

Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität – Herausforderungen und Lösungsansätze

Norbert Jardin, Dieter Thöle, Max Weißbach, Essen

1 Einleitung

Das „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) hat in seinen Sachstandberichten schon vor mehr als 20 Jahren die Emission klimarelevanter, anthropogen verursachter Treibhausgase als den wesentlichen Treiber der Klimaerwärmung identifiziert. In der Folge wurden in einem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen („Kyoto-Protokoll“) sieben relevante Treibhausgase benannt, für die verbindliche Emissionszielwerte in den Industrieländern festgelegt wurden. Darin hat sich die EU zunächst für die erste Periode bis 2012 verpflichtet, eine 8%ige Minderung gegenüber dem Basisjahr 1990 zu erreichen, um mit Verlängerung des Kyoto-Protokolls im Jahr 2012 eine 20%ige Reduktion bis zum Jahr 2020 anzustreben. Auf der 21. UN-Klimakonferenz im Jahr 2015 in Paris wurde ein Klimaabkommen aller Länder beschlossen, in dem die globale Erwärmung auf deutlich unter 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, möglichst 1,5°C, vorgesehen ist. Statt bindende Ziele für einzelne Staaten in dem Abkommen festzulegen, haben 186 Länder freiwillige Selbstverpflichtungserklärungen vorgelegt.

Der European Green Deal der EU aus dem Jahr 2020 sieht schließlich eine Netto-Treibhausgasneutralität zum Jahr 2050 bei Minderung relevanter Treibhausgase von 55% bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 1990 und eine durchgängige Berücksichtigung dieser Ziele in allen Politikfeldern vor. Das neue deutsche Klimaschutzgesetz vom April 2021 setzt als Rahmen für den Klimaschutz in Deutschland eine 65%ige Minderung bis zum Jahr 2030 und eine 88%ige Minderung bis zum Jahr 2040 fest. Dabei darf Deutschland bereits ab Jahr 2045 nur noch so viel Treibhausgase emittieren, wie durch Einbindung von Kohlenstoff z.B. in Wäldern wieder abgebaut werden („Netto-Treibhausgasneutralität“).

Die Bundesländer haben sich in eigenen Klimaschutzgesetzen (z.B. Klimaschutzgesetz NRW im Jahr 2013) konkrete Ziele für die Reduktion von Treibhausgasen gesetzt. Viele Kommunen haben in der Folge in den vergangenen Jahren Klimaschutzpläne aufgestellt.

Auch Unternehmen und Organisationen sind aufgefordert, Verantwortung für ihre eigenen Emissionen zu übernehmen und diese in den nächsten Jahrzehnten zu reduzieren.

2 Nationaler Inventarbericht

Die Berichterstattung auf **nationaler Ebene** erfolgt mit Hilfe des Nationalen Inventarberichts, der jährlich vom Umweltbundesamt erstellt, vom Expertenrat für Klimafragen hinsichtlich der Konsistenz der Methodik und Ergebnisse der Daten bestätigt und im Folgejahr, d.h. z.B. im April 2022 für das Berichtsjahr 2020 als offizieller Inventarbericht für die Berichterstattung unter der Klimakonvention abgeschlossen wird.

Der Nationale Inventarbericht (UBA, 2021) enthält eine detaillierte Beschreibung und Darstellung der Quellen der Treibhausgasemissionen Deutschlands gegliedert in die Sektoren CRF 1 bis CRF 6 (Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Landnutzung/Landnutzungsänderung/Forstwirtschaft, Abfall/ Abwasser, Andere). Der Anteil der Abwasserbehandlung (CRF Sektor 5.D) hat mit 0,936 Mio. t CO_{2-eq}/a nur einen Anteil von ca. 10% im CRF Sektor 5 Abfall und Abwasser mit 9,2 Mio. t CO_{2-eq}/a, der wiederum gegenüber einem CRF Sektor 1 Energie mit 700 Mio. t/CO_{2-eq}/a gering ist.

Die kommunale Abwasserbehandlung findet sich im CRF Sektor 5.D.1 und quantifiziert in diesem Abschnitt ausschließlich die Methan- und Lachgasemissionen. Zur Berechnung der Emission wird die so genannte „Activity rate“ (AR) mit einem spezifischen Emissionsfaktor (EF) multipliziert, der sich aus Default Vorgaben des IPCC, Messungen oder einer länderspezifischen Abschätzung ergibt. Die direkte Lachgasemission kommunaler Kläranlagen wird beispielweise wie folgt berechnet:

$$N_2O_{PLANTS} = P \cdot T_{PLANT\ DENI} \cdot F_{IND-COM} \cdot EF_{PLANT}$$

wobei

N_2O_{PLANTS} = Gesamte jährliche N₂O-Emission der Anlagen in kg N₂O/Jahr

P = Bevölkerung

$T_{PLANT\ DENI}$ = Grad der Nutzung moderner zentraler Kläranlagen mit Denitrifikation

$F_{IND-COM}$ = Anteil des industriellen/kommerziellen mit dem Abwasser entsorgten Proteins, Default-Wert =1,25

EF_{PLANT} = 3,2 g N₂O/Person x Jahr

Für die Berichterstattung auf nationaler Ebene können somit die Daten des statistischen Bundesamtes zur Bevölkerungszahl („AR“) mit einem spezifischen Emissionsfaktor („EF“) verbunden werden.

Die indirekten Lachgasemissionen im Gewässer werden aus der Stickstoffablauffracht der Kläranlagen in Verbindung mit einem spezifischen Default-Emissionsfaktor von 0,005 kg N₂O/kg N errechnet. Die Stickstoffablauffracht der Kläranlagen wird über einige Faktoren (z.B. Eliminationsleistung der Kläranlagen Deutschlands) und den Protein-Pro-Kopf-Verbrauch und damit wiederum über die Bevölkerungszahl errechnet.

Die Beispiele sollen verdeutlichen, dass die Berechnungsansätze auf nationaler Ebene nicht 1:1 für die Betrachtung auf Unternehmensebene zielführend sind bzw. verfeinert werden können. Bei Kläranlagenbetreibern werden z.B. die eingeleiteten

Stickstofffrachten messtechnisch sehr gut erfasst, so dass Abschätzungen über den Proteinverbrauch präzisiert werden können. Ähnliches gilt für die Stickstoffzulaufmengen und die erreichte Eliminationsleistung. Die spezifischen Emissionsfaktoren liefern allerdings wertvolle Hinweise bei der Analyse der wesentlichen Emissionsbereiche in einem Unternehmen.

Des Weiteren sind die THG-Emissionen eines Unternehmens in unterschiedlichen Sektoren der nationalen Berichterstattung enthalten. So bilanziert der Nationale Inventarbericht im Bereich Abwasserbehandlung lediglich Methan- und Lachgasemissionen, eingesetzte Betriebsmittel und andere Emissionen aus der Tätigkeit eines Abwasserverbands (Strom, fossile Energieträger, Fällmittel, C-Quellen, Transport, Schlammverbrennung, Kapitalgüter etc.) werden in den anderen Sektoren berücksichtigt.

Der Nationale Inventarbericht stellt die Entwicklung der Emissionen in den festgelegten Sektoren nach international vereinbarten Maßstäben im Vergleich zu jährlich sinkenden Jahresemissionsgrenzwerten dar. Er dient der Berichterstattung an die Europäische Union und liefert auf Bundesebene die Ansatzpunkte bei Nichterfüllung der gesetzlich vorgegebenen Ziele, in den einzelnen Sektoren nachzusteuern. Die Instrumente auf nationaler und auf Ebene der Bundesländer sind im Bereich der Gesetzgebung, der Anreize durch Förderprogramme und gezielter Forschungsförderung.

3 Klimaschutzplanung auf Unternehmensebene

3.1 Motivation zur Erstellung eines Klimaschutzplans

Es gibt momentan keine direkten gesetzlichen Vorgaben zum betrieblichen Klimaschutz. Von staatlicher Seite wird aber über Besteuerung (z.B. BEHG - Brennstoffemissionshandelsgesetz), Kopplung staatlicher Kredite/Förderung an Klimaschutzbedingungen (z.B. Förderwettbewerb "Transformationskonzepte" des BMWi) oder freiwillige Selbstverpflichtungen versucht, das Thema auch in Unternehmen zu platzieren.

Als nachhaltig agierendes Unternehmen der Daseinsvorsorge hat die Unternehmensführung des Ruhrverbands die Aufstellung eines Klimaschutzplans und die Erreichung der Klimaneutralität als strategisches Ziel formuliert. Dabei war und ist sehr hilfreich, dass der Ruhrverband bereits vor einigen Jahren ein Energiemanagementsystem nach DIN 50001 etabliert hat, das allerdings nur Teile der Treibhausgasbilanzierung erfasst. Als in starkem Maße durch seine Mitglieder (Kommunen, Industrieunternehmen, Wasserversorger) geprägtes Unternehmen spielt natürlich auch eine Rolle, dass zahlreiche kommunale Mitglieder ihrerseits bereits Klimaschutzkonzepte erstellt haben (u.a. Essen, Bochum, Hagen, Lüdenscheid etc.).

Daneben ist der Ruhrverband selbst in seiner Aufgabenwahrnehmung, insbesondere bei der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung für 4,6 Millionen Menschen von den

Auswirkungen des Klimawandels, unter anderem durch die inzwischen langanhaltende Trockenheit im Ruhreinzugsgebiet, betroffen. Insofern hat er ein eigenes Interesse, die Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen auch durch eigenes Verhalten zu bekräftigen.

Die Erstellung eines Klimaschutzplans schafft Transparenz über die eigene klimabezogene Leistung, fördert das Klima-Bewusstsein im eigenen Unternehmen und erlaubt es, Einsparpotenziale zu identifizieren.

3.2 Kompensation nicht vermeidbarer THG-Emissionen

Ein Unternehmen wird durch seine Tätigkeit Emissionen klimarelevanter Treibhausgase verursachen, die niemals komplett vermieden werden können. Insofern kann eine „Klimaneutralität“ nur erreicht werden, indem neben der Vermeidung und Verminderung auch die Kompensation von THG-Emissionen angesetzt wird. Die Vermeidung und Verminderung durch eigene Maßnahmen hat dabei unbedingt Vorrang. Nur die unvermeidbaren bzw. nur mit hohen Kosten vermeidbaren Emissionen dürfen über eine so genannte „freiwillige Kompensation“ ausgeglichen werden.

Dem Prinzip der Kompensation liegt die Idee zugrunde, dass THG-Emissionen das globale Klima unabhängig vom Entstehungsort beeinträchtigen und vermiedene Emissionen somit ebenso auch unabhängig vom Entstehungsort kompensiert werden können. Daher lassen sich an einer Stelle verursachte Emissionen an anderer Stelle ausgleichen. Die freiwillige Kompensation erfolgt durch Gutschriften aus Klimaschutzprojekten, die eine Reihe von anspruchsvollen Kriterien und Standards erfüllen müssen. So stellt eine freiwillige Kompensation nur dann einen Mehrwert für den Klimaschutz dar, wenn sie der Auslöser für eine zusätzliche Klimaschutzmaßnahme ist d.h., dass die Klimaschutzmaßnahme des Projekts ohne die zu erwartenden Erlöse aus dem Verkauf der Gutschriften nicht stattgefunden hätte. Maßnahmen, die bereits aus sich heraus wirtschaftlich sind und deshalb ohnehin durchgeführt worden wären, kommen somit zur Kompensation nicht in Betracht („Prinzip der Zusätzlichkeit“). Weiter gilt es, eine Doppelzählung zu vermeiden, d.h. dass eine Emissionsminderung an zwei Stellen ausgegeben und in Anspruch genommen wird (vgl. DEHSt, 2021).

3.3 Treibhausgasemissionsinventar eines Unternehmens

Ausgangspunkt eines Klimaschutzplans ist eine Eröffnungsbilanz für das Unternehmen, in dem alle Treibhausgasemissionen durch die Aktivitäten des Unternehmens erfasst werden.

Vor Erstellung der Treibhausgasbilanz sind die organisatorischen Systemgrenzen des Unternehmens festzulegen. Dabei wird gemäß DIN EN ISO 14064-1 unterschieden in den

- Anteilsansatz: Das Unternehmen berichtet im Verhältnis seines Anteils bzw. wirtschaftlichen Interesses oder
- Kontrollansatz: Das Unternehmen berichtet über alle Bereiche zu 100%, auf die es eine Kontrolle ausübt. Die Kontrolle kann entweder operationeller oder finanzieller Art sein.

Da der Anteilsansatz die Existenz einer THG-Bilanz bei den Unternehmen voraussetzt, an denen eine Beteiligung vorhanden ist, bietet sich für den Ruhrverband der Kontrollansatz an.

Als in diesem Sinne relevant sind die 100%igen Tochterunternehmen Lister- und Lennekraftwerke und die Ruhr-Wasserwirtschaftsgesellschaft einzubeziehen. Die in der WFA Elverlingsen GmbH verankerte Schlammverbrennungsanlage mit einer 50%igen Beteiligung wird nicht als Unternehmensteil bilanziert, die bei der Schlammverbrennung eingesetzte Stützfeuerung und die Klärschlammtransporte aber als nachgelagerte Emission berücksichtigt.

Der älteste, auch international etablierte Standard zur THG-Berichterstattung ist der GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (GHG Protocol). Das GHG Protocol definiert klare Anforderungen an Aufbau und Inhalt von Unternehmensberichten und an die Erhebung der darin enthaltenen Kennzahlen. Das GHG-Protocol unterscheidet drei verschiedene so genannte „Scopes“, mit denen verschiedene Emissionsarten voneinander abgegrenzt werden:

- Scope 1: Direkte Emissionen des Unternehmens
- Scope 2: Indirekte Emissionen bei der Erzeugung gekaufter Energie bzw. Energieträger
- Scope 3: Indirekte Emissionen der Lieferkette inkl. vor- und nachgelagerter Emissionen

Die DIN EN ISO 14064-1 „Treibhausgase – Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasemissionen auf Organisationsebene“ ist an das GHG-Protocol angelehnt und kategorisiert die Emission weitergehend.

Um Klimaschutz in einem Unternehmen voranzutreiben, gilt es, zielgerichtete konkrete Maßnahmen zur Emissionsreduktion mit einem möglichst großen Effekt zu

identifizieren. Die Wahrscheinlichkeit einer zügigen Umsetzung steigt mit der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme.

Die Berichterstattung zu Emissionen in den Bereichen Scope 1 und Scope 2 ist für eine Treibhausgasbilanz obligatorisch, wobei die Abschätzung der direkten Emissionen für Kläranlagenbetreiber durchaus eine Herausforderung darstellt. Im Bereich Scope 3 sind eine Vielzahl von vor- und nachgelagerten Unterkategorien, die nach Einstufung ihrer Wesentlichkeit berücksichtigt werden. Als Wesentlichkeitskriterien kommen dabei neben der sehr wichtigen quantitativen Relevanz (Größenordnung) auch die Fähigkeit zur Überwachung und Reduktion (Einflussgrad) der entsprechenden Emission zum Tragen. Weitere Aspekte sind die verbundenen Risiken (gesetzliche Regelungen, Ansehen des Unternehmens), Motivation der eigenen MitarbeiterInnen sowie der Zugang und Qualität der erforderlichen Daten und Informationen.

Für einen Wasserverband sind innerhalb von Scope 3 insbesondere die Unterkategorien „Gekaufte Waren und Dienstleistungen“ (Fällmittel, C-Quelle, etc.), „Produktionsmittel/Anlagegüter“ (Neubau von Kläranlagen, gekaufte Maschinen), „vorgelagerter Transport und Vertrieb“ (bezahlte Frachtdienstleistungen z.B. Klärschlammtransporte zwischen Kläranlagen) und „Abfallaufkommen im Betrieb“ (z.B. Klärschlammverbrennung inkl. Transport) relevant. Unterkategorien wie „Berufsverkehr der Mitarbeiter“ sind hingegen allein aus Datenschutzgründen kaum mit belastbaren Zahlen zu unterfüttern und auch eher gering einzuschätzen.

Es ist offensichtlich, dass Unternehmen hier zu sehr unterschiedlichen Einschätzungen kommen können und Klimabilanzen nicht unbedingt vergleichbar sein müssen, selbst bei ähnlichem Aufgabenumfang oder vergleichbarem Geschäftsfeld.

Ideal ist die direkte Messung der Emissionen bzw. der Aktivierungsdaten, die in Verbindung mit abgesicherten Emissionsfaktoren die Emission errechnen lassen. Während der Bereich Energie (Scope 2) und Betriebsmittelverbrauch (Scope 3, Unterkategorie „gekaufte Waren und Dienstleistungen“) für Wasserwirtschaftsunternehmen relativ präzise beschrieben werden kann, sind die direkten Emissionen (Scope 1) nur mit einer Kombination von Messungen und Modellansätzen abzuschätzen. Wertvolle Hinweise finden sich für Kläranlagen im DWA M-230 (DWA, 2021).

Innerhalb von Scope 3 ist zur Beurteilung der Wesentlichkeit für alle Kategorien die Größenordnung abzuschätzen und die Datenlage (Verfügbarkeit und Qualität) zu beleuchten. Als Faustzahl wird eine Berücksichtigung bei einem Anteil von mehr als 1% der Gesamtemission genannt.

Ein interessanter Punkt ist hier der Umgang mit „Produktionsmitteln und Anlagegütern“ (Geräte, Maschinen, Gebäude, Anlagen und Fahrzeuge), da hier z.B. eine neu beschaffte Schlammmentwässerungszentrifuge mit allen vorgelagerten Emissionen aus der Produktion anzusetzen wäre. Vom Hersteller der Zentrifuge ist abzufragen, wieviel THG-Emission ausgedrückt als CO₂-Äquivalent die Herstellung

der Zentrifuge verursacht hat. Ähnlich wie bei der Abschreibung von Investitionskosten kann die Emission dann über die Lebensdauer abgeschrieben werden.

Ein ähnliches Vorgehen ist bei Neubau von Kläranlagen bzw. Kläranlagenteilen denkbar, verlangt aber während der Bauphase eine möglichst lückenlose Erfassung der Bautätigkeit unter Emissionsgesichtspunkten (Stahleinsatz, verbauter Beton etc.) bzw. abgesicherte spezifische Emissionsfaktoren (z.B. t CO₂-Äquivalent pro m³ Belebungsbeckenvolumen).

Unabhängig von dem ggf. immensen entstehenden Dokumentationsaufwand ergibt sich die Frage, wie diese Informationen bei einer Vergabeentscheidung bzw. Kläranlagenplanung Eingang finden können. Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien in diesen Prozessen ist wichtig, um mit besseren Baustoffen oder weniger klimabelastend produzierten Maschinen eine Emissionsreduktion zu erreichen.

Im Zuge der Verfolgung über die Jahre würde die Gesamtemission durch das fortlaufende Investitionsgeschehen immer weiter ansteigen. Berücksichtigt man zur Vermeidung dieses Effekts die noch nicht „abgeschriebene Emissionen“ aus Investitionen der Vergangenheit, steht man als Betreiber z.B. einer Talsperre mit sehr langer Abschreibungszeit vor der Aufgabe, die Emissionen beim Bau einer Talsperre vor 50 Jahren zu überschlagen. Den unveränderlichen Sockel von Emissionen aus der Vergangenheit aufwändig zu ermitteln und dann bilanziell „mitzuschleppen“ ist wenig zielführend, wenn er keinen Einfluss auf das heutige und zukünftige Emissionsgeschehen ausübt.

Die Berichterstattung und die Festlegung der berücksichtigten Emissionen, insbesondere im Bereich Scope 3, folgt dabei fünf Grundprinzipien:

Relevanz	THG-Inventur gibt Emissionen des Unternehmens sachgerecht (z.B. angemessene Bilanzgrenzen) wieder und bedient den Informationsbedarf der Entscheidungsträger.
Vollständigkeit:	Erfassung und Berichterstattung zu allen THG-Emissionen innerhalb der festgelegten Grenzen.
Konsistenz	Anwendung einer gleichbleibenden Erfassungs- und Bilanzierungsmethodik, um den zeitlichen Verlauf zu verfolgen.
Transparenz	Sachgerechte und kohärente Berichterstattung zu allen relevanten Sachverhalten unter Angabe der getroffenen Annahmen, Daten und der verwendeten Berechnungsmethodik.
Richtigkeit	Keine systematische Über- oder Unterschätzung der THG-Emissionen. Unsicherheiten sind z.B. durch Verfeinerung der Datenerfassung möglichst klein zu halten, um glaubwürdige Ergebnisse zu erzeugen und fundierte Entscheidungen auf dieser Grundlage treffen zu können.

3.4 Implementierung einer Klimaschutzplanung im Unternehmen

Die bestehenden Regelungen unterscheiden sich wesentlich in ihrer Regelungstiefe der Implementierung des Themas Klimaschutz im Unternehmen. So ist in der DIN EN ISO 14064-1 die Gestaltung und Entwicklung von THG-Bilanzen für Organisationen niedergelegt, aber keine Anforderung an ein Managementsystem vergleichbar z.B. zur DIN ISO 50001 Energiemanagementsysteme formuliert. In der Folge ist ein Klimamanagementsystem nach DIN EN ISO 14064-1 nicht zertifizierbar, sondern lediglich die aufgestellte Klimabilanz. Der in Großbritannien entwickelte Standard PAS2060 definiert hingegen auch Instrumente für das Management eines Unternehmens und ist z.B. auch Grundlage einer externen Zertifizierung beim deutschen TÜV-Süd.

Bei der noch zu erstellenden DIN ISO 14068 zum Klimamanagement in Unternehmen wird die britische Norm sicher Einfluss haben. Auch wenn die Fertigstellung der DIN ISO 14068 erst für das Jahr 2023 geplant ist, sind die zu erwartenden Grundelemente sowohl in der britischen Norm als auch in der vergleichbaren Norm zum Energiemanagement ablesbar.

- Kontextanalyse (Stakeholder, Zielgruppe, Zielsetzung)
- Festlegung der operativen Systemgrenzen
- Erstellung eines THG-Inventars nach einem anerkannten Standard (DIN EN ISO 14064-1, GHG-Protocol)
- Entwicklung einer Zeitskala zur angestrebten Emissionsminderung, Management Plan für die kommende Periode (z.B. ein Jahr)
- Verpflichtungserklärung zum Klimaschutz (z.B. Klimaneutralität)
- Reduktionsmaßnahmen und periodische Quantifizierung in einem PDCA-Zyklus (Plan–Do–Check–Act)
- Identifizierung von Kompensationsmaßnahmen (z.B. bei Zielausrichtung „Klimaneutralität“)
- Erklärung zur Leistungserbringung (z.B. Klimaneutralität)

4 Treibhausgasemissionen des Ruhrverbands

In Abbildung 1 ist die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Ruhrverbands dargestellt. Ablesbar sind die Emissionen sowohl gemäß der Kategorisierung der DIN EN ISO 14064-1 als auch in der Einteilung in Scopes gemäß GHG-Protocol. In den vergangenen 10 Jahren ist eine Reduktion von insgesamt 156.100 t CO_{2,eq}/a auf 113.900 t CO_{2,eq}/a zu verzeichnen, die im Wesentlichen auf gesteigerte regenerative Energieerzeugung und -nutzung, verbesserte Stickstoffelimination und geringeren Einsatz von C-Quelle zurückzuführen ist.

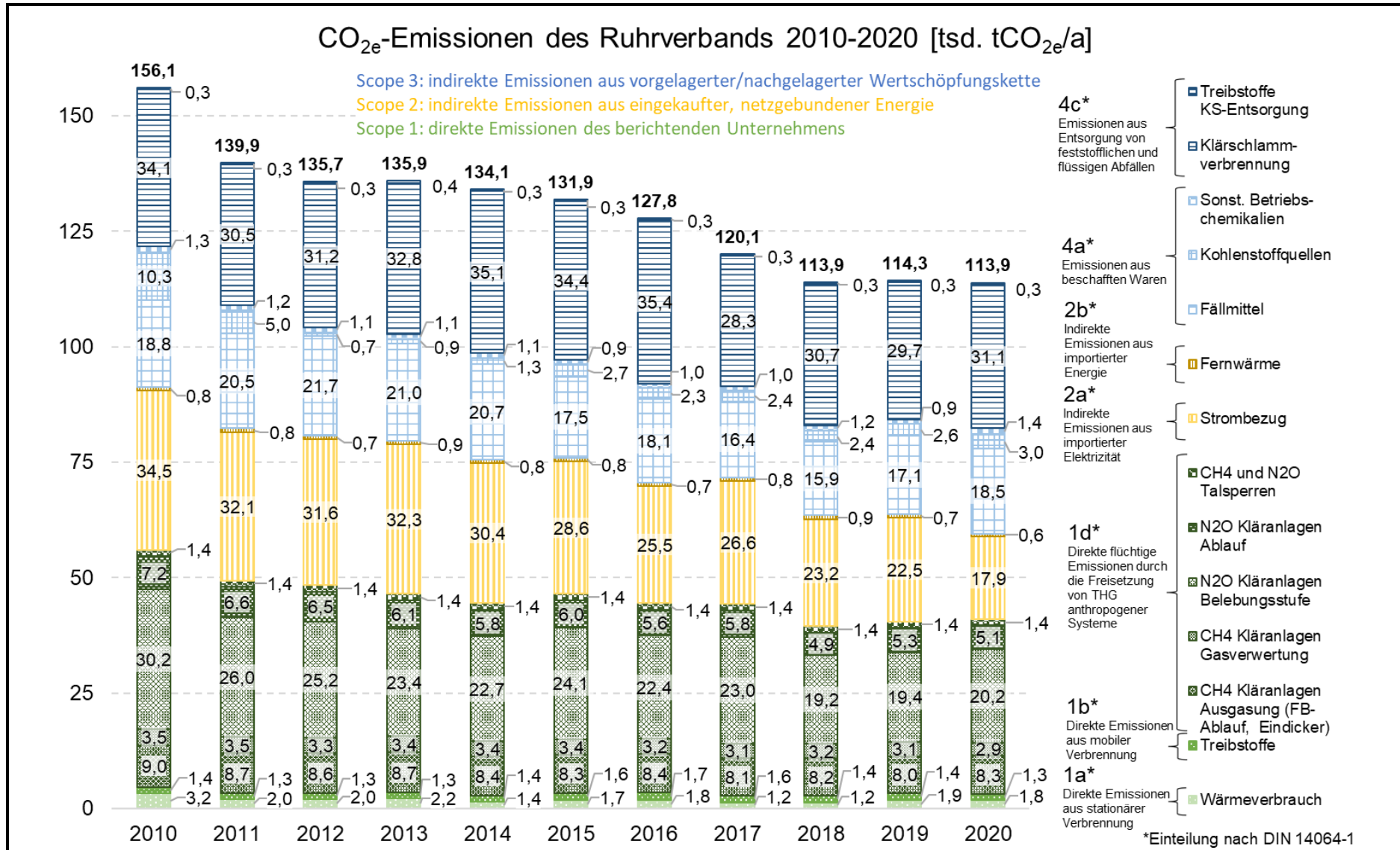


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der klimarelevanten Treibhausgasemissionen beim Ruhrverband (Stand: 06.01.2022)

Das dargestellte Treibhausgasinventar beschränkt sich auf die wesentlichen Emissionen aus dem Betriebsgeschehen an Betriebs- und Verwaltungsstandorten. Die Treibhausgasemissionen aus investiven Maßnahmen (Kategorie „Produktionsmittel und Anlagengüter“) sind hier nicht dargestellt.

Die Abschätzung der direkten THG-Emissionen durch Freisetzung von Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) im Bereich der Kläranlagen inkl. betriebener Schlammplätze zeigt acht wesentliche Quellen, die den Verfahrensebenen Abwasserreinigung, Schlammbehandlung und Gasverwertung zuzuordnen sind (vgl. Tabelle 1). Im Jahr 2020 betrugen die Emissionen aller Anlagen in Summe rd. 37.244 t CO₂-eq/a bei einem Anteil durch Lachgasemissionen von 68 % im Bereich der Abwasserbehandlung. Die Lachgasemissionen in der Belebungsanlage wurden kläranlagenspezifisch unter Berücksichtigung des erreichten Stickstoffeliminationsgrades gemäß DWA-M 230-1 errechnet. Die über den Stickstoffeintrag der Kläranlagen im Gewässer induzierte Lachgasemission wurde analog zum Vorgehen im Nationalen Inventarbericht mit 0,5 % der eingeleiteten Stickstofffracht abgeschätzt und ist mit 5.107 t CO₂-eq/a nicht unerheblich.

Tabelle 1: Übersicht der direkten Treibhausgasemissionen im Bereich Abwasserbehandlung (Bilanzjahr 2020)

Verfahrensebene	Entstehungsort	Wert	Einheit
Abwasserbehandlung	Belebungsanlage	20.226	t CO ₂ -eq/a
	Gewässer (emittierte N-Fracht Ablauf KA)	5.107	t CO ₂ -eq/a
Schlammbehandlung	Schlammzwischenlager*	340	t CO ₂ -eq/a
	Schlammplätze*	430	t CO ₂ -eq/a
	Faulbehälterablauf	1.120	t CO ₂ -eq/a
	Nacheindicker	7.160	t CO ₂ -eq/a
Gasverwertung	Gasleitungs- und Speichersysteme	107	t CO ₂ -eq/a
	Gasverwertung	2.754	t CO ₂ -eq/a
Gesamt	KA inkl. Schlammplätze	37.244	t CO₂-eq/a

*noch nicht in Abbildung 1 enthalten (Abschätzung noch durch Messungen zu verifizieren)

Die wesentlichen Emissionsquellen im Bereich der Schlammbehandlung setzten ausschließlich Methan (CH₄) frei. Sie gliedern sich in Emissionen während der Rohschlammzwischenlagerung inkl. Schlammtransport, der Lagerung auf Schlammplätzen (Lagerzeit > 90 d), der Freisetzung im Ablauf von Faulbehältern und der Restgasentwicklung während der Faulschlammbehandlung (33 Anlagen beim RV). Der größte Teil der CH₄-Emissionen mit 7.160 t CO₂-eq/a ist auf das Restgaspotential im Anschluss an die anaerobe Stabilisierung zurückzuführen (Ausgasung im Nacheindicker). Das Restgaspotenzial verschiedener RV-Schlämme wurde im Labor bezogen auf die eingebrachte oTR-Menge im zeitlichen Verlauf untersucht und anschließend mit Temperaturkorrektur, der organischen Schlammfracht und

Aufenthaltszeit spezifisch auf die einzelnen Nacheindicker der Kläranlagen übertragen. Die Ausgasung von Methan aufgrund der Übersättigung unter atmosphärischen Bedingungen im Vergleich zum Faulraum wurde gemäß DWA-M230-1 ermittelt ($EF=0,02 \text{ kg/m}^3$ mit einem Übersättigungsfaktor von 1,3) und liegt in der Bilanz bei $1.120 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$.

Die übrigen Komponenten der Schlammbehandlung umfassen die Faulschlammzwischenlagerung vor dem Transport zu einer nahegelegenen Schlammbehandlungsanlage mit abgeschätzten ca. $340 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$ sowie die Schlamlagerung auf Schlammplätzen vor einer Entwässerungskampagne ($>90\text{d}$) in einer ähnlichen Größenordnung von $430 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$.

Auf der Ebene der Gasverwertung wurden die größten THG-Emissionen im Bereich der Gasverwertung durch Schlupf in BHKW oder Direktverdichtern freigesetzt. Mit einem angesetzten Schlupf von 1-1,5% der zugeführten Faulgasmenge lassen sich Emissionen in Höhe von $2.754 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$ entsprechend 96 % der Emissionen in diesem Bereich abschätzen.

Die Auswertung bezogen auf die Größenklasse der Kläranlage zeigt aufgrund der Ausstattung größerer Kläranlagen mit einer Faulung und der behandelten Stickstofffracht den Löwenanteil bei den Kläranlagen der Größenklasse 4 und 5.

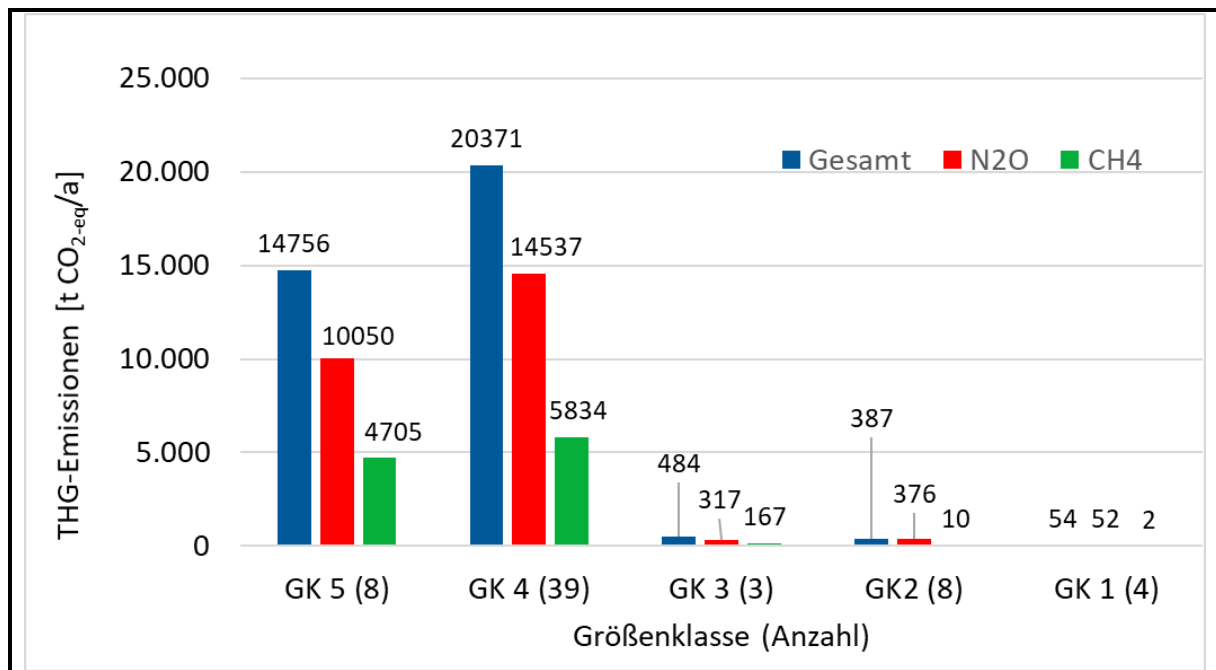


Abbildung 2: Direkte THG-Emissionen (N₂O, CH₄) differenziert nach KA-Größenklasse (Bilanzjahr 2020)

Die Emissionen der Gasverwertung liegen mit Werten von jeweils $4.705 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$ (Größenklasse 5) und $5.834 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}$ (Größenklasse 4) in einer ähnlichen Größenordnung.

5 Beitrag zur Klimaschutzleistung Deutschlands

Schon heute trägt der Ruhrverband zum Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland auch mit seinen anderen Aktivitäten bei.

Wald leistet einen erheblichen Beitrag zu den nationalen Klimaschutzanstrengungen, der sich für Deutschland mit einer bewaldeten Fläche von 11,4 Mio. Hektar auf Gesamtadsorption von insgesamt 127 Mio. t CO₂-eq/a beläuft. Der Ruhrverband bewirtschaftet im Bereich seiner Talsperren insgesamt knapp 3.100 ha forstliche Betriebsfläche. Auf der Datengrundlage der letzten Forstbestanderhebung (Forstbetriebswerk) im Jahr 2014 lässt sich mit dem digitalen Klimarechner des Deutschen Forstwirtschaftsrates eine Klimaschutzleistung des Forstbetriebs und der nachgelagerten Holzverwendung in Höhe von jährlich 16.324 t CO₂-eq/a berechnen. Allerdings sind durch die langanhaltende Trockenheit der Jahre 2018 bis 2020, den Sturm Fredericke im Jahr 2018 und der daraus resultierenden Borkenkäferkalamität ca. 2/3 der Fichtenwälder abgestorben, was die Klimaschutzleistung nahezu halbiert. Die entstandenen Kahlfelder mit einer Größe von ca. 1.100 ha werden in den nächsten Jahren auf der Grundlage des Wiederbewaldungskonzeptes NRW zügig aufgeforstet, so dass ca. im Jahr 2040 die ursprüngliche Klimaschutzleistung dann auch mit klimaresilienten Baumarten wieder erreicht wird.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BHKW, Laufwasserkraftwerke, PV-Anlagen etc.) reduziert den Strombezug des Ruhrverbands und somit die indirekten THG-Emissionen aus bezogener Energie. Darüber hinaus wird insbesondere aus den Laufwasserkraftwerken Strom in das öffentliche Stromnetz abgegeben und damit der Anteil erneuerbarer Energie im Strommix erhöht. Legt man den Emissionsfaktor des Strommix Deutschland zugrunde wird durch die eingespeiste Strommenge „grauer Strom“ mit einer Emission von ca. 3.000 t CO₂-eq pro Jahr verdrängt.

6 Ansatzpunkte zur Reduktion

Das Treibhausgasinventar des Ruhrverbands zeigt die möglichen Ansatzpunkte zur Emissionsreduktion.

Der Bau einer solaren Klärschlamm-trocknungsanlage am Standort der Wirbelschichtfeuerungsanlage erlaubt die Substitution der bei der Stützfeuerung eingesetzten Kohle durch getrockneten Klärschlamm. Mit diesem durch die CO₂-Bepreisung im Brennstoffhandelsemissionsgesetz vor allem von wirtschaftlichen Erwägungen getriebenen Schritt werden die Treibhausgasemissionen um knapp 30% sinken.

Auf den Kläranlagen ergibt sich aus der starken Abhängigkeit der Lachgasemissionen von der Stickstoffeliminationsleistung der Ansatzpunkt zur Betriebsoptimierung mit gleichzeitig positiver Wirkung auf die eingeleiteten Stickstofffrachten. Dabei wird

allerdings eine messtechnische Absicherung des Zusammenhangs zwischen Betriebseinstellung und Emission notwendig sein.

Im Bereich der Schlammbehandlung müssen „Betriebsweisen“ vermieden werden, die das Restgaspotenzial gerade nach einer anaeroben Behandlung aktivieren. Neben der Fassung entstehenden Methans sind die Aufenthaltszeiten in Nacheindickern möglichst gering zu halten. Auch die Schlammzwischenlagerung sollte durch eine effektive Klärschlammlogistik mit umgehender Entwässerung und Transport zur Verbrennungsanlage vermieden werden. Eine stationäre Entwässerung ist damit einer Kampagnenentwässerung mit mobiler Zentrifuge im Hinblick auf THG-Emissionen vorzuziehen.

Technologien zur Vakuummentgasung ermöglichen nach Herstellerangaben einen effektiven Entzug des im Schlammwasser gelösten Methans und versprechen positive Effekte auf die Entwässerungsleistung. Der Ruhrverband bestimmt derzeit für alle Kläranlagen die gewinnbare Menge Methan über Laboruntersuchungen und möchte davon ausgehend den Einsatz einer Vakuummentgasung in einer technischen Anlage testen.

Nicht zuletzt die weitere Steigerung der Eigenversorgung durch regenerative Stromeigenerzeugung soll die Emissionen des Ruhrverbands (derzeit 17.900 t CO₂-eq pro Jahr durch externen Strombezug) substanziell reduzieren.

7 Fazit

Grundsätzlich steht die Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung im Vordergrund. Eine zertifizierbare Klimaneutralität ist nur mit freiwilligen Kompensationsmaßnahmen erreichbar, die an anspruchsvolle Kriterien geknüpft sind.

Die Zusammenstellung der klimarelevanten Treibhausgasemissionen des Ruhrverbands weist als relevante Bereiche für Klimaschutzmaßnahmen neben der Stützfeuerung bei der Klärschlammverbrennung insbesondere die Abwasser- und Schlammbehandlung auf den Kläranlagen aus. Die noch vielfach vorgenommenen Abschätzungen sind dabei in den kommenden Jahren über ergänzende Messungen zu verifizieren und abzusichern. Im Bereich der Belebungsanlagen kann auf dieser Grundlage durch eine bessere Verknüpfung konkreter Betriebseinstellungen und -situationen mit den resultierenden Lachgasemissionen über eine zielgerichtete Betriebsoptimierung eine relevante Reduktion erreicht werden.

Insgesamt soll das Thema Klimaschutz durch verschiedene schon aus dem Energiemanagement bekannte Instrumente (MA-Schulung, PDCA-Zyklus, Planungsvorgaben, Zielvereinbarungen etc.) im Unternehmen zukünftig stärker verankert werden.

Literatur

- BEHG – Brennstoffemissionshandelsgesetz: Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen vom 12. Dezember 2019, BGBl. I S.2728 Stand: geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 03. November 2020, BGBl. I S.2291
- DIN EN ISO 14064-1 (2019): Treibhausgase – Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene (ISO 14064-1:2018), Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14064-1:2018
- DWA (2021): Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Merkblatt DWA-M 230-1, Treibhausgasemissionen bei der Abwasserbehandlung – Teil 1: Direkte Treibhausgasemissionen – Messen und Bewerten (Gelbdruck). DWA: Hennef.
- DWA (2021): Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Merkblatt DWA-M 230-2, Treibhausgasemissionen bei der Abwasserbehandlung – Teil 2: Motivation und Vorgehen bei der Erstellung von CO₂e-Bilanzen (Gelbdruck). DWA: Hennef
- DEHSt (2021): „Freiwillige Kompensation“, https://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte-Seeverkehr/Freiwillige-Kompensation/freiwillige-kompensation_node.html
- PAS 2060 (2014): Specification for the assessment of life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, British Standard Institution (BSI), Frankfurt am Main
- UBA (2021): Climate Change - Nationaler Inventarbericht Deutschland 2021; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_cc_43-2021_nir_2021_1.pdf
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)/World Resources Institute (WRI). “Greenhouse Gas Protocol, Corporate Accounting and Reporting Standard”, April 2004

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin
Dr.-Ing. Dieter Thöle
Dr.-Ing. Max Weißbach
Ruhrverband
Kronprinzenstraße 37
45128, Essen
E-Mail: nja@ruhrverband.de
dth@ruhrverband.de
dws@ruhrverband.de