

Bericht zur Treibhausgasbilanz

nach den Vorgaben
der DIN EN ISO 14064-1:2019

Museum Wiesbaden
**Hessisches Landesmuseum
für Kunst und Natur**



Arqum GmbH
Leonrodstr. 54, 80636 München
Tel. 089/1210994-0 Fax 089/1210994-9

Die vorliegende Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) 2021 des Hessischen Landesmuseums für Kunst und Natur (nachfolgend Museum Wiesbaden genannt) wurde von der Gesellschaft für Arbeitssicherheits-, Qualitäts- und Umweltmanagement (Arqum) im Auftrag des Hessischen Ministeriums der Finanzen (HMdF) erstellt. Für die Erhebung der erforderlichen Daten wurden sämtliche datenhaltende Stellen des Landesmuseums sowie des Landesbetriebs für Bau und Immobilien Hessen (LBIH) identifiziert und eingebunden. Die Ergebnisse der THG-Bilanz beruhen somit auf den zur Verfügung gestellten Daten und wurden mit den jeweiligen Bereichen abgestimmt.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Hintergrund	7
1.1 Vorstellung der Organisation	7
1.2 Motivation, Zielsetzung und Zielgruppe	7
1.3 Angewandte Bilanzierungsstandards	8
1.4 Organisations- und Systemgrenzen	9
1.4.1 Organisatorische Systemgrenze	9
1.4.2 Operative Systemgrenze	9
2. Beschreibung der Methodik zur Erfassung der THG-Emissionen	12
2.1 Berechnungslogik	12
2.2 Basisjahr	12
2.3 Emissionsfaktoren	12
2.4 Erfassung der Daten und Berechnung der Emissionen	13
2.5 Energieverbrauch (Strom und Wärme)	13
2.6 Fuhrpark	14
2.7 Kältemittelverluste	14
2.8 Vorgelagerter Transport	15
2.9 Nachgelagerter Transport	16
2.10 Arbeitswege	16
2.11 Geschäftsreisen	18
2.12 Besucheranreisen	18
2.13 Beschaffte Güter	18
2.14 Abfall	20
2.15 Speisen im Museumscafé	20
3 Ergebnisse der THG-Bilanz	21
3.1 Scope 1 und 2: Direkte Emissionen und indirekte Emissionen durch importierte Energie	24
3.2 Scope 3: Indirekte Emissionen aus Transport	26
3.3 Scope 3: Indirekte THG-Emissionen aus genutzten Waren	29
3.4 Unsicherheiten und Datenlücken	33
4 Zusammenfassung und Ausblick	36
5 Anhang	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Fünf Prinzipien des Greenhouse Gas Protocol bzw. der ISO 14064-1	8
Abbildung 2: Darstellung der Emissionsquellen nach Scopes	9
Abbildung 3: Ergebnisse der Wesentlichkeitsanalyse der indirekten Emissionen	10
Abbildung 4: Operative Systemgrenze der THG-Bilanz	11
Abbildung 5: Gesamtübersicht Emissionen nach Kategorien 2019	21
Abbildung 6: Gesamtübersicht Emissionen nach Kategorien 2020	21
Abbildung 7: Übersicht Emissionen 2019	23
Abbildung 8: Übersicht Emissionen 2020	24
Abbildung 9: Übersicht Scope 1 und 2 2019	25
Abbildung 10: Übersicht Scope 1 und 2 2020	25
Abbildung 11: Gesamtübersicht Kategorie 3: Emissionen aus Transport 2019	27
Abbildung 12: Gesamtübersicht Kategorie 3: Emissionen aus Transport 2020	27
Abbildung 13: Vorgelagerte und nachgelagerte Transporte 2019 und 2020	27
Abbildung 14: Zusammensetzung THG-Emissionen Arbeitswege 2019	28
Abbildung 15: Zusammensetzung THG-Emissionen Arbeitswege 2020	28
Abbildung 16: Emissionen nach PKW-Arten in 2019 und 2020	28
Abbildung 17: Zusammensetzung THG-Emissionen 3.5 Geschäftsreisen 2019	29
Abbildung 18: Zusammensetzung THG-Emissionen 3.5 Geschäftsreisen 2020	29
Abbildung 19: Gesamtübersicht Kategorie 4: Emissionen genutzter Waren 2019	30
Abbildung 20: Gesamtübersicht Kategorie 4: Emissionen genutzter Waren 2020	30
Abbildung 21: Zusammensetzung 4.1 Emissionen beschaffter Waren 2019	31
Abbildung 22: Zusammensetzung 4.1 Emissionen beschaffter Waren 2020	31
Abbildung 23: Entwicklung der Emissionen aus den beschafften Waren von 2019 auf 2020	31
Abbildung 24: Emissionen durch Strom und Gas der beiden Lager in 2019 und 2020	32
Abbildung 25: Zusammensetzung 4.3 Emissionen aus Abfällen 2019	32
Abbildung 26: Zusammensetzung 4.3 Emissionen aus Abfällen 2020	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechnung Energieverbräuche der Lager	13
Tabelle 2: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Gebäudeauswertung Energie	14
Tabelle 3: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Kältemittel	15
Tabelle 4: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren vorgelagerter Transport	15
Tabelle 5: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nachgelagerter Transport	16
Tabelle 6: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Arbeitswege	17
Tabelle 7: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Dienstreisen	18
Tabelle 8: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren beschaffte Güter	19
Tabelle 9: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Abfall	20
Tabelle 10: Gesamtübersicht der Ergebnisse	22
Tabelle 11: THG-Emissionen 2019 und 2020 – direkte Emissionen (Kategorie 1) & indirekte THG-Emissionen aus importierter Energie (Kategorie 2)	24
Tabelle 12: Übersicht Kategorie 3 (indirekte THG-Emissionen aus Transport 2019 & 2020)	26
Tabelle 13: Übersicht Kategorie 4 (indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren) 2019 und 2020	29
Tabelle 14: Systematik der Unsicherheitsbewertung	33
Tabelle 15: Ergebnisse der Unsicherheitsbewertung	34
Tabelle 16: Übersicht Quellen der Emissionsfaktoren	38

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BMWI	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
CV	calorific value
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs of the United Kingdom
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GHG	Greenhouse Gas
HFKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
HMDF	Hessisches Ministerium der Finanzen
ISO 14064-1	DIN EN ISO 14064-1:2019
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LBIH	Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen
LKW	Lastkraftwagen
LPG	Liquified Petroleum Gas
NF ₃	Stickstofftrifluorid
N ₂ O	Lachgas
n.r.	Nicht relevant
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
SF ₆	Schwefelhexafluorid
THG	Treibhausgas
TÜV	Technischer Überwachungsverein
Vgl.	vergleiche
WTT	Well-to-tank

1. Hintergrund

Im Folgenden wird die berichtende Organisation, ihre Motivation zur Bilanzierung ihrer THG-Emissionen, die angewandten Bilanzierungsstandards sowie die Systemgrenzen der erstellten THG-Bilanz vorgestellt.

1.1 Vorstellung der Organisation

Das Museum Wiesbaden ist das Landesmuseum für Kunst und Natur in der Hauptstadt Hessens. Das Zweispartenhaus zeigt auf mehr als 7000 Quadratmetern Fläche ein abwechslungsreiches Programm an Dauer- und Sonderausstellungen. Die Naturhistorischen Sammlungen stellen in ihrer Dauerpräsentation „Ästhetik der Natur“ vier Themenräume vor: Form, Farbe, Bewegung und Zeit. In der Kunstsammlung sind Werke vom 12. Jahrhundert bis in die Gegenwart zu entdecken. Zu den Höhepunkten zählen hier die Klassische Moderne mit der weltweit bedeutendsten Sammlung an Werken von Alexej von Jawlensky, die international renommierte Jugendstil-Schenkung von F.W. Neess wie auch die europäische und amerikanische Kunst nach 1945.

Die Ursprünge des Museum Wiesbaden gehen auf die Initiative mehrerer bürgerlicher Vereine am Anfang des 19. Jahrhunderts zurück. In dem 1915 eingeweihten und heute noch als Sitz des Landesmuseums dienenden Gebäude werden seither Dauer- und Sonderausstellungen zu verschiedenen kunsthistorischen, naturwissenschaftlichen und kulturgeschichtlichen Themen präsentiert.

1.2 Motivation, Zielsetzung und Zielgruppe

Der voranschreitende globale Klimawandel erfordert auf allen Ebenen konkrete Aktivitäten, um das Klima der Erde zu schützen. Auch das Hessische Landesmuseum für Kunst und Natur in Wiesbaden sieht sich in der Verantwortung, seinen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Das Hessische Ministerium der Finanzen sowie der Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen erstellen bereits jährlich eine Klimabilanz nach ISO 14064-1 für die hessische Landesverwaltung, die durch den TÜV geprüft wird.

Im Jahr 2017 wurde erstmalig das Museum Keltenwelt in Glauberg klimaneutral gestellt. Die Erfahrungen aus diesem Prozess sollen nun in einem weiteren Pilotprojekt auf ein größeres Museum, das Hessische Landesmuseum in Wiesbaden, übertragen werden, um die Möglichkeiten der Datenbeschaffung und Erhöhung der Datengenauigkeit im Scope 3 Bereich zu prüfen. Das Ergebnis der THG-Bilanz soll Hinweise zur weiteren Vorgehensweise auf dem Weg zur Klimaneutralität liefern.

Das Museum Wiesbaden nimmt Nachhaltigkeit und Klimaschutz sehr ernst und engagiert sich nicht nur zuletzt aus dem Grund, weil die Natur einer der Kernbereiche des Museums ist. Die erste THG-Bilanz bildet die Grundlage, um die Auswirkungen der Museumstätigkeiten auf das Klima zu messen. Zur Klimaneutralstellung des Museums werden anschließend zertifizierte Klimaschutzprojekte in der Höhe der errechneten THG-Emissionen erworben. Um die Klimaauswirkungen langfristig zu reduzieren, sollen ausgehend von den Ergebnissen der THG-Bilanz Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen abgeleitet werden.

1.3 Angewandte Bilanzierungsstandards

Die Bilanzierung der THG-Emissionen des Museums Wiesbaden erfolgte nach der Methodik und den Prinzipien des Greenhouse Gas (GHG) Protocol Corporate Standard¹ als auch der DIN EN ISO 14064-1:2019² (ISO 14064-1).

Für die Erstellung einer THG-Bilanz nennt die ISO 14064-1 fünf grundlegende Prinzipien zur Bilanzierung und Berichterstattung, die folgende qualitative Anforderungen an eine THG-Bilanz stellen:

Relevanz
Realistische Abbildung der gesamten, insbesondere der für Entscheidungen interner und externer Nutzer relevanten, THG-Emissionen
Vollständigkeit
Betrachtung sämtlicher THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette, d.h. vor- und nachgelagerter Emissionen (unter Berücksichtigung des Erhebungsaufwands)
Konsistenz
Einhaltung und konsistente Anwendung festgelegter Systemgrenzen, Standards und Berechnungsmethoden, um eine Vergleichbarkeit der THG-bezogenen Informationen zu ermöglichen
Transparenz
Nachvollziehbare und transparente Dokumentation des Vorgehens, Aufführung angewandter Berechnungsmethoden und getroffener Annahmen
Genauigkeit
Genaue Berechnung der THG-Emissionen, Reduzierung von Unsicherheiten auf ein praktikables Minimum

Abbildung 1: Die Fünf Prinzipien des Greenhouse Gas Protocol bzw. der ISO 14064-1

Diese fünf Grundsätze wurden bei der Bilanzierung und Berichterstattung der THG-Bilanz handlungsleitend berücksichtigt. Sofern die Prinzipien in einzelnen Fällen bei der Datenerfassung oder der Berechnung der THG-Emissionen (beispielsweise aufgrund fehlender Informationen oder impraktikablem Erhebungsaufwand) nicht vollständig erfüllt werden konnten, wurde dies im Sinne der Transparenz im Bericht entsprechend vermerkt. Diese Abweichungen sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Die bilanzierten Emissionsquellen wurden nach den Vorgaben der ISO 14064-1 kategorisiert. Um auch die Anforderungen des GHG Protokolls zu erfüllen, ist auch die Kategorisierung gemäß GHG Protocol angegeben. Danach werden die THG von Organisationen und Unternehmen grundsätzlich in folgende drei Scopes (Emissionsbereiche) unterteilt (vgl. Abbildung 2):

Scope 1 – direkte Emissionen: Direkte Emissionen aus eigenen Verbrennungsprozessen in stationären Anlagen (beispielsweise aus eigener Strom- oder Wärmeproduktion) oder mobilen Anlagen (eigenen Fahrzeugen) sowie aus direkten Emissionen, z.B. Prozessemissionen, Kühlmittel-Leckagen oder Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft.

¹ The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, Washington D.C. (USA), 2004

² DIN EN ISO 14064-1:2019, Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von THG und Entzug von THG auf Organisationsebene, DIN Deutsches Institut für Normung, 2019

Scope 2 – indirekte Emissionen: Indirekte Emissionen aus dem Verbrauch von leitungsgebundenen Sekundärenergieträgern (Strom, Fernwärme, Fernkälte, Dampf etc.), die von der berichtenden Organisation gekauft und innerhalb der organisatorischen Systemgrenze verbraucht werden.

Scope 3 – indirekte Emissionen: Sonstige indirekte Emissionen in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette, die eine Auswirkung auf die Tätigkeit der Organisation darstellen, aber nicht an eigenen oder direkt kontrollierbaren Quellen anfallen. Das GHG Protocol unterscheidet acht Kategorien vorgelagerter und sieben Kategorien nachgelagerter Scope-3 Emissionen.

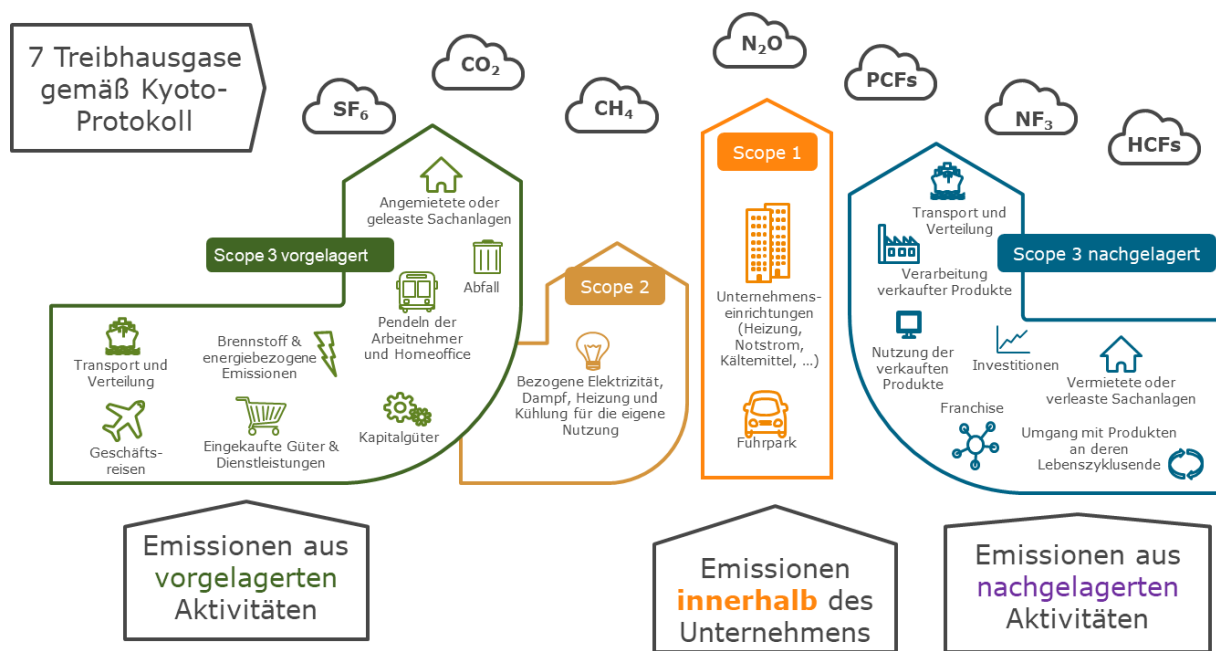


Abbildung 2: Darstellung der Emissionsquellen nach Scopes

1.4 Organisations- und Systemgrenzen

1.4.1 Organisatorische Systemgrenze

Zur Bestimmung der organisatorischen Systemgrenze wurden generell die Organisationseinheiten, die durch das Museum Wiesbaden operativ gesteuert werden können, berücksichtigt. Dies entspricht dem operativen Kontrollansatz laut ISO 14064-1. Die direkten Emissionen (Scope 1) sowie die indirekten Emissionen durch Energiebezug (Scope 2) umfassen somit nur das Museumsgebäude im Eigentum der Landesverwaltung Hessen (Friedrich-Ebert-Allee 2, 65185 Wiesbaden). Die Energieverbräuche der beiden angemieteten Lager in Wiesbaden Biebrich und in Köln wurden als indirekte Emissionen (Scope 3) unter der Kategorie „Nutzung von Anlagen“ bilanziert.

1.4.2 Operative Systemgrenze

Die operative Systemgrenze gibt an, welche Emissionsquellen in der THG-Bilanz berücksichtigt werden. Nach den Vorgaben der ISO 14064-1 sind die direkten Emissionen sowie die wesentlichen indirekten Emissionen zu bilanzieren. Um die wesentlichen indirekten

Emissionsquellen des Museums Wiesbaden zu ermitteln, wurde im Rahmen eines Workshops mit Vertreter*innen des Museums sowie des LBIH eine Wesentlichkeitsanalyse durchgeführt. Dazu wurden relevante Emissionsquellen diskutiert und anhand ihrer (geschätzten) Quantität³, der Beeinflussbarkeit⁴ sowie der Verfügbarkeit und des Erhebungsaufwands der Daten⁵ bewertet. Die Bewertung erfolgte größtenteils auf Basis von zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Informationen und Einschätzungen.

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse der Wesentlichkeitsanalyse abgebildet, die im Rahmen des Workshops erarbeitet wurden.

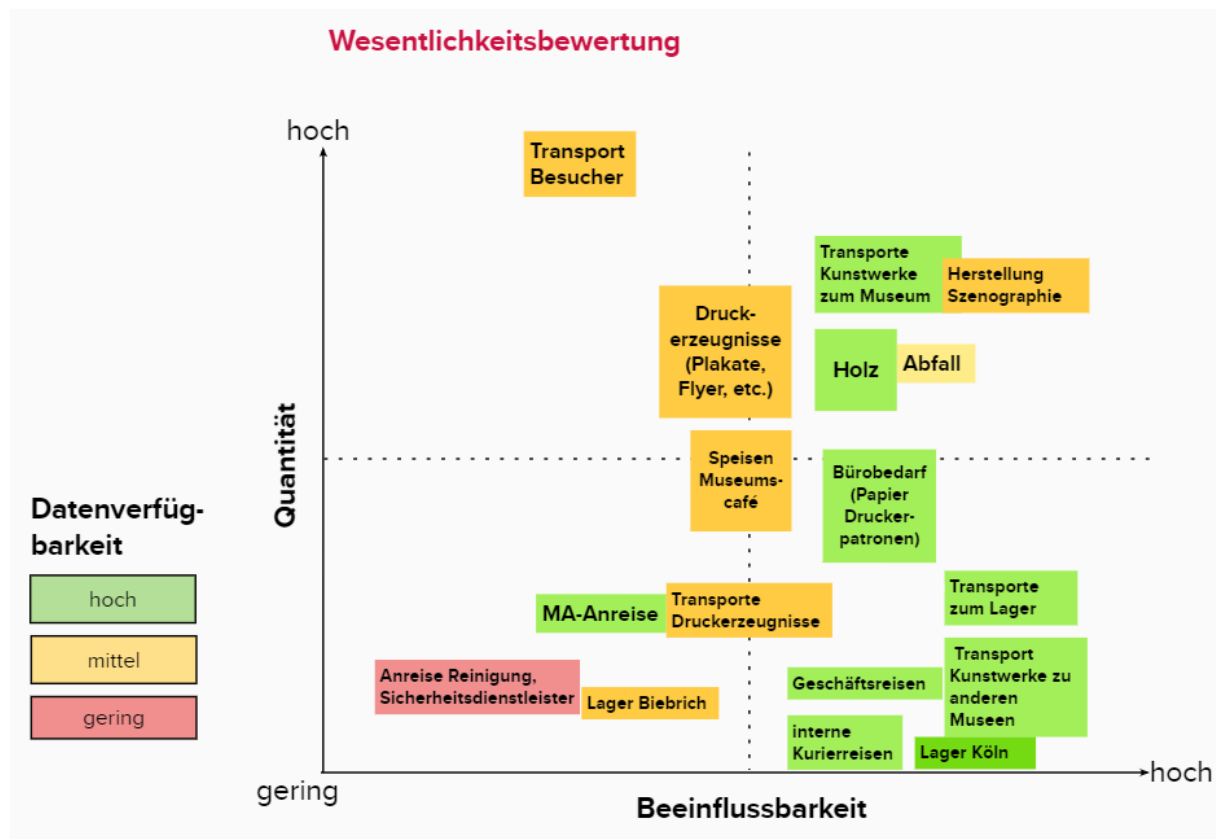


Abbildung 3: Ergebnisse der ersten Wesentlichkeitsanalyse der indirekten Emissionen (Juni 2021)

Basierend auf den Ergebnissen der Wesentlichkeitsanalyse wurde bestimmt, ob und welche dieser Emissionsquellen bilanziert werden (können). Durch die gering eingeschätzte Relevanz und Datenverfügbarkeit zu den Anreisewegen der Reinigung- und Sicherheitsdienstleister, wurde diese Emissionsquelle nicht weiter betrachtet. Bei allen anderen Emissionsquellen wurde die Datenverfügbarkeit geprüft. Die An- und Abreise der Museumsbesucher*innen sowie die Speisen des Museumscafés konnten durch mangelnde Datenverfügbarkeit nicht bilanziert werden. In Abbildung 4 ist die finale operative Systemgrenze für die THG-Bilanz der Museums Wiesbaden dargestellt.

³ Definition Quantität: Die Bewertung der Quantität der Emissionen gibt an, inwiefern gemessene oder geschätzte Emissionsquellen von wesentlicher Größenordnung in Bezug auf die Gesamtemissionen einer Organisation sind.

⁴ Definition Beeinflussbarkeit: Die Bewertung der Beeinflussbarkeit gibt an, inwiefern eine Emissionsquelle durch Maßnahmen zur Emissionseinsparung beeinflusst werden kann.

⁵ Definition Datenverfügbarkeit: Die Datenverfügbarkeit gibt an, inwiefern Daten für die Bilanzierung der THG-Emissionen einer Emissionsquelle vorhanden sind oder mit vertretbarem Aufwand erhoben werden können.

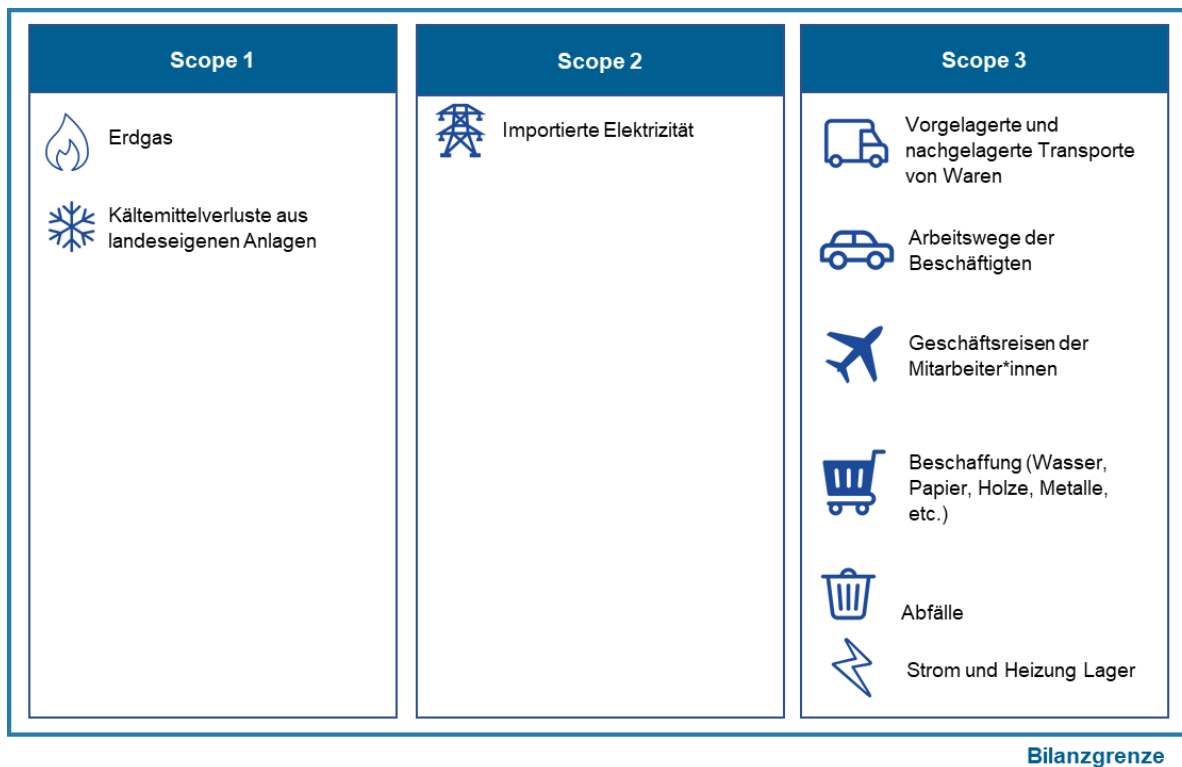


Abbildung 4: Operative Systemgrenze der THG-Bilanz

2. Beschreibung der Methodik zur Erfassung der THG-Emissionen

Im Folgenden wird die angewandte Methodik zur Berechnung der THG-Emissionen dargelegt.

2.1 Berechnungslogik

Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgte auf Grundlage von erhobenen Aktivitätsdaten für die einzelnen Emissionsquellen, die bilanziert wurden. Dies umfasst beispielsweise Strom- und Wärmeverbräuche, zurückgelegte Kilometer nach Verkehrsmittel oder die Menge beschaffter Güter. Die erfassten Aktivitätsdaten werden mit geeigneten Emissionsfaktoren multipliziert, um die entsprechenden THG-Emissionen zu berechnen.

$$\text{Aktivitätsdaten} \times \text{Emissionsfaktor} = \text{THG-Emissionen}$$

Emissionsfaktoren umfassen die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie fluoridierte THG (wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe; HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆), Stickstofftrifluorid (NF₃). Die resultierenden Emissionen werden in CO₂-Äquivalenten (CO₂e) ausgewiesen.

2.2 Basisjahr

Als Basisjahr sollte laut ISO 14064-1 ein Jahr ausgewählt werden, für das es verifizierbare Daten zu THG-Emissionen gibt. Zur erstmaligen Berechnung der THG-Bilanz wurden die Jahre 2019 und 2020 gewählt. Die Jahre 2019 und 2020 dienen dem Museum Wiesbaden damit als Referenz für zukünftige Berechnungen und ermöglichen, den Erfolg von Reduktionsmaßnahmen nachzuverfolgen. Die beiden Jahre wurden aufgrund der Verfügbarkeit der Daten gewählt.

2.3 Emissionsfaktoren

Zur Berechnung der THG-Emissionen wurden fast ausschließlich die Emissionsfaktoren des UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) verwendet. Die DEFRA-Faktoren werden jährlich aktualisiert und veröffentlicht und bieten so eine einheitliche und transparente Datenbasis, die auch für künftige Bilanzierungen durch das Landesmuseum eigenständig genutzt werden können. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse für die Jahre 2019 und 2020 herzustellen, wurden für beide Jahre die zum Projektstart aktuellsten DEFRA-Faktoren aus dem Jahr 2020 verwendet. Lediglich für die Bilanzierung des Stroms wurden die Faktoren aus der Datenbank GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme)⁶ genutzt, da diese die verursachten THG-Emissionen durch den deutschen Strommix besser widerspiegeln. Die für die Berechnung herangezogenen Emissionsfaktoren sind in Kapitel 2.4 aufgeführt. Die exakten Quellen der Emissionsfaktoren können der Tabelle 16 im Anhang entnommen werden. Alle Emissionsfaktoren berücksichtigen die sieben Treibhausgase und entsprechen CO₂-Äquivalenten (CO₂e). Zur Umrechnung der Treibhausgase in CO₂-Äquivalente nutzt die DEFRA die Treibhauspotenziale gemäß 4. IPCC Sachstandsbericht. Bei sämtlichen Kraft- und Brennstoffen wurden die Faktoren mit Vorkette verwendet, um auch vorgelagerte Emissionen des Energieverbrauchs zu berücksichtigen.

⁶ Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (<http://iinas.org/gemis-de.html>)

2.4 Erfassung der Daten und Berechnung der Emissionen

Zur Erfassung der Aktivitätsdaten wurden verschiedene Ansprechpersonen aus dem Museum Wiesbaden sowie dem LBIH benannt, die für die Lieferung der Daten verantwortlich waren. Um eine möglichst hohe Datenqualität sicherzustellen, wurde durch das Beratungsbüro Arqum eine zentrale Berechnungsvorlage für die Datenerhebung erstellt. Die datenhebenden Personen haben nachfolgend in eigener Verantwortung die benötigten Daten gesammelt und eingetragen. Nach Erhalt der ausgefüllten Datenerhebungsblätter wurden diese von Arqum auf Plausibilität geprüft, in der Berechnungsdatei „THG-Bilanz_Landesmuseum.xlsx“ zusammengeführt. Eine genaue Einsicht, welche Ansprechperson welche Aktivitätsdaten geliefert hat, ist der Berechnungsdatei zu entnehmen. Die Originalnachweise für die jeweiligen Daten liegen den datenliefernden Personen vor.

In den nachfolgenden Unterkapiteln ist für die einzelnen Emissionsquellen detailliert beschrieben, welche Daten erhoben und wie die THG-Emissionen berechnet wurden.

2.5 Energieverbrauch (Strom und Wärme)

Die Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch der Liegenschaft Museum Wiesbaden basieren auf den Abrechnungen der Energieversorger. Bilanziert wurde nur der Stromverbrauch des Museums exklusive des Verbrauchs der Mieter, wie z.B. das Museumscafé. Für die beiden angemieteten Lager werden die Verbräuche über eine Betriebskostenumlage bzw. pauschal mit der Miete abgerechnet. Die tatsächlichen Verbräuche durch das Museum konnten daher nicht ermittelt werden. Aus diesem Grund wurden Vergleichswerte für Nichtwohngebäude des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) herangezogen. Die Werte aus der Gebäudekategorie „Gebäude für Lagerung“ wurden jeweils auf die Nutzfläche des Lager Wiesbadens (500m²) und des Lager Kölns (40m²) bezogen. Da das Lager in Köln erst seit Oktober 2020 angemietet wird, wurde der Verbrauch nur für drei Monate einkalkuliert. Die Berechnung ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Berechnung Energieverbräuche der Lager

Außenlager Wiesbaden					
	Heizung	Lüftung	Beleuchtung	Kälte	Hilfsenergie für Kälte
Energieträger	Gas	Strommix	Strommix	Strommix	Strommix
Energieverbrauch kWh/(m ² * a) laut BMWI	38,1	3,3	13,2	1,7	1
Energieverbrauch gesamt à 500 m ² * kWh	19.050	1.650	6.600	850	500
Außenlager Köln					
	Heizung	Lüftung	Beleuchtung	Kälte	Hilfsenergie für Kälte
Energieträger	Gas	Strommix	Strommix	Strommix	Strommix
Energieverbrauch kWh/(m ² * a) laut BMWI	38,1	3,3	13,2	1,7	1
Energieverbrauch gesamt à 40 m ² * kWh	1.524	132	528	68	40
Energieverbrauch Oktober - Dezember	381	33	132	17	10

Zur Berechnung der Emissionen aus der Erdgasheizung im Museum Wiesbaden und den Erdgasheizungen der Lager wurde der Emissionsfaktor der DEFRA Datenbank für Natural Gas (100 % mineral blend – gross CV) angesetzt.

Der Ökostrom des Museums Wiesbaden stammt zu 100 % aus Wasserkraft. Da die DEFRA Datenbank keinen Emissionsfaktor für Ökostrom bietet, wurde der Emissionsfaktor für die Vorkettenemissionen von Wasserkraft aus der GEMIS Datenbank verwendet. Für das Lager in Wiesbaden und in Köln gibt es keine Auskunft über den bezogenen Strom. Aus diesem Grund wurde für beide Lager der Emissionsfaktor für den deutschen Strommix jeweils spezifisch für 2019 und 2020 aus der GEMIS Datenbank angesetzt.

Da die Lager in Wiesbaden und Köln angemietet sind und die Energieversorgung sowie der -verbrauch nicht der operativen Kontrolle des Museums Wiesbaden unterliegen, werden deren Energieverbräuche in Scope 3 bzw. als indirekte Emissionen in der Kategorie „Nutzung von Anlagen“ bilanziert.

Tabelle 2: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Gebäudeauswertung Energie

Scope	Energieträger	Verbrauch 2019 [kWh]	Verbrauch 2020 [kWh]	Emissionsfaktor [kg CO ₂ e/kWh]		Quelle Emissions- faktor
				Direkt	Vorkette	
1	Erdgas (Museum)	1.456.000	1.535.000	0,185	0,024	DEFRA 2020
3	Erdgas (Lager Wiesbaden)	19.050	19.050	0,185	0,024	DEFRA 2020
3	Erdgas (Lager Köln)		381*	0,185	0,024	DEFRA 2020
2	Strom (Ökostrom) (Museum)	1.789.573	1.672.464		0,037	GEMIS 5.0
3	Strom (Lager Wiesbaden)	9.600			0,411	GEMIS 5.0
3	Strom (Lager Wiesbaden)		9.600		0,351	GEMIS 5.0
3	Strom (Lager Köln)		192*		0,351	GEMIS 5.0

* Lager angemietet seit Oktober 2020; Verbräuche umfassen daher nur die Monate Oktober bis Dezember 2020

2.6 Fuhrpark

Der Fuhrpark des Museums Wiesbaden besteht nur aus einem PKW. Für diesen konnten jedoch keine Daten erhoben werden. Aufgrund des Datenmangels und der geringen Quantität wurde der Fuhrpark nicht mit bilanziert.

2.7 Kältemittelverluste

Neben der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen direkte THG-Emissionen bei Leckagen von Kälte- und Klimaanlage und Wärmepumpen, in denen fluorierte THG als Kältemittel eingesetzt werden. Die Menge an entwichenen Gasen wurde über die Nachfüllmenge, die in Wartungsprotokollen der Kälteanlagen vermerkt ist, erhoben. Nachfüllungen wurden aufgrund festgestellter Undichtigkeiten ausgeführt.

Tabelle 3: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Kältemittel

Kältemittel	Nachfüllmenge 2019 [kg]	Nachfüllmenge 2020 [kg]	Emissionsfaktor [kg CO ₂ e/kg]	Quelle Emissionsfaktor
R-134a	7,5	16	1.430	DEFRA 2020

2.8 Vorgelagerter Transport

Durch die Lieferung von Kunstwerken, Ausstellungsstücken und Druckerzeugnissen an das Museum Wiesbaden entstehen THG-Emissionen im Bereich Transport, die gemäß ISO 14064-1 unter der Kategorie „Indirekte THG-Emissionen aus Transport“ (Scope 3) bilanziert wurden. Da der Transport durch unterschiedliche Transportmittel erfolgen kann, variieren die Emissionsfaktoren und damit die entstehenden THG-Emissionen. Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich bei Transporten mit Transportern auf die zurückgelegten km. Bei Transporten mit dem LKW beziehen sich die Emissionsfaktoren entweder auf die zurückgelegten Tonnenkilometer, also die zurückgelegte Strecke multipliziert mit dem transportierten Gewicht, oder, wenn eine Gewichtsangabe nicht möglich war, auf die zurückgelegten Kilometer. Bei Transporten mit dem Flugzeug wurde eine Angabe in Tonnenkilometer zugrunde gelegt.

Größtenteils wurden die zurückgelegten Strecken über den angegebenen Ausgangspunkt und das Lieferziel auf der Rechnung oder dem Lieferschein mit Hilfe von Google Maps ermittelt. Teilweise konnten die km-Angaben direkt den Lieferscheinen entnommen werden. Bei den Transporten der Druckerzeugnisse, den Fahnen und der Kataloge konnte das Gewicht durch eigenständiges Abwiegen der jeweiligen Gegenstände erhoben werden. Anhand der Gewichtsmessung, der Auflagehöhe und der ermittelten Entfernung (Google Maps) war die Ermittlung der Tonnen-Kilometer möglich.

Bei den Flugtransporten lagen nur Ausgangspunkt und Zielort vor, wodurch die Entfernung in Kilometer ermittelt werden konnte. Da die DEFRA Datenbank keine Emissionsfaktoren für eine km-Angabe von Transportflügen enthält, ist die Ermittlung von Tonnen-Kilometern notwendig. Die Ermittlung des genauen Gewichts der per Flug transportierten Ware ist jedoch mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden, da nur die Maße der einzelnen transportierten Kisten vorliegen und eine Abschätzung des Gewichts getroffen werden müsste, wodurch nur sehr ungenaue Ergebnisse erzielt werden könnten. Bei einem Flug wurden zwischen zwei bis 50 Kisten gefüllt mit Kunstwerken transportiert. In der Bilanz wurde dementsprechend der konservative Ansatz gewählt und davon ausgegangen, dass im Schnitt immer eine Tonne transportiert wurde.

Einige Druck- und Papiererzeugnisse wurden von Online-Druckereien versendet, welche verschiedene Standorte in Deutschland und Europa haben. Somit konnte nicht nachvollzogen werden, welcher Transportweg zurückgelegt wurde. Der Transport dieser Waren konnte daher nicht bilanziert werden. Die Druck- und Papiererzeugnisse wurden dennoch in der Kategorie beschaffte Waren bilanziert (siehe Abschnitt 2.13).

Tabelle 4: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren vorgelagerter Transport

Vorgelagerter Transport von	Transport- strecke 2019	Transport- strecke 2020	Emissionsfaktor			Quelle Emissionsfaktor
			Direkt	Vorkette	Einheit	
Waren (LKW, Diesel)	12.566 tkm	4.315 tkm	0,107	0,025	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA 2020

Vorgelagerter Transport von	Transportstrecke 2019	Transportstrecke 2020	Emissionsfaktor			Quelle Emissionsfaktor
			Direkt	Vorkette	Einheit	
Kunstwerken an das Museum (LKW, Diesel)	15.236 km	49.228 km	0,865	0,206	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Waren (Transporter)	1366 km	470 km	0,246	0,06	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Kunstwerken an das Museum (Frachtflüge)	15.341 tkm	65.882 tkm	1,134	0,124	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA 2020

2.9 Nachgelagerter Transport

Der nachgelagerte Transport wird ebenfalls unter der Kategorie „Indirekte THG-Emissionen aus Transport“ (Scope 3) bilanziert. Dazu gehören Emissionen, die durch den Rücktransport von Kunstwerken zum Leihgeber, den Transport von Leihgaben an andere Museen oder von Waren entstehen. Wie auch die Emissionen des vorgelagerten Transportes variieren hier die Angaben aufgrund von verschiedener Transportarten und der zurückgelegten Distanz. Alle hier verwendeten Emissionsfaktoren entstammen der DEFRA Datenbank. Die Ermittlung der Aktivitätsdaten erfolgte auf gleiche Weise wie im vorangegangenen vorgelagerten Transport beschrieben. Der Transport von Einladungen und Flyern konnte nicht mitbilanziert werden, da die Adressen in ganz Deutschland verteilt sind und der Aufwand der Erhebung der Kilometer-Angaben zu hoch war.

Tabelle 5: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nachgelagerter Transport

Nachgelagerter Transport von	Transportstrecke 2019	Transportstrecke 2020	Emissionsfaktor			Quelle Emissionsfaktor
			Direkt	Vorkette	Einheit	
Kunstwerken aus dem Museum (LKW, Diesel)	18.116 km	58.863 km	0,865	0,206	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Waren (LKW mit Gelenk, Diesel)	703 km	0 km	0,916	0,218	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Waren (Transporter)	1.716 km	470 km	0,246	0,06	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Kunstwerken aus dem Museum (Frachtflüge)	41.642 tkm	41.300 tkm	1,134	0,124	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA 2020

2.10 Arbeitswege

Unter den Arbeitswegen des Museums Wiesbaden sind die Wege der Beschäftigten des Museums vom Wohnort zum Landesmuseum und wieder zurück zusammengefasst. Anhand eines Fragebogens wurde eine Online-Umfrage erstellt und allen Mitarbeitenden zur Verfügung gestellt. Von insgesamt 60 Mitarbeitenden wurden 52 Fragebögen ausgefüllt, sie alle waren 2019 und 2020 im Museum beschäftigt. Da in dieser Zeit sowie 2021 einige Mitarbeiter*innen das Museum verließen und andere neu hinzukamen, stellt die Rückläufer- und Neuangestelltenzahl einen repräsentativen Wert dar. Es wurde das überwiegend genutzte Verkehrsmittel, die Entfernung vom Wohnort zum Museum und die durchschnittliche Anzahl

der Arbeitstage pro Woche abgefragt. Die Anzahl der Arbeitswochen wurde mit 46 angenommen (52 Wochen gesamt abzüglich 6 Wochen Urlaubszeit). Um die Anzahl der zurückgelegten Kilometer pro Mitarbeitenden pro genutztes Verkehrsmittel zu bestimmen, wurde die Entfernung vom Wohnort zum Museum für Hin- und Rückweg mit 2 multipliziert. Dieses Ergebnis wurde mit der angegebenen Anzahl der Arbeitstage pro Woche und den 46 Arbeitswochen multipliziert. Wurden mehrere Verkehrsmittel genutzt, wurde die Annahme getroffen, dass sich die zurückgelegte Kilometeranzahl gleichmäßig auf die Verkehrsmittel verteilt und das Gesamtergebnis durch die Anzahl der ausgewählten Verkehrsmittel dividiert.

$$\frac{\text{Zurückgelegte Kilometer pro Person pro Verkehrsmittel} \times \text{Entfernung Wohnort – Museum} \times 2 \text{ (An- \& Abreise)} \times \text{Anzahl Arbeitstage pro Woche} \times 46 \text{ Arbeitswochen}}{\text{Anzahl der genutzten Verkehrsmittel}}$$

Somit konnte die Gesamtanzahl der zurückgelegten Kilometer pro Verkehrsmittel ermittelt werden. Diese wurden dann mit den entsprechenden Emissionsfaktoren aus der DEFRA Datenbank multipliziert, um die Gesamtemissionen durch den Pendlerverkehr zu bestimmen.

Tabelle 6: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Arbeitswege

Transport- mittel Arbeitsweg	Zurück- gelegte Wege 2019	Zurück- gelegte Wege 2020	Emissionsfaktor			Quelle Emissions- faktor
			Direkt	Vorkette	Einheit	
Zu Fuß	2.305 Pkm	9.783 Pkm	0	0	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
Fahrrad	17.675 Pkm	16.520 Pkm	0	0	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
ÖPNV Bus	15.395 Pkm	21.221 Pkm	0,103	0,025	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
ÖPNV Zug deutschland weit	43.393 Pkm	37.413 Pkm	0,037	0,007	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
ÖPNV S- Bahn	22.387 Pkm	25.760 Pkm	0,03	0,004	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
ÖPNV U- Bahn	8.035 Pkm	5.520 Pkm	0,028	0,004	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2020
Motorrad	5.750 km	9.430 km	0,113	0,031	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Auto Batterie/Elekt ro-fahrzeug	1.564 km	313 km	0,057	0,008	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Auto LPG	1.687 km	1.365 km	0,198	0,024	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Auto Benzin	130.861 km	96.738 km	0,174	0,048	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020
Auto Diesel	53.483 km	70.779 km	0,168	0,041	kg CO ₂ e/km	DEFRA 2020

2.11 Geschäftsreisen

Unter den Geschäftsreisen des Museums Wiesbaden wurden Kurierbegleitungen sowie Dienstreisen dokumentiert. Die Reisen umfassen nationale und internationale Flüge, Bahnreisen im Nah- und Fernverkehr sowie Kurierbegleitungen mit dem LKW. Die meisten Reisen wurden nicht durch Mitarbeiter*innen des Museums durchgeführt, sondern durch das Museum extern beauftragt und organisiert. Aktivitätsdaten zu diesen Dienstreisen wurden zum Großteil durch Lieferscheine und Rechnungen übermittelt. Wurden Ausstellungsstücke durch Kurierbegleitungen begleitet, wurde die Entfernung anhand des angegebenen Start- und Zielortes der Rechnungen per Google Maps ermittelt. Das gleiche Vorgehen wurde bei den Geschäftsreisen angewandt. Die Daten dafür entstammen der Hessischen Bezugsstelle.

Tabelle 7: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Dienstreisen

Transportmittel Dienstreise	Reisestrecke 2019 [Pkm]	Reisestrecke 2020 [Pkm]	Emissionsfaktor [kg CO ₂ e/Pkm]		Quelle Emissionsfaktor
			Direkt	Vorkette	
LKW	4.000	0	0,223	0,056	DEFRA 2020
Flugreise, Kurzstrecke, Economy	60.310	1.500	0,153	0,017	DEFRA 2020
Flugreise, Kurzstrecke	3.363	0	0,156	0,017	DEFRA 2020
Flugreise, international, Economy	68.400	37.800	0,139	0,015	DEFRA 2020
Flugreise, international	6.111	0	0,182	0,02	DEFRA 2020
Zug, deutschland- weit	36.365	32.390	0,037	0,007	DEFRA 2020
Zug, international	4.251	5.320	0,005	0,001	DEFRA 2020

2.12 Besucheranreisen

THG-Emissionen von Besucheranreisen werden laut der ISO 14064 der Kategorie 3.4 „Transport von Kunden und Besuchern“ zugerechnet. Diese THG entstehen indirekt durch den Weg, den die Besucher*innen des Museums als Anreise für ihren Museumsbesuch vorgenommen haben. Die Museumsmitarbeiter*innen haben kaum Einsicht, mit welchem Verkehrsmittel die Besucher*innen kommen. Daher konnte die Besucheranreise in der Bilanz nicht berücksichtigt werden. 2021 wurden Aktionen ins Leben gerufen, um die Besucher*innen zu motivieren, Fahrrad bzw. öffentlichen Personennahverkehr zu nutzen.

2.13 Beschaffte Güter

THG-Emissionen durch beschaffte Güter werden nach der ISO 14064 der Kategorie 4 „Indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren“ zugeordnet. Nach GHG Protocol zählen sie zu den vorgelagerten Scope 3 Emissionen. Die damit verbundenen THG-Emissionen entstehen indirekt durch die Produktion, die Lagerung und den Transport der

Produkte. Die Berechnung vorgelagerter Scope 3 Emissionen stellt Organisationen jedoch aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit häufig vor Herausforderungen. Für eine zuverlässige Berechnung der THG-Emissionen durch beschaffte Güter und Dienstleistungen sind spezifische Emissionsfaktoren für verschiedene Produkte bzw. Produktgruppen oder vergebene Aufträge notwendig. Oft liegen den Dienstleistern und Herstellern, von denen Güter beschafft werden, die sogenannten „Product Carbon Footprints“ ihrer Produkte und Dienstleistungen nicht vor. Falls die entsprechenden Daten nicht vorliegen, ist eine Annäherung mithilfe allgemeiner Emissionsfaktoren für bestimmte Produktgruppen möglich. Dieser Ansatz wurde in der vorliegenden Bilanz gewählt. Die beschafften Waren wurden dazu den Kategorien, für die die DEFRA Datenbank 2020 Durchschnittsfaktoren ausweist, zugeordnet.

Bei der Beschaffung des Museums Wiesbaden wurden zunächst Holz, Wasser, Kataloge und Faltblätter, Druckpapier, Glas, Metalle, durchschnittliche Kunststoffe, Papier und Karton gemischt, Chemikalien, Gestein und Tierkörper betrachtet, da diese Gruppen als relevanteste Produktgruppen, die regelmäßig beschafft werden, identifiziert wurden. Für alle beschafften Waren wurde das Gewicht bestimmt, entweder anhand der Gewichtsangabe auf der Rechnung bzw. Lieferschein, durch eigenständiges Wiegen oder durch die Bestimmung anhand von Richtwerten aus Literatur und dem Internet. Die Berechnung soll beispielhaft am größten Posten, dem Papier, erläutert werden. Die in 2019 und 2020 produzierten Druckerzeugnisse (Kataloge und Faltblätter) wurden in den meisten Fällen einzeln abgewogen. Wenn das Abwiegen jedoch nicht möglich war, wurde das Gewicht errechnet, indem die Papierstärke bzw. Materialstärke in g/m² mit den Maßen und der entsprechenden Auflage aus den Aufträgen bzw. Lieferscheinen und Rechnungen multipliziert wurde. Bei den beschafften Büchern waren nur die Gesamtausgaben für Bücher bekannt, jedoch nicht die genaue Stückzahl oder das Gewicht. Die Anzahl der beschafften Bücher wurde über einen Durchschnittspreis für Bücher von 25 € ermittelt und das Gewicht anschließend über ein Durchschnittsgewicht von 0,0005 t/Buch.

Für Gesteine, Tierkörper oder Chemikalien konnten keine Emissionsfaktoren ermittelt und daher keine THG-Emissionen berechnet werden.

Besonders hoch ist die Datenqualität bei den Angaben zum Druckerpapier, da diese direkt aus den Lieferscheinen abgelesen und ohne weitere Umrechnung zusammenaddiert werden konnten.

Tabelle 8: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren beschaffte Güter

Beschaffte Güter	Beschaffte Menge 2019	Beschaffte Menge 2020	Emissionsfaktor	Einheit	Quelle Emissionsfaktor
Holz	7,179 t	8,455 t	312,612	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Glas	0,305 t	1,026 t	843	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Papier	7,687 t	5,607 t	919,396	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Papier und Karton gemischt	0,259 t	0,131 t	853,567	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Kunststoffe	0,636 t	0,982 t	3116,292	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Metalle	0,178 t	1,03 t	3894,223	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Wasser	2.310 m ³ /a	1.866 m ³ /a	0,344	kg CO ₂ e/m ³	DEFRA 2020

2.14 Abfall

Die Entsorgung von Abfall erzeugt ebenfalls Emissionen. Die Abfallentsorgung wird den vorgelagerten Scope 3 Emissionen zugerechnet bzw. Kategorie 4 „Indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren“ der ISO 14064. In dieser wird Abfall in Kategorie 4.3 „Entsorgung flüssiger und fester Abfälle“ bilanziert. Im Museum Wiesbaden liegen für Holz, Papier, Elektroschrott, Bauschutt und Abwasser genaue Mengenangaben vor. Für diese Abfallfraktionen konnten anhand der Angaben auf den Rechnungen oder Lieferscheinen die verursachten Tonnen genau angegeben werden. Für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe, wie auch die kommunale Papiertonne liegen keine konkreten Mengenangaben vor. Hier wurden die Mengen (in Tonnen) anhand der jeweiligen Mülltonnenvolumina multipliziert mit dem Abholintervall hochgerechnet auf ein Jahr ermittelt. Alle Fraktionen gehen in das Recycling oder die thermische Verwertung und werden anhand des entsprechenden Emissionsfaktors für Recycling oder der Verbrennung aus der DEFRA Datenbank 2020 bilanziert. Biomüll wird nur bei Bedarf abgeholt. Aufgrund dessen ist eine Ermittlung der angefallenen Mengen und somit eine Bilanzierung des Biomülls nicht möglich.

Tabelle 9: Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren Abfall

Abfallart	Abfallmenge 2019	Abfallmenge 2020	Emissionsfaktor	Einheit	Quelle Emissionsfaktor
Holz	7,6 t	3,0 t	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Papier	15,0 t	14,0 t	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Elektroschrott	0,405 t	0,290 t	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Bauschutt	6,3 t	1,8 t	1,010	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Abwasser	2.310 m ³ /a	1.866 m ³ /a	0,708	kg CO ₂ e/m ³	DEFRA 2020
Restmüll	7,0 t	7,0 t	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020
Wertstoff	5,0 t	5,0 t	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA 2020

2.15 Speisen im Museumscafé

Klimarelevante Emissionen im Bereich Ernährung entstehen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Produktion bis zum Verzehr von Lebensmitteln. Aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von Daten konnte eine Emissionsberechnung der Speisen im Museumscafé nicht vorgenommen werden.

3 Ergebnisse der THG-Bilanz

Die Gesamtergebnisse der THG-Bilanz des Museums Wiesbaden sind in Tabelle 10 dargestellt. Insgesamt betrugen die THG-Emissionen des Landesmuseums im Jahr 2019 **587.487 kg CO₂e** und im Jahr 2020 **734.701 kg CO₂e**. Die THG-Emissionen sind demnach von 2019 auf 2020 um 25 % gestiegen.

Direkte Emissionen durch Erdgasverbrauch und Kältemittelverluste (Scope 1) verursachten 2019 insgesamt 314.243 kg CO₂e. Dies entspricht einem Anteil von 54 % an den Gesamtemissionen im Jahr 2019 (vgl. Abbildung 5). Im Jahr 2020 stiegen diese Emissionen auf 342.866 kg CO₂e, jedoch machen diese einen geringeren Anteil (47 %) an den Gesamtemissionen in 2020 aus (vgl. Abbildung 6). In beiden Jahren entstand durch die 1. Kategorie bzw. Scope 1 der größte Anteil an Emissionen.

Die indirekten Emissionen durch Strombezug (Scope 2) sanken von 67.052 kg CO₂e in 2019 um 7 % auf 62.664 kg CO₂e in 2020. Der Anteil an den Gesamtemissionen sank somit von 11% (2019) auf 8% (2020) (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). Damit ist Kategorie 2 der drittgrößte Posten der Gesamtbilanz.

Nach den Emissionen durch den Erdgasverbrauch verursachten die indirekten THG-Emissionen aus dem Transport (Scope 3) in beiden Jahren (2019 und 2020) den zweitgrößten Anteil an den Gesamtemissionen. Kategorie 3 umfasst vor- und nachgelagerten Transport, Geschäftsreisen sowie Arbeitswege. Im Jahr 2019 wurden in Kategorie 3 182.634 kg CO₂e verursacht, was insgesamt 31 % der Gesamtemissionen entspricht (vgl. Tabelle 10). Im Jahr 2020 stiegen die verursachten Emissionen in der Kategorie auf 302.466 kg CO₂e und somit 41 % der Gesamtemissionen (vgl. Tabelle 10).

Den geringsten Anteil an den Gesamtemissionen machen in beiden Jahren die indirekten THG-Emissionen der von der Organisation genutzten Waren aus (Kategorie 4). Hier sind sowohl die beschafften Waren als auch die Entsorgung der Abfälle und die Energieverbräuche der angemieteten Lager enthalten. Im Jahr 2019 betrug der Ausstoß dieser Kategorie 23.558 kg CO₂e und damit 4 % der Gesamtemissionen (vgl. Tabelle 10). Im Jahr 2020 wurden 26.705 kg CO₂e verursacht, was ebenfalls einem Anteil von ca. 4 % entspricht (vgl. Tabelle 10). Kategorie 5 (Indirekte THG-Emissionen in Verbindung mit der Nutzung von Produkten der Organisation) und Kategorie 6 (Indirekte THG-Emissionen aus anderen Quellen) wurden im Rahmen dieser Bilanzierung nicht betrachtet (siehe [Operative Systemgrenze](#)).

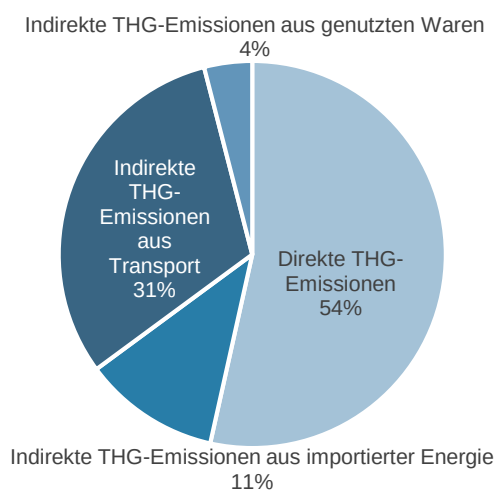


Abbildung 5: Gesamtübersicht Emissionen nach Kategorien 2019

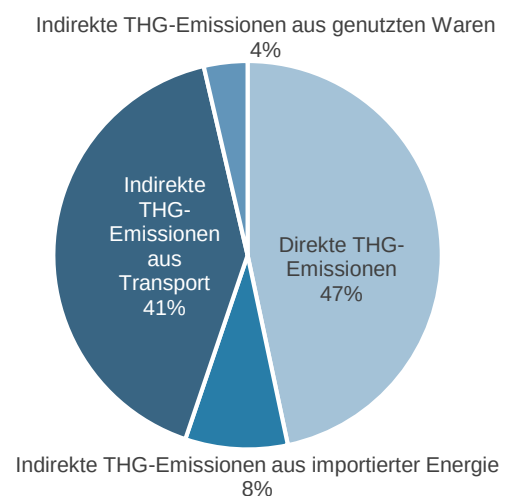


Abbildung 6: Gesamtübersicht Emissionen nach Kategorien 2020

Tabelle 10: Gesamtübersicht der Ergebnisse

Scope	Kategorie nach ISO 14064-1		Details	kg CO ₂ e 2019	Anteil an Gesamt-emissionen 2019	kg CO ₂ e 2020	Anteil an Gesamt-emissionen 2020	Prozentuale Veränderung von 2019 auf 2020	Genauigkeit
1	1	Direkte THG-Emissionen und Entzug direkter THG	Direkte Emissionen	314.243	54 %	342.866	47 %	+9 %	Hoch
	1.1	stationäre Verbrennung	Erdgas	303.518	52 %	319.986	44 %	+5 %	Hoch
	1.2	mobile Verbrennung	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	1.3	Prozesse, die aus Industrieprozessen entstehen	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	1.4	die durch die Freisetzung von Treibhausgasen in anthropogenen Systemen entstehen	Kältemittel	10.725	2 %	22.880	3 %	+113 %	Hoch
	1.5	Flächennutzung, Flächennutzungsänderung und Forstwirtschaft	n.r.	0	0 %	0	0 %		
2	2	Indirekte THG-Emissionen aus importierter Energie	Energiebezug	67.052	11 %	62.664	9 %	-7 %	Hoch
	2.1	importierte Elektrizität	Strom	67.052	11 %	62.664	9 %	-7 %	Hoch
	2.2	importierte Energie	n.r.	0	0 %	0	0 %		
3	3	Indirekte THG-Emissionen aus Transport	Transport	182.634	31 %	302.466	41 %	+66 %	Mittel
	3.1	vorgelagerter Transport und Verteilung von Waren	Vorgelagerter Transport	37.703	6 %	136.352	19 %	+262 %	Mittel
	3.2	nachgelagerter Transport und Verteilung von Waren	Nachgelagerter Transport	73.122	13 %	115.186	16 %	+58 %	Mittel
	3.3	Pendler-Berufsverkehr	Arbeitswege	46.443	8 %	43.372	6 %	-7 %	Mittel
	3.4	Transport von Kunden und Besuchern	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	3.5	Geschäftsreisen	Geschäftsreisen	25.365	4 %	7.556	1 %	-70 %	Mittel
	4	Indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren	Genutzte Waren	23.558	4 %	26.705	4 %	+13 %	Mittel
	4.1	beschaffte Waren	Beschaffte Waren	13.259	2 %	17.271	2 %	+30 %	Gering
	4.3	Entsorgung fester und flüssiger Abfälle	Abfälle	2.382	0,4 %	1.942	0,3 %	-19 %	Mittel
	4.4.	Nutzung von Anlagen	Strom & Heizung Lager	7.917	1 %	7.492	1 %	-5 %	Gering
	5	Indirekte THG-Emissionen in Verbindung mit der Nutzung von Produkten der Organisation	n.r.	0	0 %	0	0 %		Mittel
	5.1	Nutzungsphase des Produkts	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	5.2	nachgelagerte gemietete Anlagen	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	5.3	Lebensdauerendphase des Produkts	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	5.4	Investitionen	n.r.	0	0 %	0	0 %		
	6	Indirekte THG-Emissionen aus anderen Quellen	n.r.	0	0 %	0	0 %		
		GESAMT in kg CO ₂ e		587.487		734.701		+25 %	

Tabelle 10 zeigt eine Gegenüberstellung der Gesamtemissionen der Jahre 2019 und 2020. Es wird deutlich, dass die direkten Emissionen im Jahr 2020 um 9 % höher sind als im Jahr 2019. Die indirekten Emissionen aus importiertem Strom sind hingegen um 7 % gesunken. Der Transport, welcher Kategorie 3 zuzurechnen ist, ist wiederum erheblich gestiegen. Dieser hat sich von 2019 auf 2020 um 66 % erhöht. Die indirekten Emissionen, welche durch genutzte Waren (Kategorie 4) entstehen, verzeichneten einen Anstieg von ca. 13 %.

In Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die prozentualen Anteile der Emissionen an den Gesamtemissionen für 2019 und 2020 graphisch abgebildet. Erdgas stellt in beiden Jahren den größten Emittenten dar. Im Jahr 2019 ist Erdgas für 52 % der Emissionen verantwortlich, im Jahr 2020 für 44 %. Es folgt der nachgelagerte Transport mit 13 % im Jahr 2019, während der vorgelagerte Transport 2020 mit 19 % den zweitgrößten Emittenten darstellt. Die drittgrößte Emissionsquelle bildet im Jahr 2019 der Strom (11 %), während es im Jahr 2020 der nachgelagerte Transport (16 %) ist und Strom erst auf Platz 4 (8%) kommt.

Insgesamt sind die Emissionen aus dem Strombezug des Museums (ohne Lager) jedoch relativ gering, da das Museum Wiesbaden selbst erneuerbaren Strom aus Wasserkraft bezieht.

Als wichtigste Handlungsfelder zur Reduktion der THG-Emissionen des Museums Wiesbaden können auf Basis dieser Ergebnisse der Erdgasverbrauch sowie die Transporte identifiziert werden.

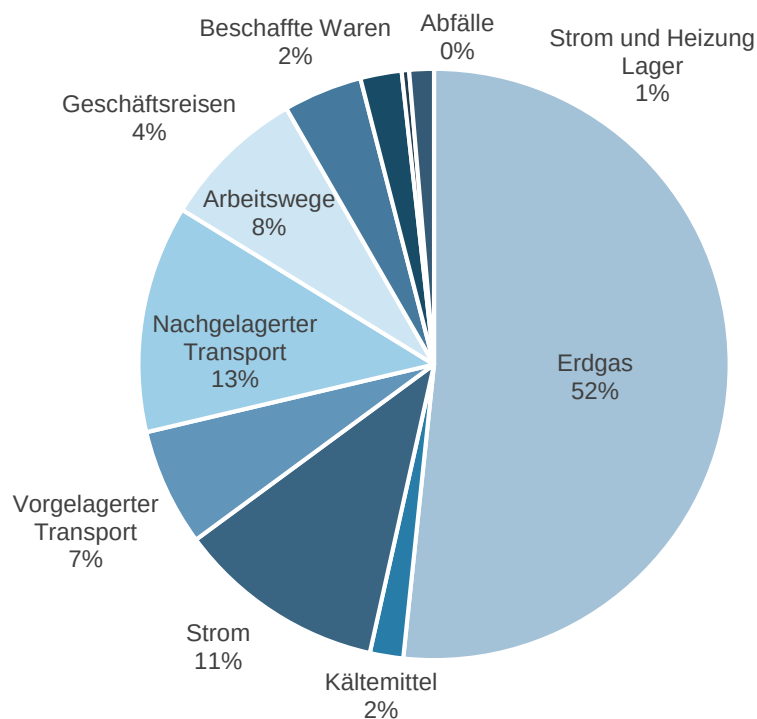


Abbildung 7: Übersicht Emissionen 2019

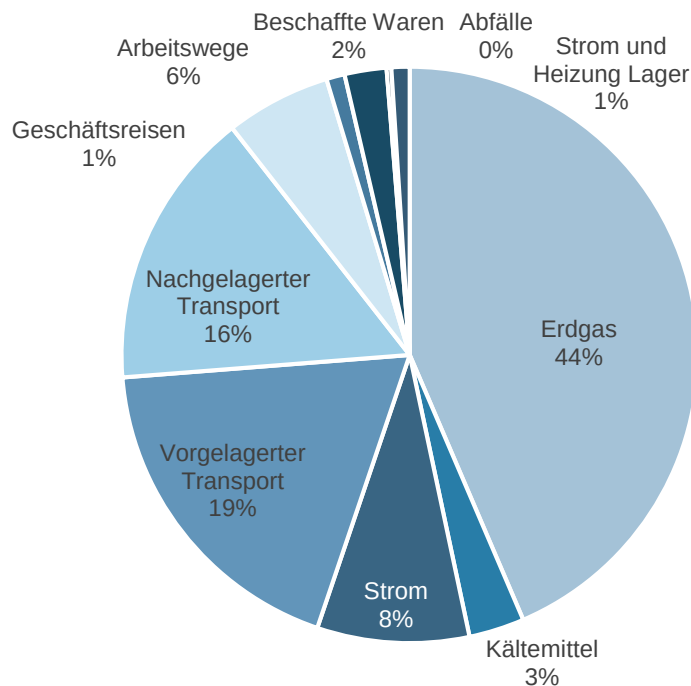


Abbildung 8: Übersicht Emissionen 2020

3.1 Scope 1 und 2: Direkte Emissionen und indirekte Emissionen durch importierte Energie

Die detaillierten Emissionen aus Kategorie 1 bzw. Scope 1 sowie Kategorie 2 bzw. Scope 2 sind in Tabelle 11 aufgeführt. Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen die prozentualen Anteile von Erdgas, Kältemittel und importierter Elektrizität an Kategorie 1 bzw. Scope 1 und Kategorie 2 bzw. Scope 2 in den jeweiligen Jahren.

Tabelle 11: THG-Emissionen 2019 und 2020 – Direkte Emissionen (Kategorie 1) & Indirekte THG-Emissionen aus importierter Energie (Kategorie 2)

Kategorie nach ISO 14064-1		Details	kg CO ₂ e 2019	kg CO ₂ e 2020	Entwicklung 2019 - 2020
1	Direkte THG-Emissionen und Entzug direkter THG		329.866	359.337	+ 9 %
1.1	stationäre Verbrennung	Erdgas	303.518	319.986	+ 5 %
1.4	die durch die Freisetzung von THG in anthropogenen Systemen entstehen	Kältemittel	10.725	22.880	+ 113 %
2	Indirekte THG-Emissionen aus importierter Energie	Energiebezug	67.052	62.664	- 7 %
2.1	importierte Elektrizität	Strom	67.052	62.664	- 7 %
Gesamt Scope 1 und 2			396.918	422.001	+ 6 %

Es wird deutlich, dass sowohl im Jahr 2019 als auch im Jahr 2020 Erdgas die Hauptemissionsquelle in Bezug auf Scope 1 und Scope 2 darstellt (Jahr 2019: 80 %; Jahr 2020 79 %). Trotz der langen Schließung des Museums aufgrund der Corona-Pandemie im Jahr 2020 (etwa 1/3 der regulären Öffnungszeiten), ist der Stromverbrauch im Vergleich zu 2019

nicht drastisch zurückgegangen (ca. -7 %), während der Erdgasverbrauch sogar um 5 % angestiegen ist. Dies ist auf die für die Ausstellungsstücke erforderliche Vollklimatisierung (konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit) im Museum zurückzuführen. Erdgas wird unter anderem als Energieträger für die Anlagentechnik zur Entfeuchtung der Räume genutzt, die auch bei Schließung des Museums erforderlich war. Durch die Besucher wird zudem Wärme mit in das Museum hineingebracht. Da diese im Jahr 2020 größtenteils wegfielen, musste die fehlende Wärme durch zusätzliches Heizen kompensiert werden, um eine konstante Temperatur im Museum zu gewährleisten.

Der Stromverbrauch des Museums und die daraus entstandenen Emissionen sind in Abbildung 9 und Abbildung 10 als importierte Elektrizität abgebildet. Diese bildet im Jahr 2019 17 % der Scope 1 und 2 Emissionen und einen absoluten Wert von 67.052 kg CO₂e (vgl. Tabelle 11). Im Jahr 2020 sinken sowohl die absoluten Emissionen (62.664 kg CO₂e vgl. Tabelle 11) als auch der prozentuale Anteil an den Scope 1 und 2 Emissionen (15 %). Dies ist auf die verminderte Auslastung der Büros, welche hauptsächlich durch den anteiligen Strom beheizt und beleuchtet werden, während des Corona-Jahres zurückzuführen. Dabei wurden ausschließlich die Emissionen durch den Strombezug des Landesmuseums selbst berücksichtigt. Die Emissionen des Strombezugs der angemieteten Lager sind der Kategorie 4.4 „Nutzung von Anlagen“ zuzuordnen. Da das Landesmuseum mit Ökostrom aus Wasserkraft versorgt wird, fallen keine direkten Emissionen, sondern nur Vorketten-, beispielsweise durch den Bau der Kraftwerke und der Netzanlagen, an.

Kältemittelleckagen spielen als Emissionsquelle im Vergleich zu Erdgas und importierter Elektrizität eher eine untergeordnete Rolle. Festzuhalten ist jedoch, dass sowohl die absoluten Emissionen, verursacht durch Kältemittelleckagen (Jahr 2019: 10.725 kg CO₂e; Jahr 2020: 22.880 kg CO₂e), als auch der prozentuale Anteil an den direkten Emissionen und indirekten Emissionen (Kategorie 1 und 2) (Jahr 2019: 3 %; Jahr 2020: 6 %) angestiegen ist.

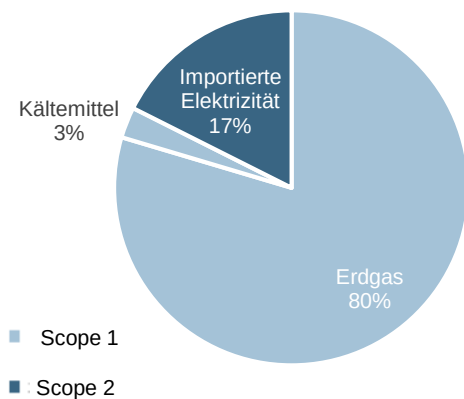


Abbildung 9: Übersicht Scope 1 und 2 2019

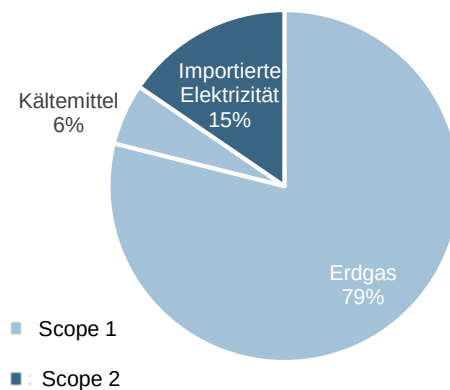


Abbildung 10: Übersicht Scope 1 und 2 2020

3.2 Scope 3: Indirekte Emissionen aus Transport

Die detaillierten Ergebnisse für die Emissionen aus Kategorie 3 sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Tabelle 12: Übersicht Kategorie 3 (indirekte THG-Emissionen aus Transport 2019 & 2020)

Kategorie nach ISO 14064-1		kg CO ₂ e 2019	kg CO ₂ e 2020	Entwicklung 2019 - 2020
3	Indirekte THG-Emissionen aus Transport	182.634	302.466	+66 %
3.1	vorgelagerter Transport und Verteilung von Waren	37.703	136.352	+262 %
3.1.1	LKW (Diesel)	17.987	53.331	+197 %
3.1.2	Frachtflüge	19.299	82.878	+330 %
3.1.3	Transporter	418	144	-66 %
3.2	nachgelagerter Transport und Verteilung von Waren	73.122	115.186	+58 %
3.2.1	LKW (Diesel)	20.213	63.088	+212 %
3.2.2	Frachtflüge	52.384	51.954	-0,8 %
3.2.3	Transporter	525	144	-73 %
3.3	Pendler-Berufsverkehr	46.443	43.372	-7 %
3.3.1	Individualverkehr	41.543	37.955	-9 %
3.3.1.1	Motorrad	828	1.358	+64 %
3.3.1.2	Auto (Benzin)	29.065	21.486	-26 %
3.3.1.3	Auto (Diesel)	11.174	14.788	+32 %
3.3.1.4	Auto (LPG)	374	303	-19 %
3.3.1.6	Auto (Elektro)	102	20	-80 %
3.3.4	ÖPNV	4.900	5.417	+11 %
3.3.4.1	Bus	1.969	2.715	+38 %
3.3.4.2	Zug (deutschlandweit)	1.917	1.653	-14 %
3.3.4.3	S-Bahn	762	877	+15 %
3.3.4.4	U-Bahn	251	173	-31 %
3.5	Geschäftsreisen	25.365	7.556	-70 %
3.5.1	LKW	1.118	0	-100 %
3.5.2	Flugreisen	22.617	6.095	-73 %
3.5.2.1	Kurzstrecken nach/von Deutschland	10.817	255	-98 %
3.5.2.2	International von/nach außerhalb Deutschlands	11.800	5.840	-51 %
3.5.3	Zugreisen	1.631	1.461	-10 %
3.5.3.1	Zug (deutschlandweit)	1.607	1.431	-11 %
3.5.3.2	Zug (international)	24	30	+25 %

Die indirekten THG-Emissionen aus dem Transport haben von 2019 (182.634 kg CO₂e) auf 2020 (302.466 kg CO₂e) um 66% zugenommen. Die höchsten Emissionen im Bereich Transport wurde im Jahr 2019 durch die nachgelagerten Transporte (73.122 kg CO₂e) und im Jahr 2020 durch die vorgelagerten Transporte (136.352 kg CO₂e) verursacht. Abbildung 11 und Abbildung 12 veranschaulichen jeweils die Anteile von vor- und nachgelagertem Transport, Geschäftsreisen und den Arbeitswegen an Kategorie 3 in 2019 und 2020. Es wird deutlich, dass der Anteil des vorgelagerten Transports von 2019 (21%) auf 2020 (45%) stark zugenommen hat. Der Anteil des nachgelagerten Transports ist in etwa gleichgeblieben (2019: 40%; 2020: 38%). Der Anteil der Arbeitswege hat von 25% in 2019 auf 14% in 2020 deutlich

abgenommen, wie auch die Geschäftsreisen (2019: 14%; 2020 3%). Zurückzuführen lassen sich die Veränderungen auf das Corona-Jahr 2020, das mit vermehrtem Homeoffice und der Vermeidung von Geschäftsreisen einherging.

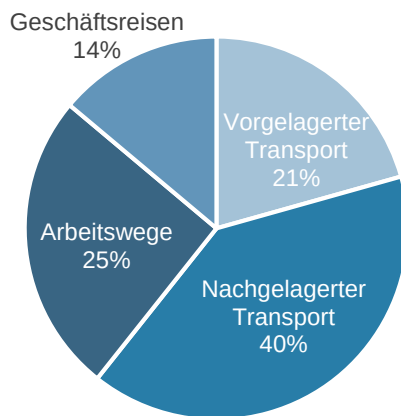


Abbildung 11: Gesamtübersicht Kategorie 3: Emissionen aus Transport 2019

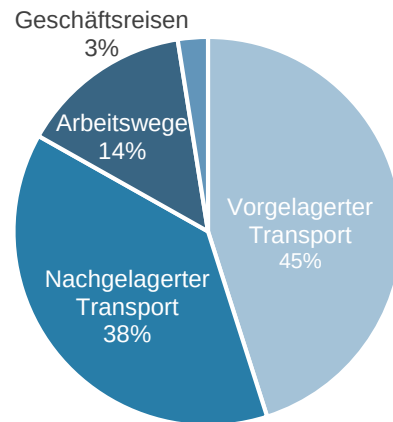


Abbildung 12: Gesamtübersicht Kategorie 3: Emissionen aus Transport 2020

Vor- und nachgelagerter Transport

Abbildung 13 stellt einen Überblick über die vorgelagerten als auch die nachgelagerten Transporte und deren Untergliederung in drei Transportmittel in den Jahren 2019 und 2020 dar. Sowohl 2019 als auch 2020 resultieren die meisten Emissionen aus Frachtflügen. Allerdings ist anzumerken, dass die Emissionen, welche durch die Frachtflüge im Jahr 2020 verursacht werden, ungefähr doppelt so hoch sind wie die des Jahres 2019. Grund dafür sind vermehrte Transporte von Ausstellungsstücken / Leihgaben aus Australien, Neuseeland und den USA. Ähnlich verhält es sich bei den Emissionen, die durch den Transport per LKW verursacht werden; in beiden Jahren bilden sie die zweithöchste Gruppe, jedoch sind die Emissionen im Jahr 2020 ca. 3-mal so hoch wie die im Jahr 2019. Die Emissionen, welche durch Fahrten mit Transportern entstehen, nehmen in beiden Jahren eine untergeordnete Rolle ein.

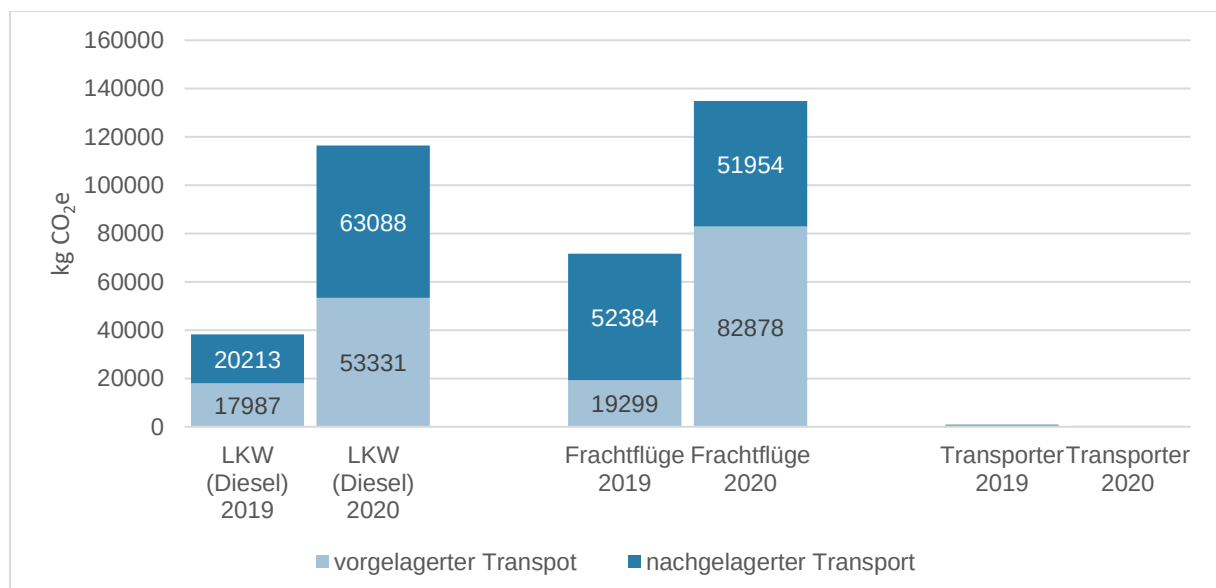


Abbildung 13: Vorgelagerte und nachgelagerte Transporte 2019 und 2020

Pendler-Berufsverkehr

Die Emissionen, verursacht durch den Arbeitsweg, haben sich von 46.443 kg CO₂e in 2019 auf 43.372 kg CO₂e in 2020 verringert. Dies entspricht einer prozentualen Abnahme von ca. 7 %. In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind die von den Mitarbeitenden gewählten Transportmittel für ihre Arbeitswege zu sehen. 88 % (2019) bzw. 85% (2020) der Emissionen durch den Pendler-Berufsverkehr entstehen durch die Anreise mit dem Auto. Wie Abbildung 16 zeigt, entstehen die Emissionen insbesondere durch die Anreise mit benzinbetriebenen PKWs. Ein ebenfalls mengenmäßig bedeutendes Transportmittel stellen die dieselbetriebenen Autos dar. Die Emissionen durch LPG-betriebene oder elektrobetriebene Fahrzeuge sind hingegen sehr gering. Weiterhin entstehen 2 % (2019) bzw. 3 % (2020) der Emissionen im Bereich der Pendler-Anreise durch die Nutzung von Motorrädern. Deutlich weniger Emissionen als durch den Individualverkehr entstehen durch die genutzten Transportmöglichkeiten des ÖPNV.

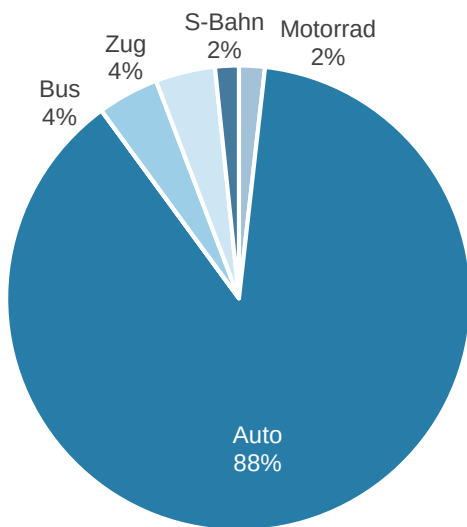


Abbildung 14: Zusammensetzung THG-Emissionen Arbeitswege 2019

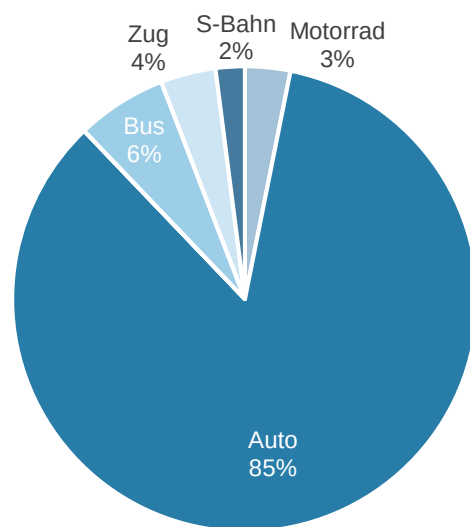


Abbildung 15: Zusammensetzung THG-Emissionen Arbeitswege 2020

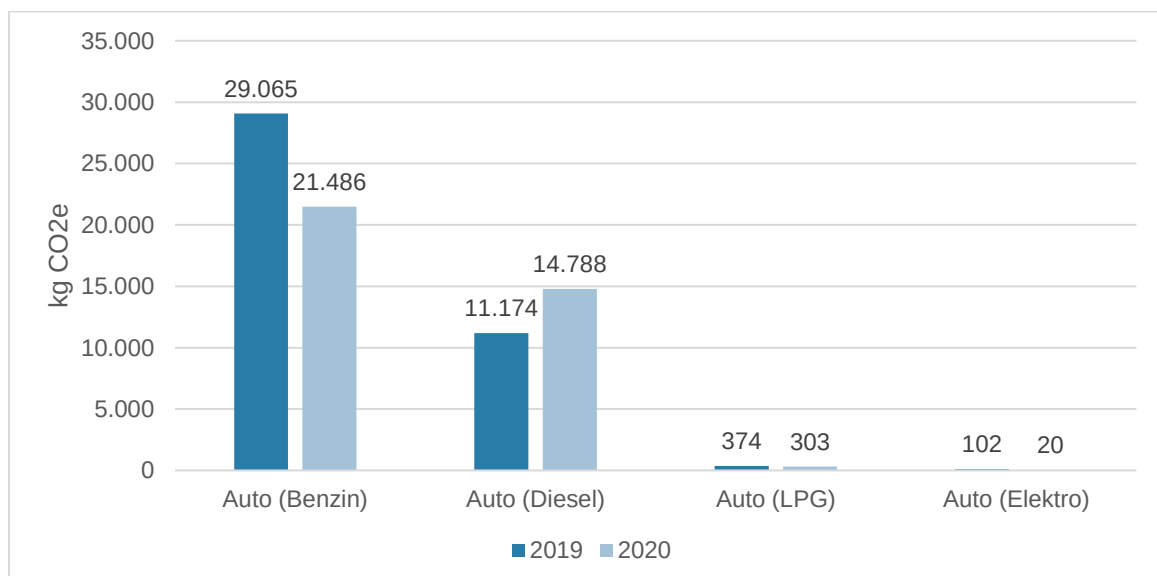


Abbildung 16: Emissionen nach PKW-Arten in 2019 und 2020

Geschäftsreisen

In absoluten Zahlen haben sich die Emissionen, verursacht durch Geschäftsreisen, von 25.365 kg CO₂e auf 7.556 kg CO₂e verringert. Dies entspricht einer prozentualen Abnahme von 70 % (vgl. Tabelle 12). Die verschiedenen Emissionsquellen der Geschäftsreisen und die Anteile der entstandenen Emissionen durch die gewählten Transportmittel werden in Abbildung 17 (2019) und Abbildung 18 (2020) dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die bedeutendste Emissionsquelle die Flugreisen sind. Im Vergleich zu 2019 ist der Anteil an Flugreisen von 89 % auf 81 % in 2020 gesunken aufgrund der eingeschränkten Geschäftsreisetätigkeiten durch die Corona-Pandemie. Reisen mit dem Zug spielen in 2019 mit 7 % und in 2020 mit 19 % eine untergeordnete Rolle. In 2019 gab es zusätzlich noch Kurierbegleitungen mit dem LKW, welche 4 % der Emissionen ausmachen.

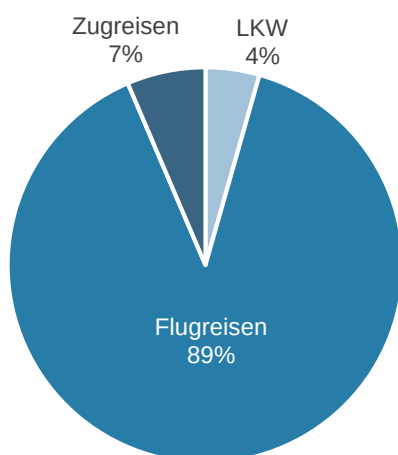


Abbildung 17: Zusammensetzung THG-Emissionen Geschäftsreisen 2019

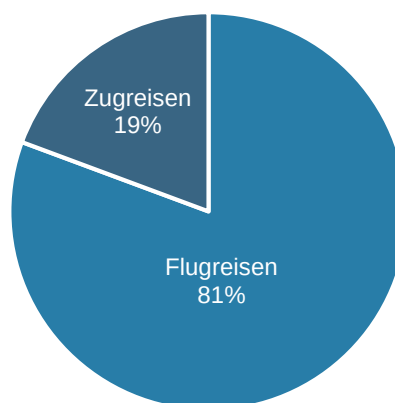


Abbildung 18: Zusammensetzung THG-Emissionen Geschäftsreisen 2020

Der Anteil an den indirekten Emissionen aus Transport hat sich also sowohl bei dem Arbeitsweg als auch bei den Geschäftsreisen von 2019 auf 2020 erheblich verringert.

3.3 Scope 3: Indirekte THG-Emissionen aus genutzten Waren

Folgende Tabelle zeigt die Emissionen von Kategorie 4 für das Jahr 2019 und 2020:

Tabelle 13: Übersicht Kategorie 4 (Indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren) 2019 und 2020

Kategorie nach ISO 14064-1		Details	kg CO ₂ e 2019	kg CO ₂ e 2020	Entwicklung 2019 - 2020
4	Indirekte THG-Emissionen aus von der Organisation genutzten Waren	Genutzte Waren	23.385	26.535	+14 %
4.1	Beschaffte Waren	Beschaffte Waren	13.259	17.271	+30 %
4.1.1	Wasser		795	642	-19 %
4.1.2	Papier		7.067	5.155	-27 %
4.1.3	Papier & Karton gemischt		221	112	-49 %
4.1.4	Holz		2.244	2.643	+18 %
4.1.5	Kunststoffe		1.982	3.060	+54 %

Kategorie nach ISO 14064-1		Details	kg CO ₂ e 2019	kg CO ₂ e 2020	Entwicklung 2019 - 2020
4.1.6	Metalle		693	4.011	+479 %
4.1.7	Glas		257	1.647	+541 %
4.3	Entsorgung fester und flüssiger Abfälle	Abfälle	2.004	1.564	-22 %
4.3.1	Papier		314	292	-7 %
4.3.2	Holz		162	64	-61 %
4.3.3	Elektroschrott		9	6	-28 %
4.3.4	Bauschutt		6	2	-71 %
4.3.5	Abwasser		1.635	1.321	-19 %
4.3.6	Restmüll		146	146	0 %
4.3.7	Wertstoffe		110	110	0 %
4.4	Nutzung von Anlagen	Strom und Heizung	8.121	7.701	-5 %
4.4.1	Strom	Strom	3.946	3.442	-13 %
4.4.2	Heizung (Gas)	Heizung	4.176	4.259	+2 %

Die verursachten Emissionen in Kategorie 4 haben von 2019 (23.385 kg CO₂e) auf 2020 (26.535 kg CO₂e) um 14% zugenommen. Den mengenmäßig bedeutendsten Emittenten in Kategorie 4 stellen in beiden Jahren die beschafften Waren mit 13.259 kg CO₂e (2019) und 17.271 kg CO₂e (2020) dar (vgl. Tabelle 13). Wie in Abbildung 19 und Abbildung 20 zu sehen, machen diese Emissionen insgesamt 56 % (2019) bzw. 65 % (2020) der Emissionen der Kategorie 4 aus. Insgesamt sind die Emissionen durch die beschafften Waren von 2019 auf 2020 um 30 % gestiegen (vgl. Tabelle 13). Strom und Heizung der Lager entsprechen zusammen in beiden Jahren ungefähr einem Drittel der Emissionen in Kategorie 4. Den mengenmäßig geringsten Anteil der Emissionen stellen Abfälle mit 10 % (2019) bzw. 7 % (2020) dar.

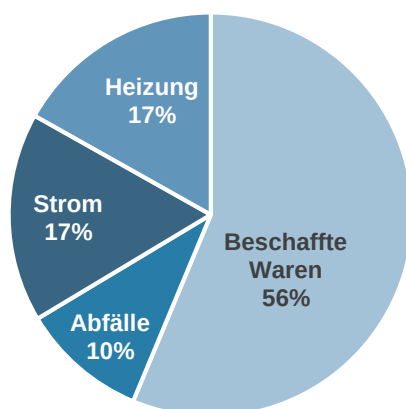


Abbildung 19: Gesamtübersicht Kategorie 4:
Emissionen genutzter Waren 2019

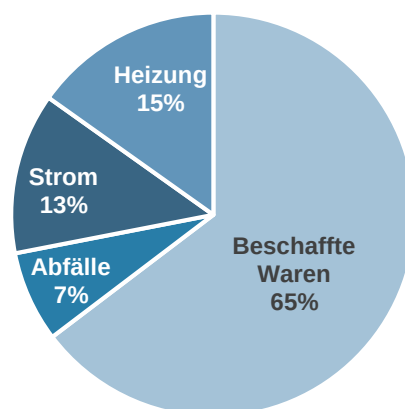


Abbildung 20: Gesamtübersicht Kategorie 4:
Emissionen genutzter Waren 2020

Beschaffte Waren

Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen die Zusammensetzung der Emissionen im Bereich der beschafften Waren 2019 und 2020. Ungefähr die Hälfte der Emissionen entfallen in 2019 auf Papier (53 %). Die verursachten Emissionen durch die Beschaffung des Papiers nahmen von 2019 auf 2020 ab (vgl. Abbildung 23) jedoch bildet Papier nach wie vor den größten Anteil (vgl. Abbildung 22). Der Anteil durch die Beschaffung von Holz blieb in beiden Jahren ungefähr gleich (2019: 17 %; 2020: 15 %). Die Emissionen durch das beschaffte Holz ist jedoch leicht gestiegen (vgl. Abbildung 23). Eine ähnliche Größenordnung weisen die Emissionen durch die beschafften Kunststoffe auf, welche sowohl mengenmäßig (vgl. Abbildung 23), wie auch anteilig (vgl. Abbildung 21 und Abbildung 22) leicht von 2019 auf 2020 gestiegen sind. Die Emissionen durch beschaffte Metallwaren sind von 2019 auf 2020 stark gestiegen (vgl. Abbildung 21 und Abbildung 22) aufgrund einer Ausstellung, die besondere Einbauten aus Metall benötigte. Eine eher untergeordnete Rolle spielen die Emissionen aus dem beschafften Wasser, Glas und der Kategorie Papier & Karton gemischt. Für Gesteine, Tierkörper oder Chemikalien konnten keine Emissionsfaktoren aus der DEFRA Datenbank ermittelt und daher keine THG-Emissionen berechnet werden.

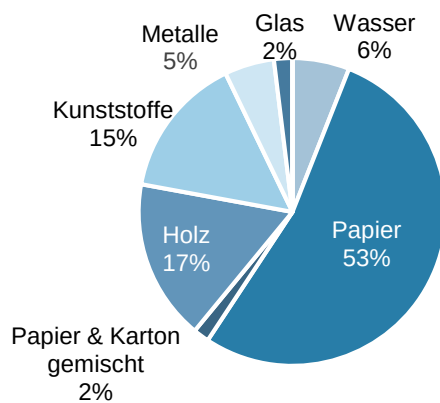


Abbildung 21: Zusammensetzung Emissionen beschaffter Waren 2019

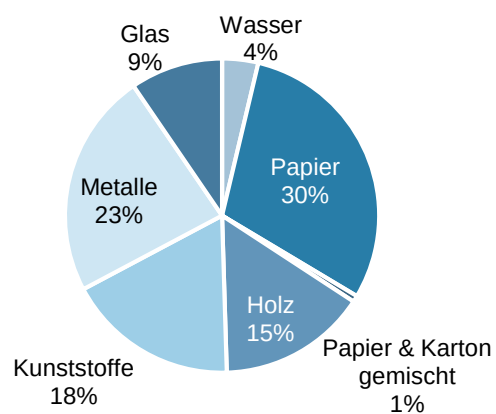


Abbildung 22: Zusammensetzung Emissionen beschaffter Waren 2020

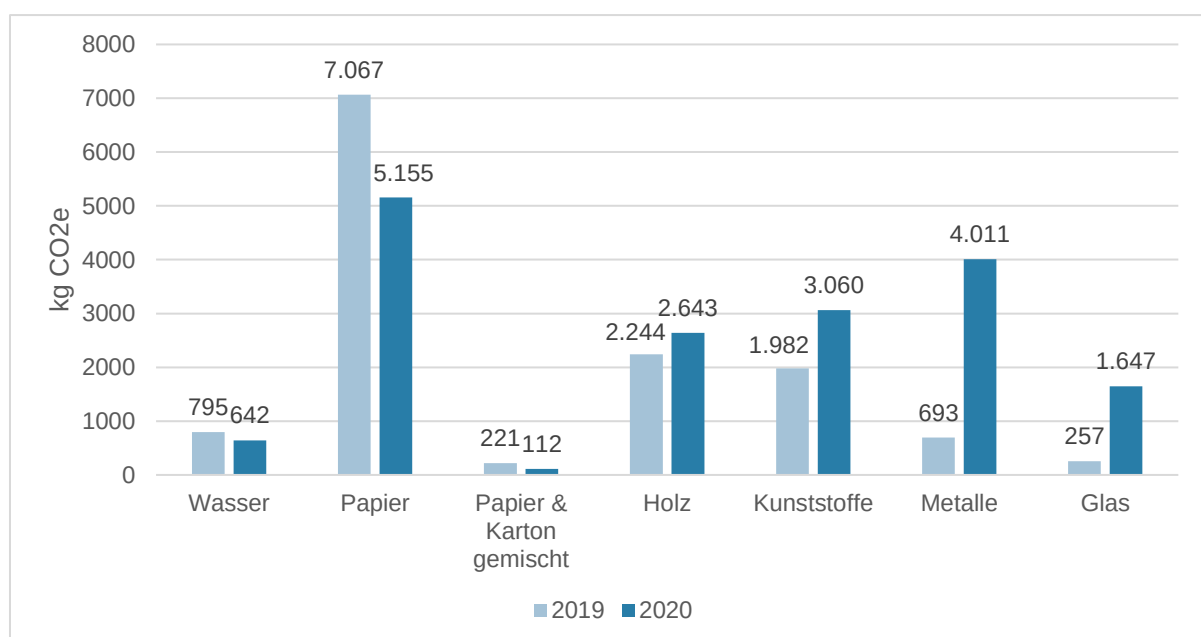


Abbildung 23: Entwicklung der Emissionen aus den beschafften Waren von 2019 auf 2020

Nutzung von Anlagen

Die Emissionen durch die Nutzung von Anlagen, also durch den Strom- und Heizbedarf der beiden Lager machen in beiden Jahren jeweils weniger als 1 % aus (vgl. Tabelle 10). Die berechneten Emissionen basieren nicht auf tatsächlichen Verbrauchswerten, sondern auf Vergleichswerten und der Fläche der Lager (vgl. Kapitel 2.5). Die Änderungen der verursachten Emissionen sind mit dem jährlich individuellen Emissionsfaktor für den Strommix (vgl. Tabelle 16) und dem in 2020 hinzugekommenen Lager in Köln zu begründen.

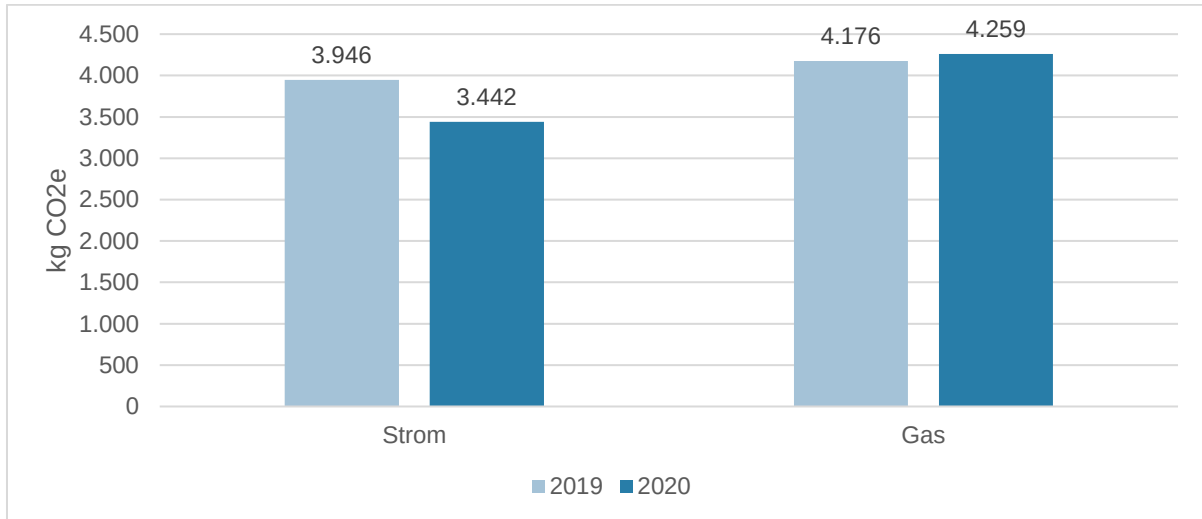


Abbildung 24: Emissionen durch Strom und Gas der beiden Lager in 2019 und 2020

Entsorgung fester und flüssiger Abfälle

Die entstandenen Emissionen durch die Entsorgung fester und flüssiger Abfälle haben von 2019 auf 2020 um 18 % abgenommen (vgl. Tabelle 13). Wie in Abbildung 25 und Abbildung 26 zu sehen ist, entfällt in beiden Jahren der größte Anteil auf die Aufbereitung des Abwassers (2019: 77 %; 2020: 79 %). Der zweitgrößte Anteil entsteht in beiden Jahren durch die Entsorgung des Papiers (2019: 15 %; 2020: 17 %). Deutlich weniger Emissionen entstehen durch die Entsorgung von Holz. In 2019 machte die Holzentsorgung noch einen Anteil von 8 % der entstandenen Emissionen in Kategorie 4 aus, in 2020 nur noch 3 %. Elektroschrott und Bauschutt verursachen in beiden Jahren mengenmäßig unbedeutende Emissionen.

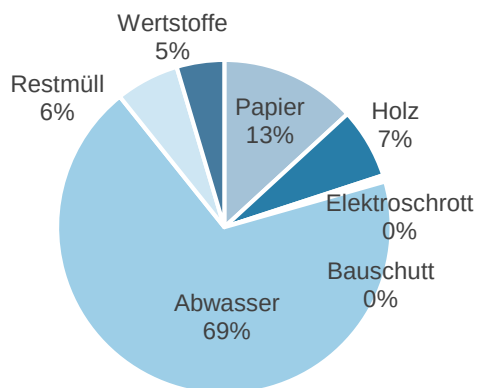


Abbildung 25: Zusammensetzung der Emissionen aus Abfällen 2019

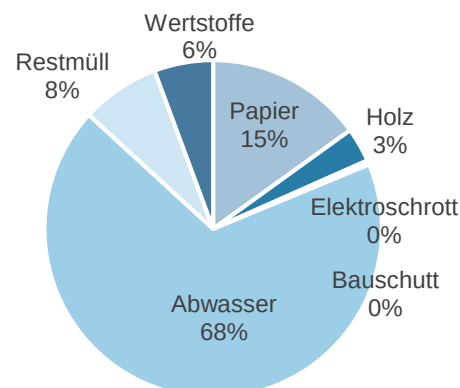


Abbildung 26: Zusammensetzung der Emissionen aus Abfällen 2020

3.4 Unsicherheiten und Datenlücken

Die THG-Bilanz des Museums Wiesbaden wurde auf Basis der durch die Datenlieferant*innen zur Verfügung gestellten Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren aus den Datenbanken DEFRA und GEMIS erstellt. Unsicherheiten und Ungenauigkeiten bei den erfassten Daten oder den Emissionsfaktoren spiegeln sich somit auch in den Ergebnissen der THG-Bilanz wider.

Das Vorgehen zur Berechnung von THG-Emissionen auf Grundlage von Emissionsfaktoren aus Datenbanken stellt grundsätzlich nur eine Näherungsberechnung dar. Es werden Durchschnittswerte für Prozesse und Materialien abgebildet, die die tatsächlich emittierten THG nur näherungsweise abbilden können.

Die Verzahnung und Zuordnung der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren weist somit Ungenauigkeiten und Unsicherheiten auf, die für jede Emissionsquelle nach der Systematik in Tabelle 14 bewertet wurden.

Tabelle 14: Systematik der Unsicherheitsbewertung

Genauigkeit	Aktivitätsdaten	Emissionsfaktoren
Hoch	Die Aktivitätsdaten sind weitestgehend vollständig und basieren auf Abrechnungen, Zählerablesungen o.ä.	Die verwendeten Emissionsfaktoren ermöglichen eine sehr genaue Berechnung der THG-Emissionen auf Basis der Aktivitätsdaten.
Mittel	Die Aktivitätsdaten sind lückenhaft oder basieren auf Hochrechnungen.	Die Emissionsfaktoren ermöglichen eine relativ genaue Berechnung der THG-Emissionen auf Basis der Aktivitätsdaten.
Gering	Die Aktivitätsdaten wurden stark hochgerechnet und/oder basieren auf Annahmen.	Die Emissionsfaktoren ermöglichen nur eine grobe Berechnung der THG-Emissionen auf Basis der Aktivitätsdaten.

Hinweis: Bei unterschiedlicher Genauigkeit der Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren wird die jeweils niedrigere Einstufung als Gesamtbewertung angesetzt.

In den Kategorien 1 und 2 bzw. Scope 1 und 2 konnte größtenteils eine hohe Genauigkeit bei der Berechnung erzielt werden. Die Aktivitätsdaten für Wärme, Strom und Kältemittelverluste basieren auf Abrechnungen der Versorger sowie aus Wartungsprotokollen und weisen einen sehr hohen Abdeckungsgrad auf. Auch die zugeordneten Emissionsfaktoren weisen eine hohe Genauigkeit auf. Es handelt sich zwar nicht um anbieterspezifische Emissionsfaktoren, jedoch entsprechen die Emissionsfaktoren genau den vorgegebenen Emissionsquellen. Da die DEFRA Datenbank keinen Emissionsfaktor für Strom aus Wasserkraft beinhaltet, wurde an dieser Stelle auf den Emissionsfaktor der GEMIS Datenbank zurückgewichen und die verursachten Emissionen genauer bestimmt. Die Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger ermöglichen auf dieser Basis eine sehr genaue Berechnung der verursachten THG-Emissionen.

Im Bereich Scope 3 bzw. den Kategorien 3, 4, 5 und 6 ist die Genauigkeit aufgrund der verfügbaren Berechnungsmethoden und Emissionsfaktoren meist geringer. Dies ist auch bei der THG-Bilanz des Landesmuseums Hessen der Fall. Durch die fehlenden Kilometerangaben einiger Transporte und die nur nachträglich ermittelten Entfernungen über Google Maps, welche gegebenenfalls nicht mit den tatsächlich zurückgelegten Entfernungen übereinstimmen, wurde die Genauigkeit der Aktivitätsdaten aus dem vor- und nachgelagerten Transport mit „Mittel“ eingestuft. Da beispielsweise die Beladung der LKWs immer als

durchschnittlich angenommen wurde, da keine genaueren Daten vorlagen, ist auch die Genauigkeit der Emissionsfaktoren nur mit „Mittel“ einzustufen. Die Befragung der Belegschaft zum Arbeitsweg beruht auf individuellen Einschätzungen, weswegen die Aktivitätsdaten eine mittlere Genauigkeit haben. Zudem wurden in der Umfrage das überwiegend genutzte Verkehrsmittel abgefragt und die Arbeitstage im Jahr anhand der anwesenden Tage pro Woche hochgerechnet. Da sich die Emissionsfaktoren auf Transportmittel im Vereinigten Königreich beziehen, wurden auch diese nur mit einer mittleren Genauigkeit eingestuft.

Die verschiedenen Geschäftsreisen und Kurierbegleitungen konnten genau anhand von Rechnungen nachvollzogen werden. Aus diesem Grund wurde die Genauigkeit der Aktivitätsdaten als „Hoch“ eingestuft. Da sich jedoch die Emissionsfaktoren der DEFRA Datenbank auf Transportmittel im Vereinigten Königreich beziehen und nicht auf Deutschland, wurde nur eine mittlere Genauigkeit angenommen. Somit wird sowohl die Genauigkeit der Aktivitätsdaten wie auch die Genauigkeit der Emissionsfaktoren für die gesamte Kategorie 3 als Mittel eingestuft.

Bei den beschafften Waren konnten einige Posten direkt gewogen werden oder die entsprechende Rechnung enthielt das konkrete Gewicht. Insgesamt war dies der Fall bei 56 der 108 bilanzierten Posten. Die Genauigkeit dieser Aktivitätsdaten wurde in der Datenerhebung als „Hoch“ eingestuft. Mit einer mittleren Genauigkeit der Aktivitätsdaten wurden insgesamt 50 Posten bewertet. Für diese Posten wurde das Gewicht anhand der Mengenangaben und einschlägigen Werten für das jeweilige Material aus dem Internet oder der Literatur berechnet. Lediglich die zwei Posten zu den beschafften Büchern wurden mit einer geringen Genauigkeit der Aktivitätsdaten eingestuft, da für diese Posten nur die Gesamtkosten und weder Anzahl noch das Gewicht bekannt waren. Insgesamt wurde die Genauigkeit der Aktivitätsdaten zu den beschafften Waren somit mit „Mittel“ eingestuft. Die Genauigkeit der Emissionsfaktoren für die beschafften Waren ist nur mit „gering“ zu bewerten, da die Emissionsfaktoren jeweils nur für das überwiegende Material des jeweiligen Gutes über die DEFRA Datenbank ermittelt werden konnte.

Die Aktivitätsdaten zur Entsorgung flüssiger und fester Abfälle basieren teilweise auf genauen Gewichtsangaben anhand von Rechnungen und teilweise auf Überschlagsrechnungen, wenn nur das Abholintervall der Tonnen und die Volumina bekannt waren. Es wird somit von einer mittleren Genauigkeit ausgegangen. Da die Emissionsfaktoren auf die Müllentsorgung im Vereinigten Königreich ausgerichtet sind, wurde die Genauigkeit dieser nur mit „Mittel“ eingestuft.

Die Aktivitätsdaten zur Nutzung von Anlagen, also dem Strom- und Heizbedarf der Lager, wurden nur über die Fläche und Vergleichswerten berechnet (siehe Kapitel 2.5). Die Genauigkeit dieser Daten ist demnach als „Gering“ einzustufen. Wiederum sind die Emissionsfaktoren zu den jeweils gewählten Emissionsquellen recht genau.

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse der Bewertung für die einzelnen Emissionsquellen zusammengefasst.

Tabelle 15: Ergebnisse der Unsicherheitsbewertung

Kategorie	Genauigkeit Aktivitätsdaten	Genauigkeit Emissionsfaktoren	Gesamtbewertung
Erdgas	hoch	hoch	hoch
Kältemittel	hoch	hoch	hoch
Strom	hoch	hoch	hoch
Vorgelagerter Transport	mittel	mittel	mittel

Kategorie	Genauigkeit Aktivitätsdaten	Genauigkeit Emissionsfaktoren	Gesamtbewertung
Nachgelagerter Transport	mittel	mittel	mittel
Arbeitswege	mittel	mittel	mittel
Geschäftsreisen	hoch	mittel	mittel
Beschaffte Waren	mittel	gering	gering
Abfälle	mittel	mittel	mittel
Strom und Heizung Lager	gering	hoch	gering

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die THG-Emissionen des Museums Wiesbaden wurden mit den THG-Bilanzen für die Jahre 2019 und 2020 erstmalig berechnet. Für die Erstellung der THG-Bilanz wurden alle Aktivitätsdaten des Landesmuseums berücksichtigt, die mit vertretbarem Aufwand erhoben werden und mit ausreichender Genauigkeit bilanziert werden konnten.

Die Ergebnisse der THG-Bilanz zeigen, dass insbesondere die THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung des Landesmuseums sowie die Emissionen aus dem vor- und nachgelagerten Transport der Kunstwerke und Ausstellungsstücke eine hohe Klimarelevanz haben.

Um das Landesmuseum klimaneutral zu stellen, müssen die verursachten Emissionen nun über zertifizierte Klimaschutzprojekte kompensiert werden. Auf Grundlage der Bilanz sollten außerdem im nächsten Schritt konkrete Ziele zur Emissionsminderung gesetzt werden. Anschließend müssen Maßnahmen zur Emissionsvermeidung und -verminderung erarbeitet werden, die notwendig sind, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Darüber hinaus sollte die jährliche Bilanzierung weiter fortgeführt werden. Einerseits kann bei zukünftigen Bilanzen die Datenverfügbarkeit und -genauigkeit verbessert werden. Darüber hinaus kann so ein fortlaufendes Monitoring der THG-Emissionen implementiert und damit auch die Wirksamkeit der emissionsreduzierenden Maßnahmen geprüft werden.

Die Datengrundlage der Scope 1 und 2 Emissionen des Museums Wiesbaden war insgesamt sehr gut. Lediglich die Emissionen durch das eine Poolfahrzeug konnten nicht bilanziert werden, da die Daten nicht verfügbar waren. Aus Gründen der Vollständigkeit sollten diese Daten für zukünftige Bilanzen ergänzt werden.

Bei den Scope 3 Emissionen gab es bei den transportierten Waren bereits eine hohe Datenverfügbarkeit der zurückgelegten Entfernungen. Lediglich für die Transporte mit dem Flugzeug wären für eine genauere Bilanzierung Gewichtsangaben der transportierten Waren erforderlich, um einen entsprechenden Emissionsfaktor zu ermitteln. Hier wäre künftig eine Bewertung des Gewichts anhand der Kistenmaße denkbar, falls eine Erhebung des genauen Gewichts nicht möglich ist. Durch die hohe Beeinflussbarkeit dieser Emissionsquelle sollten dazu möglichst genaue Angaben gemacht werden können, unter anderem, um künftig den Einfluss von Maßnahmen zur Emissionseinsparung überwachen und messen zu können.

Die Datengenauigkeit und -verfügbarkeit für die Arbeitswege waren durch die Mitarbeiterbefragung sehr hoch. Dieses Vorgehen sollte auch in Zukunft beibehalten werden. Um künftig auch die Besucheranreise bilanzieren zu können, wäre eine Abfrage der Postleitzahl und des gewählten Verkehrsmittels beim Einlass erforderlich. Die Datenverfügbarkeit zu den Geschäftsreisen war sehr gut. Es wäre lediglich zu überlegen, für die Bilanzierung der Emissionen in der Kategorie 3 künftig spezifische Faktoren für Deutschland zu verwenden, um ein genaueres Ergebnis zu erzielen.

Um die Genauigkeit der verursachten Emissionen durch die beschafften Waren zu erhöhen, ist die Nutzung weiterer Datenbanken oder produktbezogenen Emissionsfaktoren empfehlenswert. Auch im Bereich der Abfallbilanzierung könnte durch die Nutzung von Emissionsfaktoren, die auf dem deutschen Entsorgungssystem basieren, ein genaueres Ergebnis erzielt werden. Die Datengenauigkeit der Emissionen aus dem Strom- und Heizbedarf der beiden Lager ist momentan noch sehr gering. Auch hier sollte gemeinsam mit dem LBIH ein Prozess entwickelt werden, um die Datenlage zu verbessern.

Die THG-Emissionen aus der Planung und Durchführung von Veranstaltungen wie auch durch das Restaurant im Museum wurden nicht in die Bilanz aufgenommen, da es noch keine ausreichende Datengrundlage zur Kalkulation gab. Zukünftig wäre eine Aufnahme der Veranstaltungen in die Bilanzgrenze denkbar, sofern mit vertretbarem Aufwand eine gute Datengrundlage zur Kalkulation geschaffen werden kann.

5 Anhang

Tabelle 16: Übersicht Quellen der Emissionsfaktoren

Kategorie	Beschreibung	Emissionsfaktor	Einheit	Quelle
Abfälle	Abwasser	0,708	kg CO ₂ e/m ³	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Water treatment -> Activity: Water treatment -> Type: Water treatment -> Unit: cubic metres -> kg CO ₂ e
Abfälle	Bauschutt	1,009	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Construction -> Waste type: Aggregates -> Unit: tonnes -> Open-Loop -> kg CO ₂ e
Abfälle	Elektroschrott	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Electrical items -> Waste type: WEE - mixed -> Unit: tonnes -> Open-loop -> kg CO ₂ e
Abfälle	Holz	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Construction -> Waste type: Wood -> Unit: tonnes -> Closed-loop/Combustion -> kg CO ₂ e
Abfälle	Papier	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Paper -> Waste type: Paper and board: mixed -> Unit: tonnes -> Closed-loop -> kg CO ₂ e
Abfälle	Restmüll	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Refuse -> Waste type: Household residual waste -> Unit: tonnes -> Combustion -> kg CO ₂ e
Abfälle	Wertstoff	21,317	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Waste disposal -> Activity: Plastic -> Waste type: Plastics: average plastics -> Unit: tonnes -> Open-loop -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Glas	843	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Other -> Material: Glass -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Holz	312,612	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Construction -> Material: Wood -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Kunststoff	3116,292	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Plastic -> Material: Plastics: average plastics -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Metall	3894,223	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Construction -> Material: Metals -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Papier	919,396	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Paper -> Material: Paper and board: paper -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Papier & Karton, gemischt	853,567	kg CO ₂ e/t	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Material use -> Activity: Paper -> Material: Paper and board: mixed -> Unit: tonnes -> Primary material production -> kg CO ₂ e
Beschaffte Waren	Wasser	0,344	kg CO ₂ e/m ³	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Water supply -> Activity: Water supply -> Type: Water supply -> Unit: cubic metres -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, international	0,182 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - air -> Activity: Flights -> Haul: International -> Class: Average passenger -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, international	0,02 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT-Business travel - air -> Activity: WTT-Flights -> Haul: International -> Class: Average passenger -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, Kurzstrecke	0,156 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - air -> Activity: Flights -> Haul: Short-Haul -> Class: Average passenger -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e

Kategorie	Beschreibung	Emissions-faktor	Einheit	Quelle
Geschäftsreise	Flugreise, Kurzstrecke	0,017 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT-Business travel - air -> Activity: WTT-Flights -> Haul: Short-Haul -> Class: Average passenger -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, Kurzstrecke, Economy	0,153 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - air -> Activity: Flights -> Haul: Short-Haul -> Class: Economy Class -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, Kurzstrecke, Economy	0,017 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT-Business travel - air -> Activity: WTT-Flights -> Haul: Short-Haul -> Class: Economy Class -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, international, Economy	0,139 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - air -> Activity: Flights -> Haul: International -> Class: Economy Class -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	Flugreise, international, Economy	0,015 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT-Business travel - air -> Activity: WTT-Flights -> Haul: International -> Class: Economy Class -> Unit: passenger.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	LKW	0,223 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Large Car -> Unit: km -> Unknown -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	LKW	0,056 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT - pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Cars (by size) -> Type: Large Car -> Unit: km -> Unknown -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	ÖPNV, Zug international	0,005 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Rail -> Type: International Rail -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise	ÖPNV, Zug international	0,001 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT-pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Rail -> Type: International Rail -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise; Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, Zug deutschlandweit	0,037 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Rail -> Type: National Rail -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Geschäftsreise; Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, Zug deutschlandweit	0,007 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT - pass vehs & travel - land -> Activity: Rail -> Type: National Rail -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Kältemittel	R 134a	1430	kg CO ₂ e/kg	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Refrigerant & other -> Activity: Kyoto protocol - standard -> Type: HFC-134a -> Unit: kg -> kg CO ₂ e
Nachgelagerter Transport	LKW mit Gelenk, Diesel	0,916 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Freightling goods -> Activity: HGV (all diesel) -> Type: All artics -> Unit: km -> Average laden -> kg CO ₂ e
Nachgelagerter Transport	LKW mit Gelenk, Diesel	0,218 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- delivery vehs & freight -> Activity: WTT - HGV (all diesel) -> Type: All artics -> Unit: km -> Average laden -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto. Benzin	0,174 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Petrol -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Benzin	0,048 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Petrol -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Diesel	0,168 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Diesel -> kg CO ₂ e

Kategorie	Beschreibung	Emissions-faktor	Einheit	Quelle
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Diesel	0,041 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Diesel -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Elektrofahrzeug	0,057 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Battery Electric Vehicle -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Elektrofahrzeug	0,008 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Battery Electric Vehicle -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Hybrid	0,116 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Hybrid -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, Hybrid	0,03 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT pass vehs & travel - land -> Activity: WTT - Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> Hybrid -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, LPG	0,198 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> LPG -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Auto, LPG	0,024 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Cars (by size) -> Type: Average car -> Unit: km -> LPG -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Motorrad	0,113 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Motorbike -> Type: Average -> Unit: km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	Motorrad	0,031 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Motorbike -> Type: Average -> Unit: km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, Bus	0,103 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Bus -> Type: Average local bus -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, Bus	0,025 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Bus -> Type: Average local bus -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, S-Bahn	0,03 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Rail -> Type: Light rail and tram -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, S-Bahn	0,004 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Rail -> Type: Light rail and tram -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, U-Bahn	0,028 (direkt)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Business travel - land -> Activity: Rail -> Type: London Underground -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Pendler-Berufsverkehr	ÖPNV, U-Bahn	0,004 (Vorkette)	kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- pass vehs & travel - land -> Activity: WTT-Rail -> Type: London Underground -> Unit: passenger.km -> kg CO ₂ e
Strom	Ökostrom	0,037	kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.0 -> Wasser-KW-gross-DE-2020 -> Gesamtemissionen inkl. Vorkette
Strom	Strommix Deutschland	0,351	kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.0 -> El-mix-DE-2020 -> Gesamtemissionen CO ₂ -Äquivalent inkl. Vorkette
Strom	Strommix Deutschland	0,411	kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.0-> El-mix-DE-2019 -> Gesamtemissionen CO ₂ -Äquivalent inkl. Vorkette
Vorgelagerter Transport	LKW, Diesel	0,107	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Freightng goods -> Activity: HGV (all diesel) -> Type: All HGVs -> Unit: tonne.km -> Average laden -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport	LKW, Diesel	0,025	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- delivery vehs & freight -> Activity: WTT - HGV (all diesel) -> Type: All HGVs -> Unit: tonne.km -> Average laden -> kg CO ₂ e

Kategorie	Beschreibung	Emissions-faktor	Einheit	Quelle
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	Frachtflug (Langstrecke)	1,134 (direkt)	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Freightng goods -> Activity: Freight flights -> Type: Long-haul, to/from UK -> Unit: tonne.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	Frachtflug (Langstrecke)	0,124 (Vorkette)	kg CO ₂ e/tkm	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- delivery vehs & freight -> Activity: WTT-Freight flights -> Type: Long-haul, to/from UK -> Unit: tonne.km -> With RF -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	LKW, Diesel	0,865 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Freightng goods -> Activity: HGV (all diesel) -> Type: All HGVs -> Unit: km -> Average laden -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	LKW, Diesel	0,206 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- delivery vehs & freight -> Activity: WTT- HGV (all diesel) -> Type: All HGVs -> Unit: km -> Average laden -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	Transporter	0,246 (direkt)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Freightng goods -> Activity: Vans -> Type: Average (up to 3.5 tonnes) -> Unit: km -> Unknown -> kg CO ₂ e
Vorgelagerter Transport; Nachgelagerter Transport	Transporter	0,06 (Vorkette)	kg CO ₂ e/km	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT- delivery vehs & freight -> Activity: WTT Vans -> Type: Average (up to 3.5 tonnes) -> Unit: km -> Unknown -> kg CO ₂ e
Wärme	Erdgas	0,185 (direkt)	kg CO ₂ e/kWh	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt Fuels -> Activity: Gaseous fuels -> Fuel: Natural Gas (100 % mineral blend – gross CV) -> Unit: kWh (Gross CV) -> kg CO ₂ e
Wärme	Erdgas	0,024 (Vorkette)	kg CO ₂ e/kWh	DEFRA Datenbank 2020 -> Datenblatt WTT Fuels -> Activity: Gaseous fuels -> Fuel: Natural Gas (100 % mineral blend – gross CV) -> Unit: kWh (Gross CV) -> kg CO ₂ e