



Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität – Herausforderungen und Lösungsansätze

Dr.-Ing. Dieter Thöle, Dr.-Ing. Max Weißbach, Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin

10.03.2022

1

Benennung sieben relevanter Treibhausgase als Treiber der Klimaerwärmung im „Kyoto Protokoll“, Emissionszielwerte für Industrieländer in zwei Perioden (8%ige Minderung bis zum Jahr 2012 bzw. 20%ige Minderung bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990)

2

21. UN-Klimakonferenz (2015): Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, möglichst 1,5 °C

3

European Green Deal (2020): Treibhausgasneutralität zum Jahr 2045 bei Minderung relevanter Treibhausgase von 55% bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 1990

4

Klimaschutzgesetz (2021): Deutschland darf ab dem Jahr 2045 nur noch so viel Treibhausgase emittieren, wie durch Einbindung von Kohlenstoff z.B. in Wäldern wieder abgebaut werden („Netto-Treibhausgasneutralität“)

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen⁸

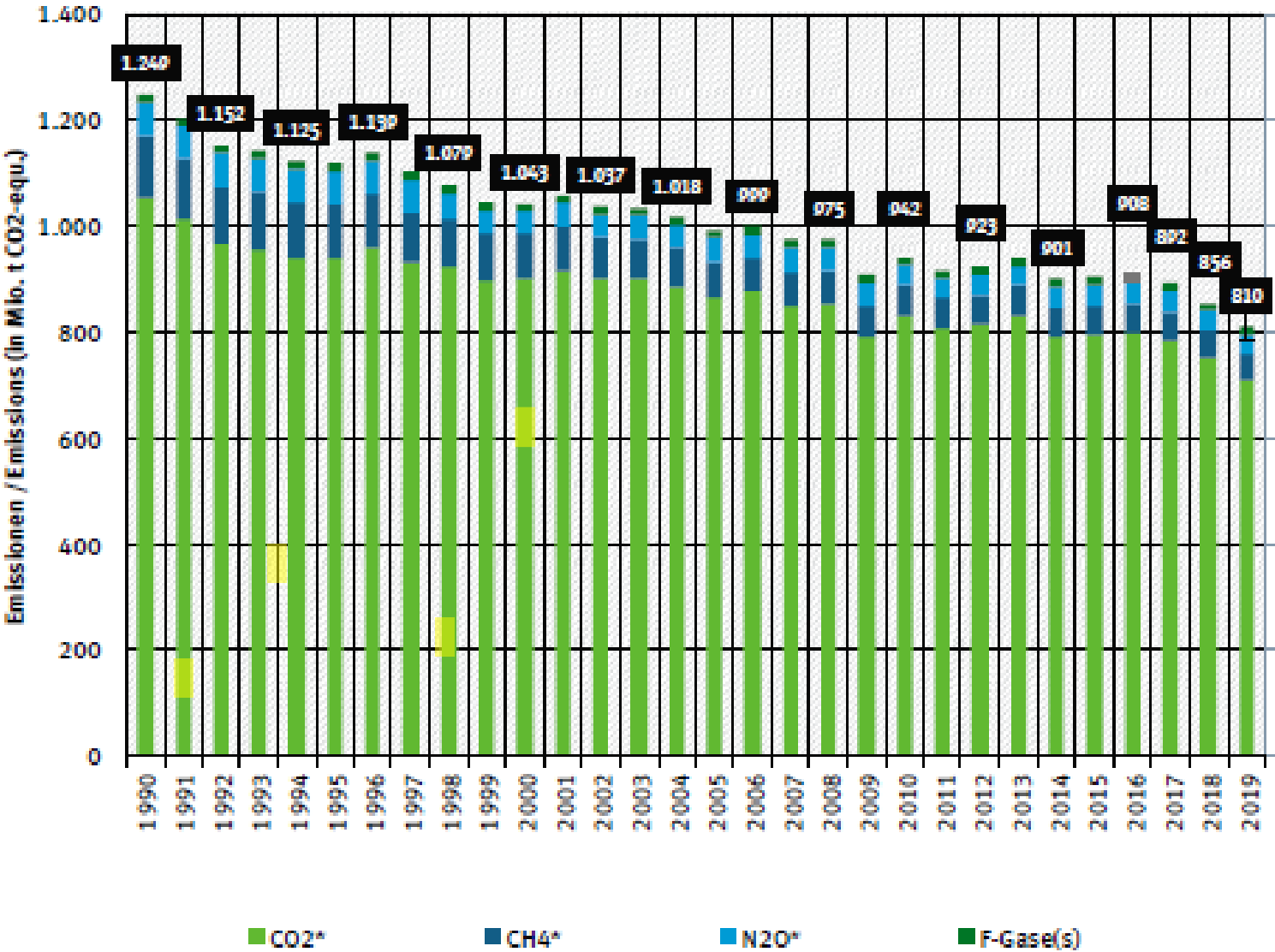


Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie

Emissions Trends	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	(kt)													
CO ₂ emissions (without LULUCF)	1.052.477	938.968	899.852	866.697	832.949	809.217	813.985	831.454	792.588	795.610	800.687	785.883	754.112	711.428
Net CO ₂ emissions/removals	1.074.783	902.697	876.761	863.715	820.112	797.191	793.061	810.768	768.329	773.018	777.359	762.063	732.417	691.623
CH ₄ (without LULUCF)	117.807	103.447	86.739	67.889	57.608	56.513	57.237	56.564	55.395	55.094	53.793	53.168	51.359	49.271
CH ₄ (with LULUCF)	119.467	105.102	88.394	69.558	59.404	58.348	59.078	58.410	57.246	56.953	55.656	55.032	53.325	51.146
N ₂ O (without LULUCF)	64.897	61.048	42.727	43.760	37.002	37.117	37.502	37.738	38.599	38.432	38.238	37.607	35.808	35.122
N ₂ O (with LULUCF)	65.792	61.945	43.608	45.059	38.246	38.391	38.810	39.081	39.977	39.850	39.635	39.024	37.251	36.588
F-Gases sum (CO ₂ equi.) 1995 base year	13.395	17.092	13.293	14.184	14.247	14.427	14.618	14.663	14.674	15.126	15.250	15.417	14.611	13.978
Total Emissions without LULUCF (CO ₂ equi.)	1.248.577	1.120.555	1.042.612	992.530	941.805	917.274	923.342	940.420	901.255	904.262	907.968	892.076	855.890	809.799
Total Emissions/Removals with LULUCF (CO ₂ equi.)	1.273.439	1.086.836	1.022.056	992.515	932.008	908.357	905.567	922.922	880.226	884.946	887.900	871.536	837.605	793.335
Emission source and sink categories	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
	(kt)													
1. Energy	1.036.998	917.794	870.228	832.308	801.528	777.704	784.607	801.910	761.932	766.896	769.782	751.229	720.536	677.361
2. Industry	96.833	98.539	77.835	75.654	62.599	62.530	61.622	61.387	61.259	60.289	62.144	66.115	63.254	61.356
3. Agriculture	76.509	65.996	66.078	63.319	63.162	63.305	64.148	64.915	66.448	66.075	65.582	64.685	62.487	61.839
4. Land-Use Change and Forestry	24.862	-33.719	-20.556	-14	-9.797	-8.916	-17.775	-17.497	-21.029	-19.316	-20.068	-20.539	-18.286	-16.464
CO ₂ (net emissions)	22.307	-36.271	-23.091	-2.983	-12.838	-12.026	-20.924	-20.686	-24.259	-22.592	-23.328	-23.819	-21.694	-19.805
N ₂ O + CH ₄	2.555	2.552	2.535	2.968	3.040	3.110	3.149	3.189	3.230	3.276	3.260	3.280	3.408	3.341
5. Waste	38.235	38.226	28.471	21.248	14.516	13.735	12.965	12.208	11.616	11.002	10.460	10.046	9.613	9.243

Tabelle 2: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie

GHG Emission Fractions	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	(%)													
CO ₂ emissions (without LULUCF)	84,29	83,79	86,31	87,32	88,44	88,22	88,16	88,41	84,28	84,25	84,21	84,22	84,18	84,34
CH ₄ (without LULUCF)	9,44	9,23	8,32	6,84	6,12	6,16	6,20	6,01	6,80	6,67	6,84	7,41	7,39	7,58
N ₂ O (without LULUCF)	5,20	5,45	4,10	4,41	3,93	4,05	4,06	4,01	7,37	7,31	7,22	7,25	7,30	7,64
F-gases sum	1,07	1,53	1,28	1,43	1,51	1,57	1,58	1,56	1,29	1,22	1,15	1,13	1,12	1,14
GHG Emission Fractions for Categories (without LULUCF)	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
	(%)													
1. Energy	83,05	81,91	83,47	83,86	85,11	84,78	84,97	85,27	84,54	84,81	84,78	84,21	84,19	83,65
2. Industry	7,76	8,79	7,47	7,62	6,65	6,82	6,67	6,53	6,80	6,67	6,84	7,41	7,39	7,58
3. Agriculture	6,13	5,89	6,34	6,38	6,71	6,90	6,95	6,90	7,37	7,31	7,22	7,25	7,30	7,64
5. Waste	3,06	3,41	2,73	2,14	1,54	1,50	1,40	1,30	1,29	1,22	1,15	1,13	1,12	1,14

Abwasserbehandlung: 0,936 Mio t/a
(0,12 % der Gesamtemission)
aber nur direkte Emissionen !!!

1

Berichterstattung auf nationaler Ebene im Rahmen des jährlichen „Nationalen Inventarbericht Deutschland“

2

Vorgaben zur THG-Bilanz abhängig von Stakeholdern und Zielsetzung

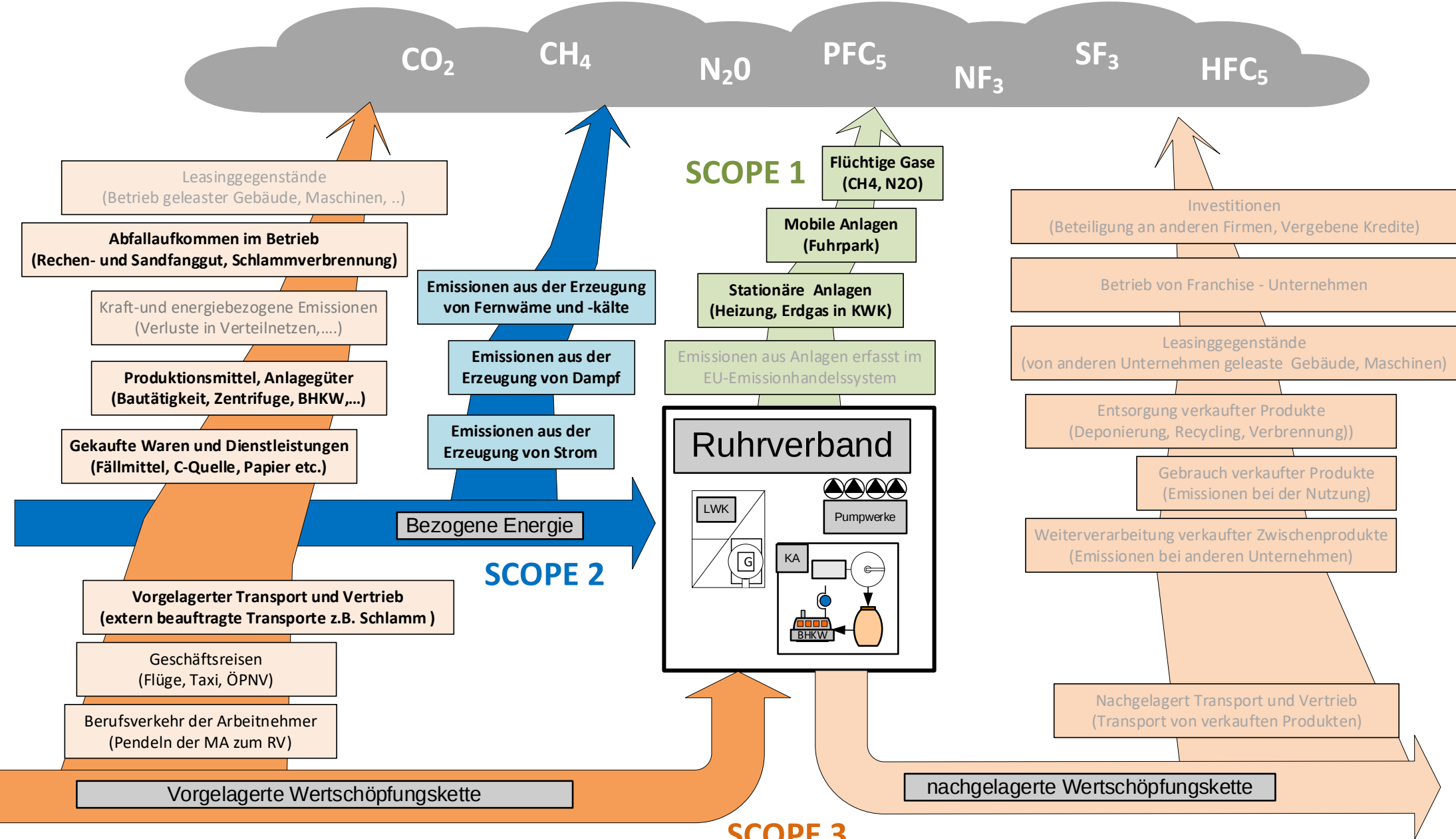
Unternehmen	-	Greenhouse Gas Protocol, DIN 14064-1
Kommunen	-	BISKO
Produktevaluierung	-	DIN EN ISO 14067, Corporate Value Chain Accounting and Reporting Standard

3

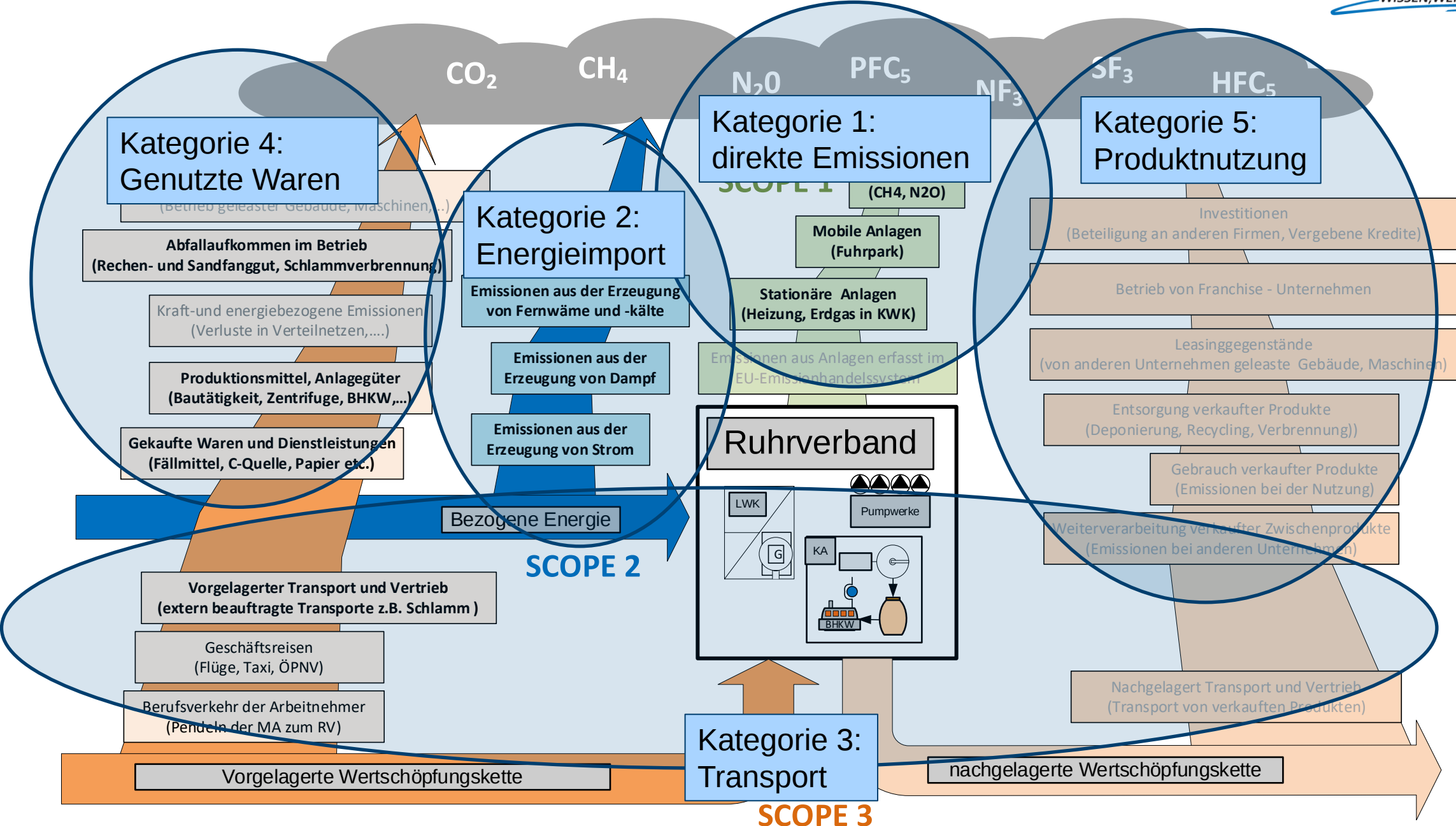
Managementsysteme mit Verbindung zum Klimaschutz

Energiemanagement	-	DIN EN ISO 50001
Klimamanagement	-	PAS 2060 (Britischer Standard), DIN 14068 (in Vorbereitung)
Umweltmanagement	-	EMAS („EMAS Klimabaustein“)

Emissionskategorien (Scopes) nach Greenhouse Gas Protocol



Scopes (GHG-Protocol) bzw. Kategorien (DIN EN ISO 14064-1)



Identifizierung wesentlicher THG-Emissionen (Scope 3)

Kriterien im Bereich der Scope 3 – Emissionen

1 **Größenordnung** (quantitativ relevant)

2 **Einflussgrad**
Fähigkeit Emissionen zu überwachen und zu reduzieren

3 **Risiko** der Möglichkeiten: Risiken für das Ansehen, Risiken in Bezug auf gesetzliche Regelungen, Lieferketten, Produkte und Kunden, Rechtsstreite

4 **Mitarbeitermotivation** (interne Stakeholder): Bereiche, in denen Mitarbeiter sich direkt engagieren können, Emissionen zu verringern, oder die den Teamgeist in Bezug auf den Klimawandel fördern

5 **Daten**
Zugang zu Informationen und ggf. Unsicherheiten in der Genauigkeit

**Verschiedene Unternehmen sind hinsichtlich
ihrer THG-Emissionen (Scope 3) nicht unbedingt vergleichbar !!**

Kategorie Produktionsmittel, Anlagegüter (Scope 3)

z.B. Neubau von Anlagen, Beschaffung von Maschinentechnik,....

1

Ermittlung der THG-Emission ggf. sehr aufwändig
(z.B. Footprint für neu beschafftes BHKW, verwendete Baumaterialien etc.)

2

THG-Emission wird im Jahr der Anschaffung bilanziert

- ggf. Überprägung der betrieblich induzierten THG-Emissionsbetrachtung besonders bei steigenden Neuinvestitionen

3

THG-Emission wird über die Abschreibungszeit verteilt → nicht empfohlen

- Investitionen aus der Vergangenheit, die noch nicht abgeschrieben sind, sind abzuschätzen
- Klarheit über THG-Emissionen der vergangenen Investitionsentscheidungen ohne Wirkung

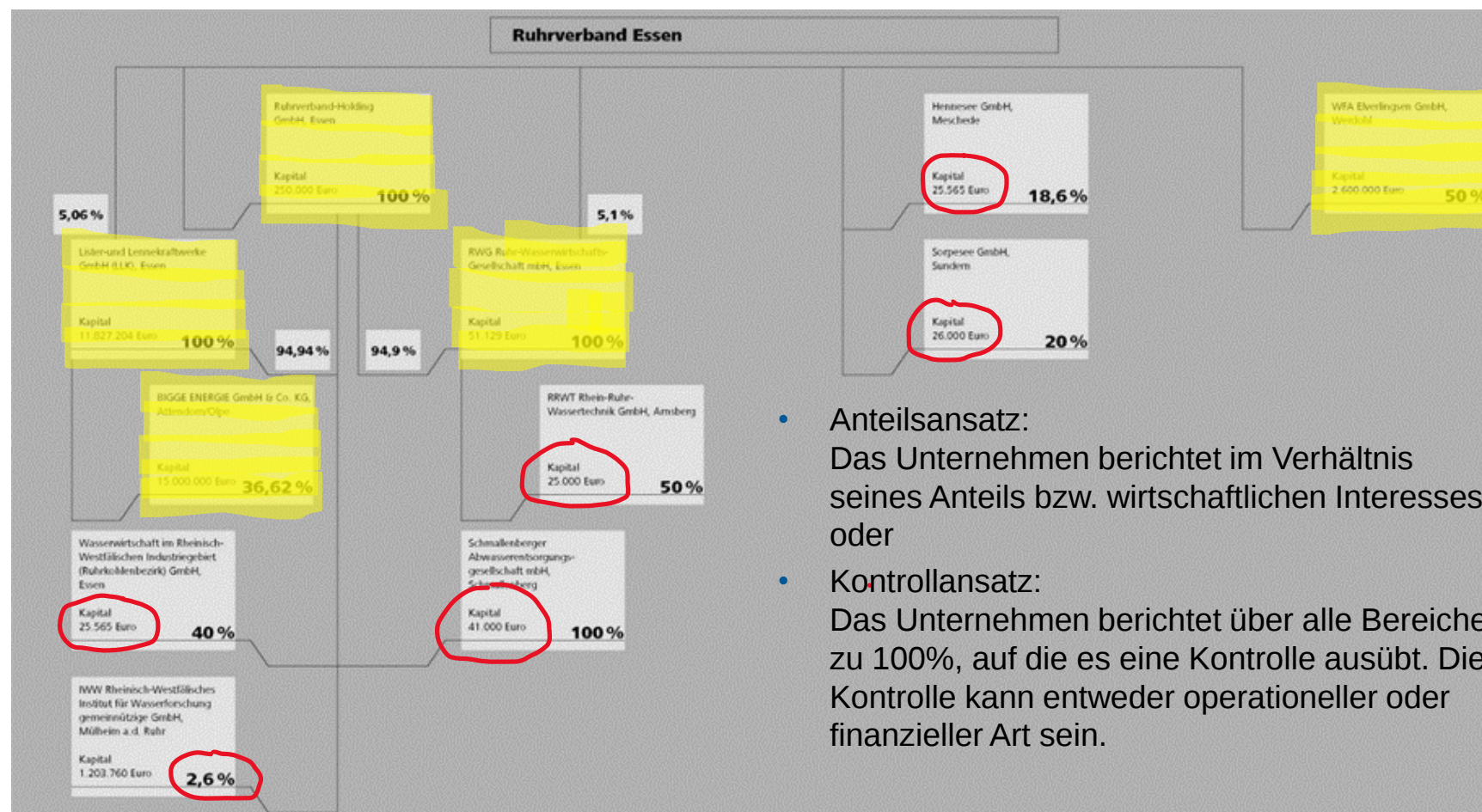
Empfehlung:

- Betrieblich induzierte THG-Emissionsbetrachtung unabhängig vom Investitionsgeschehen aufstellen
- Einzelfallbetrachtung verschiedener Varianten bei Neubau/Neuanschaffung unter Einbeziehung der damit einhergehenden betrieblichen THG-Emissionen mit dem Ziel Klimaschutz

Festlegung der organisatorischen Systemgrenzen einer THG-Bilanz

Zu berücksichtigende Tochterunternehmen

- Ruhr-Wasserwirtschaftsgesellschaft mbH (RWG)
- Lister- und Lennekraftwerke GmbH (LLK)
- BIGGE ENERGIE GmbH & Co. KG
- WFA Elverlingsen GmbH



- **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.

Quelle: Geschäftsbericht des Ruhrverbands 2020

Emission = Activity Rate (AR) * Emission Factor (EF)

Berechnung der Lachgasemission aus Kläranlagen (**Nationaler Inventarbericht des UBA**)

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

N_2O_{PLANTS} = Gesamte jährliche N_2O -Emission der Anlagen in kg N_2O /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

EF_{PLANT} = 3,2 g N_2O /Person x Jahr

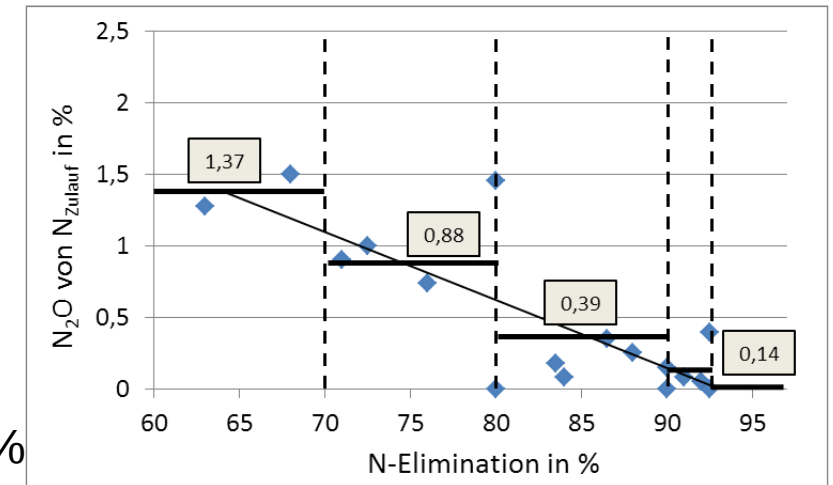
Berechnung der Lachgasemission aus Kläranlagen (DWA-M 230)

$$N_2O_{KAxy} = B_{a,TN} \cdot EF_{N_2O-N/N.Zulauf\ KA}$$

N_2O_{KAxy} = Jährliche N_2O -Emission KA xy in kg N_2O -N/Jahr

$B_{a,TN}$ = Stickstofffracht im Zulauf der KA xy in kg/a

$EF_{N_2O-N/N.Zulauf\ KA}$ = Emissionsfaktor in Abhängigkeit der N-Elimination in %



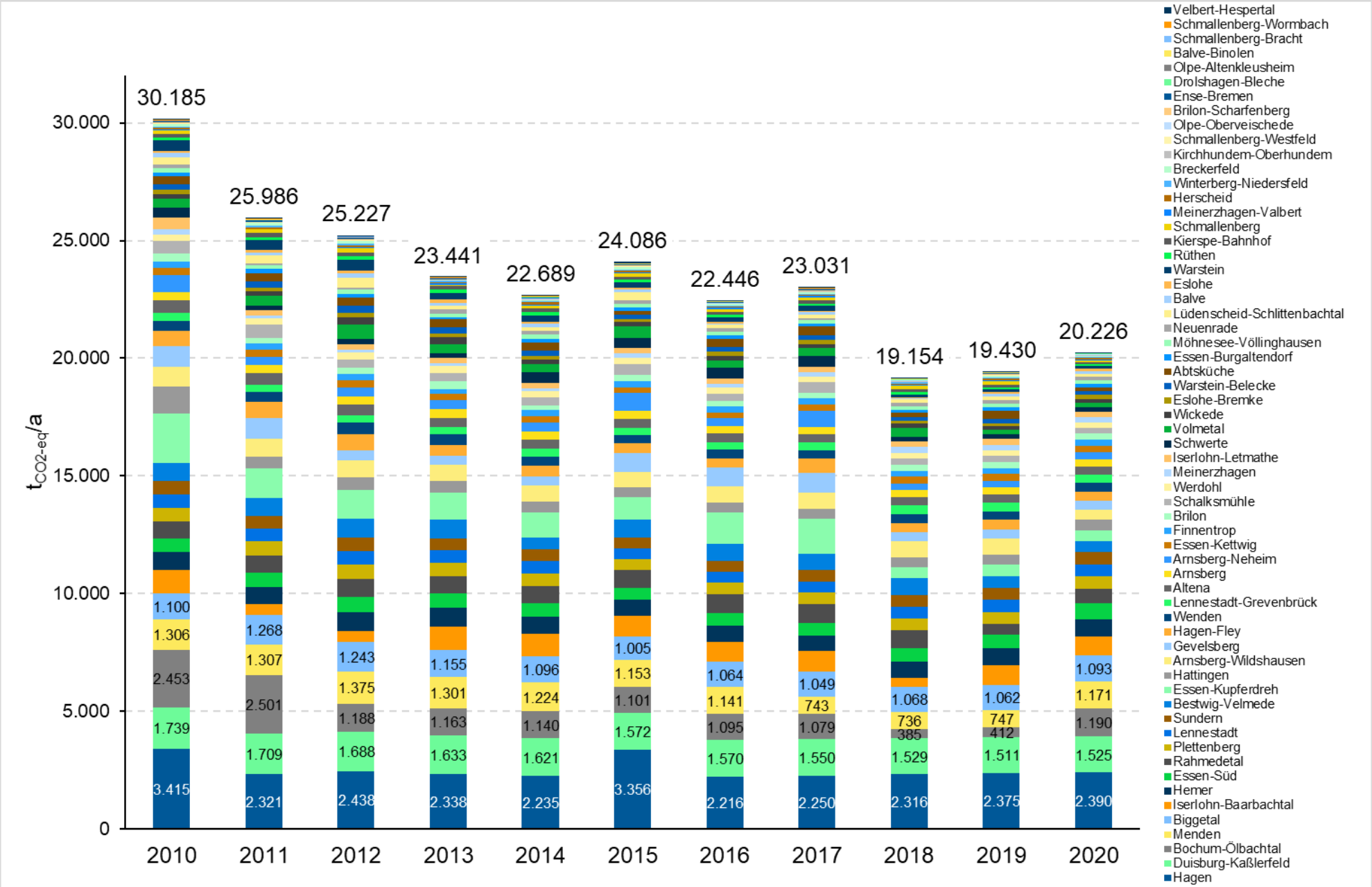
Quelle: ReLaKO, 2015 bzw. DWA-M 230

Anwendung der Methodik zu Berechnung auf RV-Kläranlagen

Jahr	Nr	KA	GK	B_d,TN Zulauf KA (3a Mittel)	B_d,TN Zulauf Biologie	B_d,TN Ablauf KA	Eliminations grad η	IST- Zustand EF	IST-Zustand B_d,N2O	IST-Zustand B_d,N2O	IST-Zustand CO2eq
				kg/d	kg/d	kg/d	%	%	kg/d	kg/a	t/a
2020	298	Rahmedetal	4	422,5	483,2	133,9	68,3	1,37	5,79	2.119	631,3
2020	301	Altena	4	230,7	258,1	96,7	58,1	1,37	3,16	1.157	344,7
2020	307	Iserlohn-Letmathe	4	525,3	608,8	72,4	86,2	0,39	2,05	750	223,4
2020	312	Hagen-Fley	4	392,7	398,9	111,9	71,5	0,88	3,46	1.265	377,0
2020	318	Meinerzhagen	4	235,1	257,5	56,6	75,9	0,88	2,07	757	225,6
2020	319	Kierspe-Bahnhof	3	70,5	66,2	20,9	70,4	0,88	0,62	227	67,7
2020	324	Volmetal	4	413,2	311,5	65,0	84,3	0,39	1,61	590	175,8
2020	331	Schalksmühle	4	263,8	341,0	76,7	70,9	0,88	2,32	850	253,2
2020	333	Breckerfeld	3	86,4	134,5	15,5	82,1	0,39	0,34	123	36,7
2020	352	Gevensberg	4	909,4	996,9	170,5	81,3	0,39	3,55	1.298	386,8
2020	359	Hagen	5	2.489,7	2.399,8	605,1	75,7	0,88	21,91	8.019	2.389,6
2020	445	Hattingen	4	1.063,9	928,3	174,4	83,6	0,39	4,15	1.519	452,6


298 g_{CO2eq} / g_{N2O}

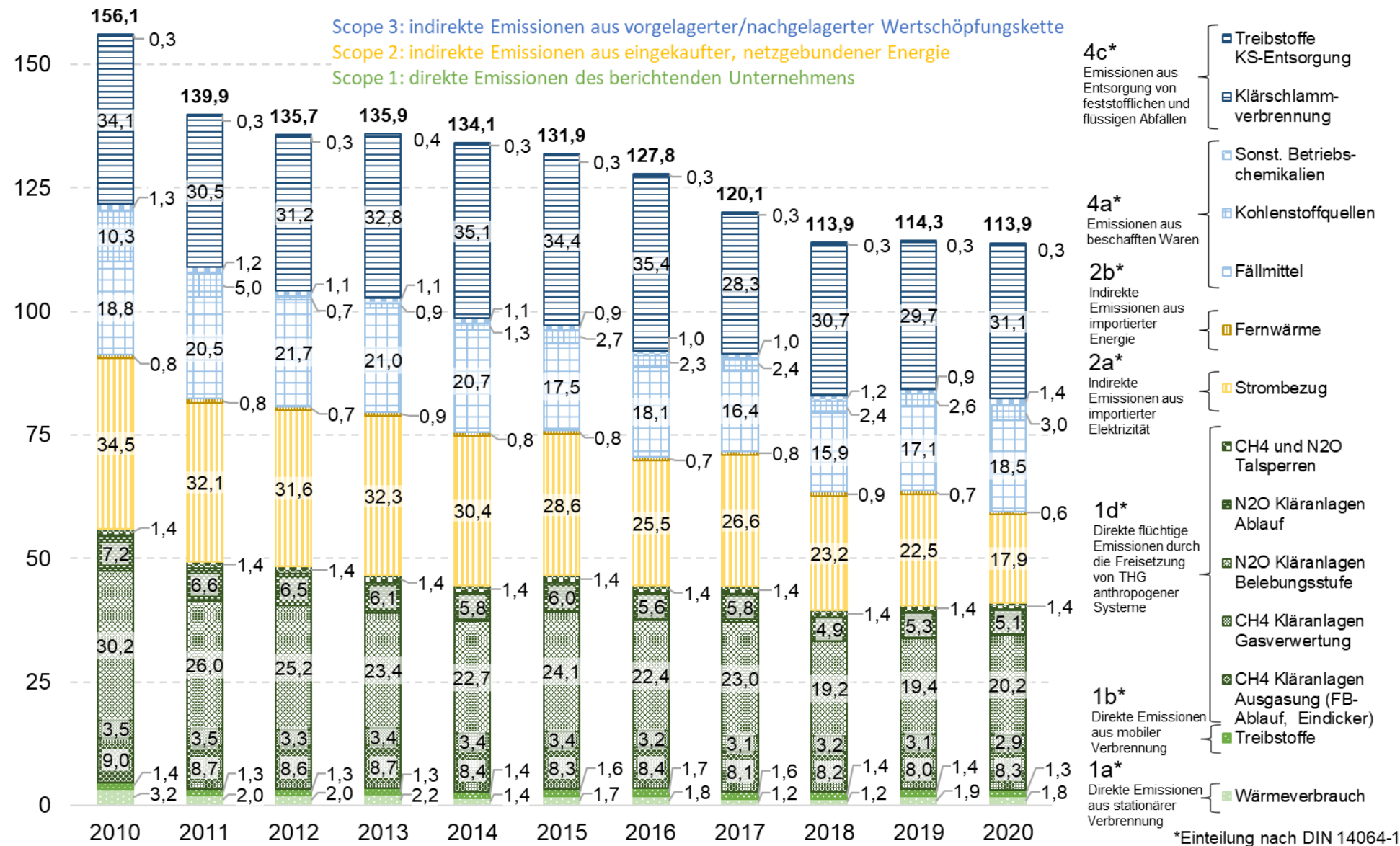
Lachgasemissionen der Kläranlagen des Ruhrverbands



Aktivierungsgrößen und Emissionsfaktoren der THG-Bilanz

Kategorie	Aktivierungsgröße		Emissionsfaktor		Bemerkung
Treibstoffe KS-Entsorgung	Klärschlamm zur Verbrennung	t/a	2.200	g _{CO2eq} /t entw.	
Stützfeuerung KS-Entsorgung	Klärschlamm zur Verbrennung	t/a	204.860	g _{CO2eq} /t entw.	
Sonstige Betriebschemikalien	Verbrauch Natronlauge, Harnstoff etc.	kg/a	290-3.086	g _{CO2eq} /kg	EF differenziert nach Chemikalien
C-Quelle	C-Quellenverbrauch	kg/a	696-2.134	g _{CO2eq} /kg	EF differenziert nach C-Quelle
Fällmittel	Fällmittelverbrauch	kg/a	1.130-1.150	g _{CO2eq} /kg	EF differenziert nach Fällmittel
Emission aus importierter Energie	Fernwärmebezug	kWh/a	197	g _{CO2eq} /kWh _{therm.}	
Emission aus importierter Elektrizität	Strombezug von EVU	kWh/a	380-570	g _{CO2eq} /kWh _{elek.}	EF Strominlandsverbrauch unter Berücksichtigung des Stromhandelssaldos gemäß UBA für das jeweilige Jahr
Methan/Lachgas (Talsperren)	Oberfläche der Talsperren	km ²	46,2	t _{CO2eq} /(km ² *a)	Talsperre mittlerer Breite, Alter > 20a
Lachgas (Gewässer)	Stickstoffablauffracht der KA	kg/d	0,5	%	N-Elimination kläranlagenspezifisch
Lachgas (Belebungsanlage)	Stickstoffzulauffracht KA	kg/d	0,14 - 1,37	%	EF abhängig von kläranlagenspezifischer N-Elimination
Methan (Schlupf in BHKW)	Faulgaseinsatz in BHKW	m ³ /a	1 bis 1,5	%	1 % mit Oxikat, 1,5% & ohne Oxikat
Methan (Undichtigkeit Gasverwertung)	Faulgasanfall	m ³ /a	0,04	%	
Methan (FB-Ablauf)	Faulschlammmenge	m ³ /a	0,026	kg _{CH4} /m ³	Übersättigungsfaktor 1,3
Methan (Eindicker)	Schlammanfall (oTM)	kg/a	38,4-48	l/kg _{oTR}	Methananteil 60%, Freisetzung 40-50% des Potenzials von 96 l/kg _{oTR}
Treibstoffe	Dienstoffahrten	km/a	3.157-3.570	g _{CO2eq} / l	Treibstoffaufteilung wie in D, Verbrauch geschätzt 6 bzw. 9 l/100 km
Wärmeverbrauch	Heizöl, Erdgas, Flüssiggas	kWh/a	197-549	g _{CO2eq} /kWh _{therm.}	EF abhängig vom Energieträger

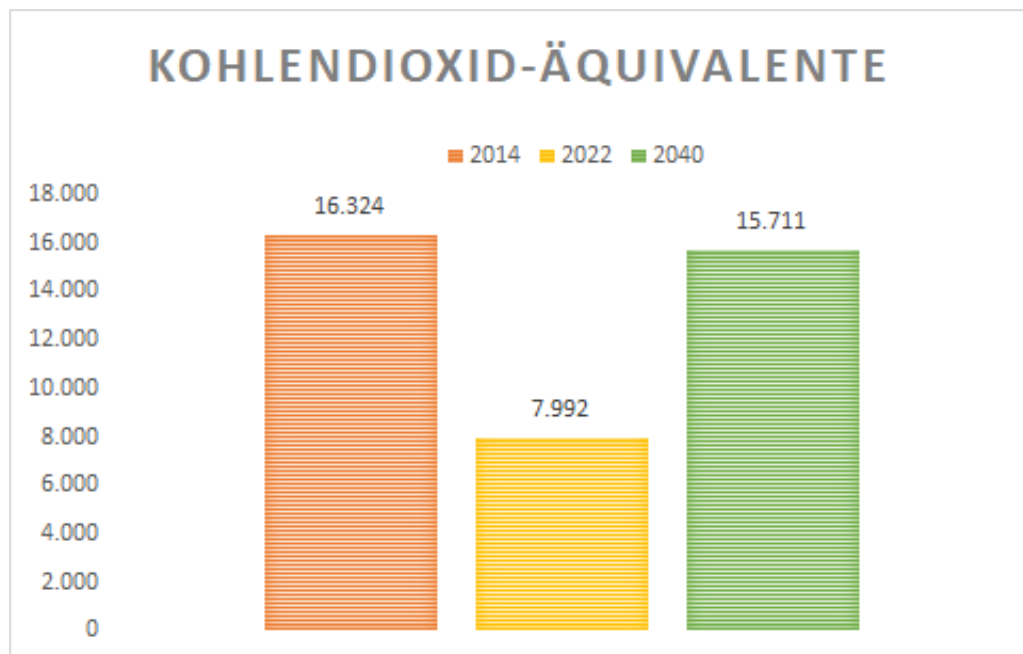
Entwicklung der THG-Emissionen 2010-2020 [tsd. t CO_{2eq}/a]



Verteilung der THG-Emissionen im Wassergütebereich

Verfahrensebene	Entstehungsort	Wert		Einheit
Abwasserbehandlung	Belebungsanlage	20.226	25.333	t CO ₂ -eq/a
	Gewässer (emittierte N-Fracht Ablauf KA)	5.107		t CO ₂ -eq/a
Schlammbehandlung	Schlammzwischenlager*	340	9.050	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	2.861	t CO ₂ -eq/a
	Gasverwertung	2.754		t CO ₂ -eq/a
Gesamt	KA inkl. Schlammplätze	37.244		t CO ₂ -eq/a

* Abschätzung noch durch Messungen zu verifizieren



Klimaschutzleistung der Forstwirtschaft

IST: ca. 8.000 t CO₂-eq pro Jahr

Ziel: ca. 15.700 t CO₂-eq pro Jahr

Klimaschutzleistung durch Einspeisung regenerativen Stroms (PV, BHKW, LWK):

IST: 3.000 t CO₂-eq pro Jahr (nur RV-eigene LWK)

17.000 t CO₂-eq pro Jahr (incl. Tochterunternehmen)

Ziel: abhängig davon, wieviel Strombezug durch regenerative Erzeugung ersetzt werden kann

1

Vermeidung

vor Verminderung

vor Kompensation

2

Klimaschutzleistung des Ruhrverbands steigern

3

Klimaschutzleistung größer als THG-Emissionen

Ausblick – Was sind die nächsten Schritte ?

- 1 Absicherung der direkten Lachgasemissionen in Belebungsbecken in Abhängigkeit eingestellter Betriebsparameter durch Messungen
- 2 Absicherung der direkten Methanemissionen durch Messungen
- 3 Ausweitung der regenerativen Energieerzeugung (PV-Anlagen, Laufwasserkraftwerke, Windkraft)
- 4 Bau einer solaren Klärschlamm Trocknung
- 5 Optimierung der Stickstoffelimination zur Reduzierung der Lachgasemissionen
- 6 Reduktion eingesetzter Betriebsmittel (Strom, Fällmittel, C-Quelle)
- 7 Aufforstung der geschädigten Waldflächen
- 8 Evaluierung baulicher Maßnahmen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Ruhrverband