorgung und den Transport der Abfälle zurückzuführen.

Am Verwaltungsstandort sinken die THG-Emissionen von 2.315,44 kg CO<sub>2</sub>e/Mitarbeitenden in 2014 auf 2.104,21 kg CO<sub>2</sub>e/Mitarbeitenden in 2015. Diese Änderung ist vor allem auf den gesunkenen Emissionsfaktor der Fernwärmebereitstellung in Scope 2 zurückzuführen (siehe Erklärung Abschnitt 4.4.2).

Tabelle 57: CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für den Verwaltungsstandort

Verwaltungsstandort		2012	2014	2015	Änderung 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 1</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>90.600,09</b>	<b>75.448,20</b>	<b>76.000,56</b>	<b>-16,1 %</b>	<b>+0,7 %</b>
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	753,86	187,86	321,79		
CNG	[kg CO <sub>2</sub> e]	14.689,43	767,55	217,88		
CNG, klimaneutral	[kg CO <sub>2</sub> e]	0	0	0		
Benzin	[kg CO <sub>2</sub> e]	29.030,77	12.985,66	10.575,08		
Diesel	[kg CO <sub>2</sub> e]	46.126,04	61.507,14	64.885,81		
<b>Scope 2</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>220.705,05</b>	<b>43.271,43</b>	<b>24.008,23</b>	<b>-89,1 %</b>	<b>-44,5 %</b>
E.ON-Standardstrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	131.900,38	-	-		
Fernwärme <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e]	88.804,66	43.271,43	24.008,23		
<b>Scope 3 Upstream</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>204.160,91</b>	<b>230.260,44</b>	<b>239.194,06</b>	<b>+17,2 %</b>	<b>+3,9 %</b>
GöStrom	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	920,12	965,50		
Strom PV-Anlage	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.157,23	2.107,10	2.175,82		
Fernwärme <sup>2)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e]	40.706,30	46.529,27	60.826,24		
Erdgas	[kg CO <sub>2</sub> e]	113,15	28,16	48,34		
Trinkwasser	[kg CO <sub>2</sub> e]	219,40	25,24	20,99		
Papier	[kg CO <sub>2</sub> e]	4.525,85	3.460,65	2.901,65		
Papier	[kg CO <sub>2</sub> e]	4.369,25	3.452,89	2.841,54		
- Transport	[kg CO <sub>2</sub> e]	156,60	7,77	60,11		
Fuhrpark	[kg CO <sub>2</sub> e]	39.439,34	20.625,45	20.225,01		
CNG	[kg CO <sub>2</sub> e]	23.331,23	5.320,70	4.829,35		
Benzin	[kg CO <sub>2</sub> e]	6.968,04	3.116,85	2.538,26		
Diesel	[kg CO <sub>2</sub> e]	9.140,07	12.187,90	12.857,40		
Dienstreisen	[kg CO <sub>2</sub> e]	4.978,73	4.169,26	2.168,61		
Taxi, Diesel	[kg CO <sub>2</sub> e]	124,85	99,92	173,34		
ÖPNV	[kg CO <sub>2</sub> e]	0,82	21,11	11,02		
PKW, Benzin	[kg CO <sub>2</sub> e]	614,01	576,79	549,01		
PKW, Diesel	[kg CO <sub>2</sub> e]	438,62	495,84	590,04		
PKW, LPG	[kg CO <sub>2</sub> e]	37,83	-	37,83		
Deutsche Bundesbahn	[kg CO <sub>2</sub> e]	3.762,6	2.975,60	807,38		
An- und Abfahrten	[kg CO <sub>2</sub> e]	113.020,92	152.395,19	149.861,91		
ÖPNV	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.422,70	729,10	1.161,70		
PKW, Benzin	[kg CO <sub>2</sub> e]	72.601,72	95.159,95	94.259,38		
PKW, Diesel	[kg CO <sub>2</sub> e]	32.879,03	43.708,21	51.482,52		
PKW, LPG	[kg CO <sub>2</sub> e]	2.485,45	3.990,47	611,42		
PKW, CNG <sup>3)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> e]	264,38	4.364,38	813,90		
Deutsche Bahn	[kg CO <sub>2</sub> e]	3.281,30	4.095,83	968,45		
Motorrad	[kg CO <sub>2</sub> e]	86,33	347,26	564,54		
<b>Scope 3 Downstream</b>		<b>30.053,89</b>	<b>42.329,58</b>	<b>31.137,24</b>	<b>+3,6 %</b>	<b>-26,4 %</b>
Stoffliche Abfall-entsorgung	[kg CO <sub>2</sub> e]	29.957,70	42.073,10	29.253,47		
Transport Abfall-entsorgung	[kg CO <sub>2</sub> e]	96,19	256,48	1.883,77		
<b>Gesamt</b>	<b>[kg CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>545.519,94</b>	<b>391.309,65</b>	<b>370.340,10</b>	<b>-32,1 %</b>	<b>-5,4 %</b>
Mitarbeitende	[Anzahl]	161	169	176	+9,3 %	+4,1 %
THG-Emissionen/ Mitarbeitende	[kg CO <sub>2</sub> e/ Person]	3.388,32	2.315,44	2.104,21	-37,9 %	-9,1 %

<sup>1)</sup> Energiebedingte indirekte THG-Emissionen.<sup>2)</sup> Sonstige energiebedingte THG-Emissionen.<sup>3)</sup> Klimaneutral gestellt. THG-Emissionen durch die Bereitstellung des CNGs.

## 5.2 GESAMTBETRIEBLICHE CO<sub>2</sub>E-BILANZ NACH SCOPES

Die gesamtbetriebliche CO<sub>2</sub>e-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 58

Tabelle 59 bis Tabelle 63 sind die gesamtbetrieblichen THG-Emissionen für die Jahre 2012, 2014 und 2015 dargestellt. Es ist zu beachten, dass der Stromvertrieb in 2012 noch nicht existierte.

**Tabelle 58: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2012**

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	85,65	688,55	4,95	-
Gasversorgung	475,92	7,16	47.256,52	315.865,60
Fernwärmeversorgung	20.948,69	154,69	5.887,39	-
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	8,51	-
Erdgastankstellen	2,58	89,95	-	581,51
Parkdienstleistungen	-	62,80	0,18	-
Verwaltungsstandort	90,60	131,90	138,63	30,05
<b>Gesamt</b>	<b>21.603,44</b>	<b>1.135,05</b>	<b>53.296,18</b>	<b>316.477,16</b>

**Tabelle 59: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2014**

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	78,99	-	10,57	-
Gasversorgung	370,70	-	37.023,49	238.238,37
Fernwärmeversorgung	15.162,76	-	6.620,26	-
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	9,83	-
Stromvertrieb	-	-	8.536,63	-
Erdgastankstellen	4,07	-	0,63	0,00
Parkdienstleistungen	-	5,32	0,53	-
Verwaltungsstandort	75,45	-	176,25	42,33
<b>Gesamt</b>	<b>15.691,96</b>	<b>5,32</b>	<b>52.378,20</b>	<b>238.280,70</b>

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 werden in 2012 und 2014 ebenfalls von der Gasversorgung dominiert und sind mit der durchgeleiteten Erdgasmenge zu begründen. In 2015 wirkt sich der Stromvertrieb an die Großkunden (konv. Strom) ähnlich hoch wie die Gasversorgung auf das Bilanzergebnis aus. Im Bereich der direkten Emissionen, 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.

**Tabelle 60: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG für das Jahr 2015**

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Scope 3
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	70,18	-	10,65	-
Gasversorgung	454,60	-	35.717,39	229.677,40
Fernwärmeversorgung	15.131,96	-	8.577,47	-
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	10,43	-
Stromvertrieb	-	-	30.087,90	-
Erdgastankstellen	0,00	-	0,56	0,00
Parkdienstleistungen	-	6,11	0,53	-
Verwaltungsstandort	76,00	-	171,32	31,14
<b>Gesamt</b>	<b>15.732,75</b>	<b>6,11</b>	<b>74.576,25</b>	<b>229.708,54</b>

Da ein Großteil der direkten Emissionen der Fernwärmeerzeugung zuzuordnen ist, wird in Tabelle 61 bis Tabelle 63 die betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz 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.

**Tabelle 61: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2012**

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Scope 3
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	85,65	688,55	4,95	-
Gasversorgung	475,92	7,16	47.256,52	315.865,60
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	8,51	-
Erdgastankstellen	2,58	89,95	-	581,51
Parkdienstleistungen	-	62,80	-	-
Verwaltungsstandort	90,60	220,71	138,63	30,05
<b>Gesamt</b>	<b>654,76</b>	<b>1.069,17</b>	<b>47.408,77</b>	<b>316.477,16</b>

Tabelle 62: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2014

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	78,99	-	10,57	-
Gasversorgung	370,70	-	37.023,49	238.238,37
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	9,83	-
Stromvertrieb	-	-	8.536,63	-
Erdgastankstellen	4,07	-	0,63	0,00
Parkdienstleistungen	-	5,32	0,53	-
Verwaltungsstandort	75,45	43,27	222,78	42,33
<b>Gesamt</b>	<b>529,20</b>	<b>48,59</b>	<b>45.804,46</b>	<b>238.280,70</b>

Die THG-Emissionen der Scopes 1 und 2 in der betrieblichen CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeerzeugung sind in 2015 gegenüber dem Vorjahr um 9,2 % auf 631 t CO<sub>2</sub>e gestiegen. Die höheren THG-Emissionen können im Wesentlichen auf höhere Emissionen in Scope 1 der Erdgasversorgung aufgrund der gestiegenen Erdgasvorwärmung zurückgeführt werden.

Tabelle 63: Betriebliche CO<sub>2</sub>e-Bilanz der Stadtwerke Göttingen AG ohne Fernwärmeversorgung für das Jahr 2015

Sektor	Scope 1	Scope 2	Scope 3	
			Upstream	Downstream
[t CO <sub>2</sub> e/Jahr]				
Wasserversorgung	70,18	-	10,65	-
Gasversorgung	454,60	-	35.717,39	229.677,40
Strom aus erneuerbaren Energien	-	-	10,43	-
Stromvertrieb	-	-	30.087,90	-
Erdgastankstellen	0,00	-	0,56	0,00
Parkdienstleistungen	-	6,11	0,53	-
Verwaltungsstandort	76,00	24,01	232,15	31,14
<b>Gesamt</b>	<b>600,78</b>	<b>30,12</b>	<b>66.059,61</b>	<b>229.708,54</b>

In Abbildung 1 werden die THG-Emissionen der Jahre 2012, 2014 und 2015 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 stadtwerkeeigenen GöStrom Tarif zurückzuführen. In Scope 2 wurden im Jahr 2012 noch in jedem Sektor, mit Ausnahme des Sektors „Strom aus erneuerbaren Energien“, THG-Emissionen verursacht. In 2014 und 2015 werden hingegen nur in den Sektoren „Parkdienstleistungen“ und „Verwaltungsstandort“ THG-Emissionen dem Scope 2 zugeordnet. Die Emissionen des Scope 1 bleiben über den Betrachtungszeitraum weitestgehend konstant.

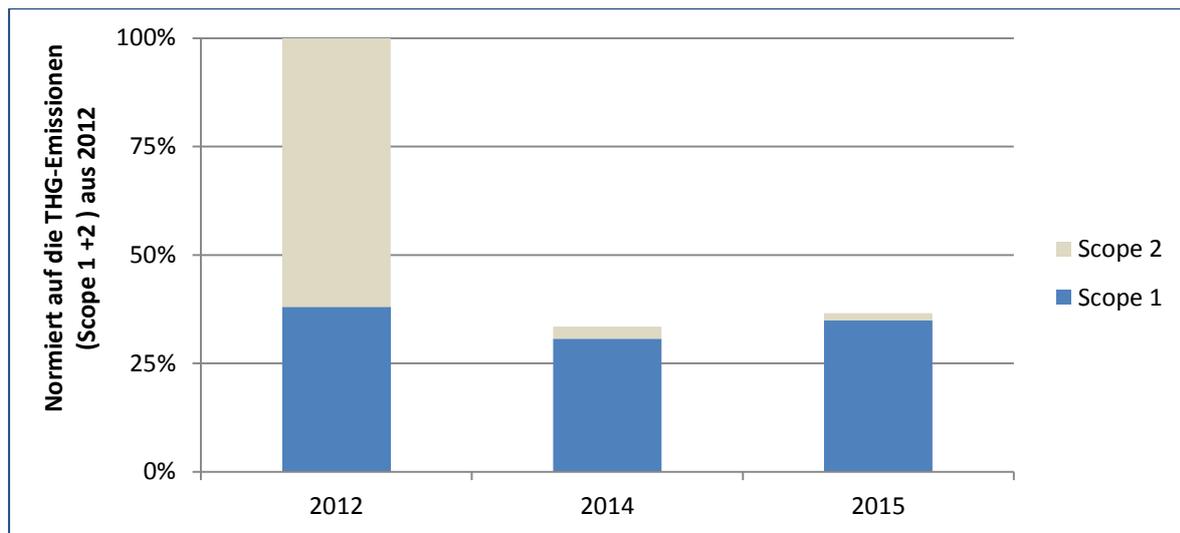


Abbildung 1: Entwicklung der normierten THG-Emissionen in Scope 1 und 2 ohne Fernwärme

## 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 2015 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 der Tabelle 64 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. Zusätzlich sind über eine interne schriftliche Befragung der Mitarbeitenden durch die Stadtwerke die Entfernungen zwischen Wohn- und Arbeitsort sowie das genutzte Verkehrsmittel einschließlich Antriebsart erfasst worden, um den die An- und Abfahrten der Mitarbeitenden abzubilden. 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<sub>2</sub>e-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.



## 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](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.
- Augustin, Dirk (2013): Datenerfassung für die Biogasanlage Rosdorf. Göttingen, 09.09.2013. Mündliche Mitteilung an Meike Schmehl. Notiz.
- Augustin, Dirk (2016): Datenerfassung für die Biogasanlage Rosdorf. Göttingen, 24.05.2016. Schriftliche Mitteilung an Tobias Lühn. Email.
- Bundesverband der deutschen bioethanolwirtschaft e.V. (BDB) (2016): Umrechnungswerte für Biokraftstoffe, Formeln im Bioethanolalltag, Umrechnungsformeln für Biokraftstoffe. Bundesverband der deutschen bioethanolwirtschaft e.V., zuletzt geprüft am 03.06.2016.
- DECC (2016): UK Government conversion factors for Company Reporting. Department of Energy & Climate Change.
- DEFRA (2016): Greenhouse gas conversion factors. Department for Environment Food & Rural Affairs. Online verfügbar unter <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/>, zuletzt geprüft am 16.05.2016.
- 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 14044 (2006): Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitung (ISO 14044:2006). Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN). 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. (DIN). 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. (DIN). Berlin.
- DIN EN ISO 14040 (2006): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006). Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN). Berlin.

Ecoinvent (2015): Ecoinvent v3.2. Hg. v. Swiss Centre for Life Cycle Inventories (Ecoinvent). St. Gallen.

Friehe, J.; Schattauer, A.; Weiland, P.: Leitfaden Biogas. Von der Gewinnung zur Nutzung. 5., vollst. überarb. Aufl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow-Prüzen (Biogasportal.info).

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.

Haenel, Hans-Dieter; Rösemann, Claus; Dämmgen, Ulrich; Freibauer, Annette; Döring, Ulrike; Wulf, Sebastian et al. (2016): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2014. Report on methods and data (RMD) submission 2016. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen Report, 39).

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

Hennecke, Thomas; Löchter, Andreas (2016): Grundlagenbericht zum UmweltMobilCheck. Deutsche Bundesbahn. Berlin. Online verfügbar unter [http://www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit/oekologie/umweltschutz\\_interaktiv\\_n/umweltanwendungen/10396978/umweltmobilcheck.html](http://www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit/oekologie/umweltschutz_interaktiv_n/umweltanwendungen/10396978/umweltmobilcheck.html).

Icha, Petra: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix. Unter Mitarbeit von Gunter Kuhs. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

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

IINAS (2016): Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.94. Hg. v. Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS). Darmstadt.

IPCC (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Online verfügbar unter <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, zuletzt geprüft am 06.02.2014.

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.

KTBL (2013): KTBL-Biogasrechner. Hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL). Darmstadt (Kalkulationsdaten). Online verfügbar unter <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do>.

Liebetrau, J.; Clemens, J.; Cuhls, C.; Hafermann, C.; Friehe, J.; Weiland, P.; Daniel-Gromke, J. (2010): Methane Emissions from Biogas-Producing Facilities within the Agricultural Sector. In: *Engineering in Life Sciences* 10 (6), S. 295–599.

Lühn, Tobias; Schmehl, Meike; Geldermann, Jutta (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, Tobias; Schmehl, Meike; Geldermann, Jutta (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.

LWK Nds. (2013): Nährstoffgehalte in organischen Düngern. Hg. v. Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK Nds.). Oldenburg. Online verfügbar unter [http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/340,naehrstoffgehalte\\_in\\_mineralischen\\_duengern~pdf.html](http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/340,naehrstoffgehalte_in_mineralischen_duengern~pdf.html), zuletzt geprüft am 24.05.2014.

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; Wulf, Sebastian; Eurich-Menden, Brigitte et al. (2015): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2013. Report on methods and data (RMD) submission 2015 = Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2013 : Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen Report, 27).

Schmehl, Meike; Lühn, Tobias; Geldermann, Jutta (2013): Basisstudie 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.

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

Stadtwerke Göttingen AG (2016): Angaben zum Leitungsnetz (Stand 31.12.16). Online verfügbar unter <http://www.stadtwerke-goettingen.de/netzbereich/leitungsnetz/>, zuletzt geprüft am 15.06.2016.

TÜV Süd (2015): Zertifizierung der Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien. Version 07/2015. München.

WBCSD; WRI (2004): The greenhouse gas protocol. A corporate accounting and reporting standard. Geneva, Switzerland, Washington, DC.

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 (WBCSD) und World Resource Institute (WRI). Geneva, Switzerland, Washington, DC.

Wiedemann, Helmut K. (2005): Kohlenstoffdioxidemissionen von gasbetriebenen Personenkraftfahrzeugen mit allgemeiner Betriebserlaubnis oder EU-Typgenehmigung. Hg. v. TÜV Saarland. Sulzbach.

Wieser, Manuela; Kurzwell, Agnes (2004): Emissionsfaktoren als Grundlage für die österreichische Luftschadstoff-Inventur. Umweltbundesamt Österreich. Wien. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/BE254.pdf>, zuletzt geprüft am 17.09.2013.

## 8. ANHANG

## 8.1 EMISSIONSFAKTOREN DER BAHNFAHRTEN

Tabelle 65: Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten

Zielort	THG-Emissionen [kg CO <sub>2</sub> e/Fahrt]			Anzahl der Dienstfahrten		
	2012	2014	2015	2012	2014	2015
Alsfeld	19,2	-	-	1	-	-
Bad Dürkheim	29,6	-	-	1	-	-
Bad Emstal	6,20	-	-	-	-	-
Basthorst	-	-	10,8	-	-	1
Bensberg	31,6	-	-	1	-	-
Berlin	30,2	26,4	6,6	32	17	19
Bonn	34,4	32,8	-	1	1	-
Bottrop	27,0	-	-	-	-	-
Braunschweig	12,6	20,6	2,2	1	2	1
Bremen	16,2	16,2	3,8	3	5	7
Burg (Magdeb.)	-	-	4	-	-	2
Chemnitz	59,8	-	-	1	-	-
Darmstadt	24,4	-	-	1	-	-
Delmenhorst	-	-	-	-	-	-
Dortmund	23,2	-	5,6	1	-	1
Dresden	48,8	55	-	1	2	-
Düsseldorf	29,0	29	7	2	1	1
Erfurt	24,6	23,8	21,4	3	2	3
Essen	25,8	25,8	6	2	2	4
Ettlingen	29,0	-	-	1	-	-
Flensburg	-	-	-	-	-	-
Frankental	25,6	-	-	1	-	-
Frankfurt (Oder)	-	39,8	-	-	7	-
Frankfurt a.M.	21,8	14,8	2,8	23	4	10
Friedberg	-	-	-	-	-	-
Fulda	10,8	-	-	1	-	-
Gelnhausen	-	-	-	-	-	-
Gelsenkirchen	-	27,2	-	-	1	-
Gießen	15,6	15,6	-	1	2	-
Gifhorn	18,2	-	-	-	-	-
Gotha	-	-	18	-	-	1
Hamburg	20,2	18,6	4,6	11	13	6
Hamm	-	20,8	-	-	1	-
Hanau	-	16,4	3,8	-	1	1
Hannover	9,60	-	-	-	-	-
Flughafen						
Hannover	8,20	8,2	2,2	32	44	45
Heidelberg	30,0	23,0	-	1	3	-
Hildesheim	16,6	6,0	1,62	1	8	4
Hochheim	62,4	-	-	1	-	-
Karlsruhe	-	-	-	-	-	-
Kassel	4,40	4,0	1,06	9	1	5
Kiel	38,6	-	6	2	-	3
Köln	29,6	28,6	6,6	4	1	3

Tabelle 65: Emissionsfaktoren der Bahnfahrten und Anzahl der Dienstfahrten (Fortsetzung)

Zielort	THG-Emissionen [kg CO2e/Fahrt]			Anzahl der Dienstfahrten		
	2012	2014	2015	2012	2014	2015
Lübeck	27,0	-	10,8	1	-	1
Leipheim	50,6	-	-	1	-	-
Leipzig	37,0	34,8	6,4	3	1	1
Lübeck-Trave.	37,0	31,8	21	3	12	4
Lüneburg	16,8	-	-	1	-	-
Magdeburg	18,6	-	-	1	-	-
Mainz	-	20,8	-	-	3	-
Mainz-Kast.	27,0	-	-	-	-	-
Mannheim	23,4	20,4	-	4	2	-
Marburg	12,8	12,8	-	1	1	-
Melle	-	-	-	-	-	-
Mellendorf	10,6	-	-	2	-	-
Meschede	22,2	-	-	2	-	-
Moers	-	-	9	-	-	1
München	40,0	37,6	-	1	1	-
Münster	26,8	-	-	1	-	-
Neu-Isenburg	18,8	-	-	1	-	-
Nürnberg	-	-	6,4	-	-	2
Oelde	-	-	-	-	-	-
Offenbach	-	-	5,4	-	-	2
Osnabrück	20,4	-	-	2	-	-
Osterholz	-	-	-	-	-	-
Paderborn	-	21,0	-	-	1	-
Potsdam	-	31,0	10,6	-	2	2
Rheinsberg	-	44,2	-	-	1	-
Saabbrücken	-	-	-	-	-	-
Schweinfurt	-	-	-	-	-	-
Schwerin	36,2	28,2	-	1	1	-
Stade	-	-	11,8	-	-	1
Stein	-	-	-	-	-	-
Stuttgart	-	31,0	-	-	1	-
Tutzing	-	49,4	-	-	1	-
Ulm	42,8	-	7,8	2	-	3
Velbert	-	27,8	-	-	1	-
Verden	-	16,2	-	-	1	-
Walsrode	-	20,6	-	-	2	-
Wettenberg	18,8	-	-	2	-	-
Wiesbaden	22,4	19,8	7,2	-	1	12
Wolfsburg	-	-	2,6	-	-	1
Würzburg	18,2	18,6	4,6	1	2	6
Zürich	-	-	-	-	-	-

## 8.2 VERWENDETE EMISSIONFAKTOREN

Tabelle 66: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren

Prozess	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e]			Bezugsgröße
	2012	2014	2015	
Energieträgerbereitstellung				
Erdgas aus Hochdruckleitung		0,030		[kWh]
Heizöl, ab Regionallager		0,039		[kWh]
Diesel, ab Tankstelle		0,476		[l]
Benzin, ab Tankstelle		0,553		[l]
Biogas		0,040		[kWh]
Biomethan		0,090		[kWh]
Bereitstellung von Ausgangsmaterialien und -stoffen				
Grund- und Oberflächenwasser		0,000		[kWh]
Papier		0,885		[kg]
Gasodor® S-Free*		2,44		[kg]
Schmieröl		0,320		[l]
Konversion von fossilen Energieträgern				
Erdgas		0,202		[kWh]
Erdgas, klimaneutral		0,000		[kWh]
Heizöl, leicht		0,266		[kWh]
Diesel		2,401		[l]
Benzin		2,302		[l]
CNG		2,844		[kg]
CNG, klimaneutral		0,000		[kg]
Bereitstellung von Energieprodukten				
SWG Strom		0,003		[kWh]
Wärme aus Gasheizung		0,270		[kWh]
Stromerzeugung				
Strommix Deutschland (Scope 2)	0,467	0,477	0,472	[kWh]
Strommix Deutschland (inkl. Scope 3)	-	0,569	0,569	[kWh]
Wasserkraft (klein)		0,007		[kWh]
Konv. Strom		0,642	0,642	[kWh]
E.ON-Standardstrom	0,352	-	-	[kWh]
Bereitstellung von Produkten durch die Stadtwerke Göttingen AG				
Erdgas	0,030	0,030	0,030	[kWh]
Fernwärme – HKW Godehardstraße	0,146	0,118	0,101	[kWh]
Solarkollektor (Wärme)		0,039		[kWh]
Strom aus Photovoltaik-Anlage		0,094		[kWh]
CNG	1,510	0,420	0,410	[kg]
Trinkwasser	0,100	0,014	0,010	[m <sup>3</sup> ]

Tabelle 66: Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren (Fortsetzung)

Prozess	Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e]			Bezugsgröße
	2012	2014	2015	
Güter- und Personentransport				
PKW, Benzin	0,211	0,211	0,217	[P.km]
PKW, Diesel	0,182	0,182	0,180	[P.km]
PKW, CNG	0,204	0,204	0,112	[P.km]
Bus, Diesel		0,051		[P.km]
PKW, LPG		0,193		[P.km]
Bahn, Nahverkehr		0,052		[P.km]
Motorrad		0,097		[P.km]
LKW, Diesel		0,081		[t.km]
Abfallentsorgung				
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		0,048		[kg]
Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung		0,123		[kg]
Eisen und Stahl		0,058		[kg]
Kabel		0,913		[kg]
Restmüll		0,520		[kg]
Papier, Pappe, Kartonagen		0,022		[kg]
Leuchtstoffröhren		0,005		[kg]
Öliges Wasser aus Öl- und Wasserabscheider		1,688		[kg]
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle		0,213		[kg]
Aluminium		0,022		[kg]
Lösemittel und Lösemittelgemische		1,950		[kg]
Nichtchlorierte Maschinen- und Getriebe und Schmieröle auf Mineralölbasis		2,847		[kg]
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle		0,012		[kg]
Holz		0,011		[kg]
Sieb- und Rechenrückstände		-		[kg]
Gefährliche Bestandteile enthaltene gebrauchte Geräte		-		[kg]
Andere Emulsionen (HKW Abgasreinigung)		-		[kg]
Bleibatterien		1,252		[kg]
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten		-		[kg]
Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe		-		[kg]

8.3 CO<sub>2</sub>E-BILANZ DES ENTSORGUNGSBEREICHSTabelle 67: CO<sub>2</sub>e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts<sup>1)</sup>

Verwaltungsstandort		2012	2014	2015	Änderungen 2015 zu	
					2012	2014
<b>Scope 3 Downstream</b>	[kg CO <sub>2</sub> e]	<b>28.978,00</b>	<b>57.516,70</b>	<b>29.270,36</b>	<b>+1,0%</b>	<b>-49,1%</b>
Stoffliche Abfallentsorgung	[kg CO <sub>2</sub> e]	28.883,00	57.260,97	<b>29.128,30</b>	+1,0%	-49,1%
Restmüll	[kg CO <sub>2</sub> e]	5.700,00	5.939,40	5.928,00		
Papier, Pappe, Kartonage	[kg CO <sub>2</sub> e]	274,00	260,80	228,80		
Biomüll	[kg CO <sub>2</sub> e]	93,00	17.220,00	745,50		
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	8,00	-		
Eisen und Stahl	[kg CO <sub>2</sub> e]	2.022,00	1.558,20	2.743,40		
Kabel	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	261,30	-		
Holz	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	23,27	-		
Schlämme aus Abfallbehandlung	[kg CO <sub>2</sub> e]	10,00	-	-		
Schlämme aus Öl- und Wasserabscheidern	[kg CO <sub>2</sub> e]	30,00	-	-		
Lösemittel, Lösemittelgemische	[kg CO <sub>2</sub> e]	1.584,00	-	-		
Aufsaug- und Filtermaterialien	[kg CO <sub>2</sub> e]	75,00	137,20	123,00		
Sieb- und Rechenrückstände	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	k.A.	k.A.		
Andere Emulsionen	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	k.A.	-		
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	k.A.	k.A.		
nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle	[kg CO <sub>2</sub> e]	19.095,00	31.852,80	19.359,60		
Bleibatterien	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	125,17		
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	k.A.		
Boden und Steine ohne 170503	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	k.A.		
Transport Abfallentsorgung	[kg CO <sub>2</sub> e]	95,00	255,73	142,06	+49,5%	-44,4%
Restmüll	[kg CO <sub>2</sub> e]	2,74	2,77	2,77		
Papier, Pappe, Kartonage	[kg CO <sub>2</sub> e]	2,19	2,64	1,68		
Biomüll	[kg CO <sub>2</sub> e]	0,74	1,02	0,85		
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	0,21	-		
Eisen und Stahl	[kg CO <sub>2</sub> e]	5,39	5,15	7,66		
Kabel	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	0,05	-		
Holz	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	1,56	-		
Schlämme aus Abfallbehandlung	[kg CO <sub>2</sub> e]	0,40	-	-		

<sup>1)</sup> k.A.: Es lag kein geeigneter Emissionsfaktor vor.

Tabelle 67: CO<sub>2</sub>e-Bilanz für den Entsorgungsbereich des Verwaltungsstandorts (Fortsetzung)

Verwaltungsstandort		2012	2014	2015	Änderungen 2015 zu	
					2012	2014
Schlämme aus Öl- und Wasser-abscheidern	[kg CO <sub>2</sub> e]	1,20	-	-		
Lösemittel, Lösemittelgemische	[kg CO <sub>2</sub> e]	6,14	-	-		
Aufsaug- und Filtermaterialien	[kg CO <sub>2</sub> e]	0,08	0,23	0,16		
Sieb- und Rechenrückstände	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	31,86	50,63		
Andere Emulsionen	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	81,22	-		
Gebrauchte Geräte mit gefährlichen Bestandteilen	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	0,19	0,08		
nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle	[kg CO <sub>2</sub> e]	76,11	128,82	78,21		
Bleibatterien	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	0,02		
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	8,12		
Boden und Steine mit Ausnahme der die gefährliche Stoffe enthalten	[kg CO <sub>2</sub> e]	-	-	1733,4		

<sup>1)</sup> k.A.: Es lag kein geeigneter Emissionsfaktor vor.

## 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 Treibhausgasen“. 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