

**ENDBERICHT
ERWEITERUNG DER ENERGIE- &
TREIBHAUSGASBILANZ DER REGION
HANNOVER 2020 UM NICHT-ENERGETISCHE
TREIBHAUSGASEMISSIONEN**

Hamburg, 20.12.2023

Autor:innen: Jana Kapfer (Projektleitung), Marleen Greenberg, Johanna Bollow

INHALT

Zusammenfassung	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Anhangsverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Hintergrund	6
2 Ergebnisse	7
2.1 Landwirtschaft.....	8
2.2 Landnutzung	10
2.3 Abfall- und Abwasserwirtschaft.....	12
2.4 Industrielle Prozessemissionen	13
3 Bewertung.....	14
4 Datengrundlage und Methodik	16
4.1 Landwirtschaft.....	17
4.2 Landnutzung	18
4.3 Abfall- und Abwasserwirtschaft.....	20
4.4 Industrielle Prozessemissionen	21
5 Anhang.....	23
6 Literatur.....	28

ZUSAMMENFASSUNG

Um die Szenarien für den Klimaplan 2035 auf eine möglichst stabile Basis zu stellen, wurde die Energie- und Treibhausgasbilanz der Region Hannover für das Jahr 2020 um den Sektor nicht-energetische Emissionen erweitert. Hierfür wurden die Kategorien Landwirtschaft, Landnutzung, Abfall- und Abwasserwirtschaft und industrielle Prozessemissionen näher beleuchtet.

Für die Berechnung der Bilanz wurde die Software ECOSPEED Region genutzt. Als Datengrundlage dienten die Landwirtschaftszählung (2020), die Bilanz des Thünen-Instituts über die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen der Region Hannover (2023), für die Kategorie Landnutzung die ALKIS Datenbank des Landesamtes für Statistik Niedersachsen (2021) und für die Kategorie Abfall- und Abwasserwirtschaft die CO₂-Bilanz für die Abfallwirtschaft des aha Zweckverbands (2021) sowie direkte Datenabfragen sämtlicher kommunaler Klärwerke.

Der Anteil der nicht-energetischen Emissionen an der Gesamtbilanz der Region Hannover im Jahr 2020 entspricht mit 1.188.200 t CO₂eq etwa 13 %. Dabei machen Landnutzung <1 %, die Landwirtschaft 2,2 %, die Abfall- und Abwasserwirtschaft 2,5 % und die industriellen Prozessemissionen 7,4 % an der Gesamtbilanz der Region Hannover im Jahr 2020 aus. Auch wenn die nicht-energetischen Emissionen im Vergleich zu den restlichen Sektoren einen eher geringen Prozentsatz ausmachen, werden sie zukünftig von großer Bedeutung sein, da sie den Großteil der residualen Emissionen im Jahr 2045 stellen werden, insbesondere die Landwirtschaft.

Der Anteil nicht-energetischer Emissionen an den gesamten Emissionen der Region fällt ähnlich dem der nationalen Ebene aus (etwa 15 % im Jahr 2021 (vgl. UBA, 2023a; 2023b)). Allerdings ist die Aufteilung innerhalb der nicht-energetischen Emissionen zwischen den beiden Ebenen unterschiedlich. Die nicht-energetischen Emissionen der Region Hannover im Bereich Landwirtschaft liegen mit 2,2 % weit unter dem Anteil auf nationaler Ebene (7,9 %¹, vgl. UBA, 2023b). Dies ist in erster Linie auf den in der Region Hannover geringen Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche zurückzuführen. Während in Deutschland etwa die Hälfte der Fläche landwirtschaftlich genutzt wird, sind dies in der Region Hannover nur rund 17 % (vgl. Landeshauptstadt Hannover 2022; UBA, 2022).

Die Anteile der Kategorien an dem Sektor nicht-energetische Emissionen teilen sich in der Region Hannover wie folgt auf: Den größten Anteil verursachen die industriellen Prozessemissionen mit 57 %. Die Abfall- und Abwasserwirtschaft und die Landwirtschaft leisten mit 19 % und 17 % einen ähnlich großen Anteil an den nicht-energetischen Emissionen. Der Anteil der Landnutzungsemissionen beträgt 7 %.

¹ Gesamtemissionen ohne LULUCF

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Nicht-energetische Emissionen	6
Abbildung 2: Anteile der Kategorien an den nicht-energetischen Emissionen der Region Hannover im Jahr 2020	7
Abbildung 3: Anteile der Unterkategorien an den nicht-energetischen landwirtschaftlichen Emissionen der Region Hannover im Jahr 2020	9
Abbildung 4: Anteile der Tierarten an den nicht-energetischen landwirtschaftlichen Emissionen aus der Tierhaltung in der Region Hannover im Jahr 2020	10
Abbildung 5: Links: Anteile der Landnutzungs-Unterkategorien an den Emissionen aus der Landnutzung in der Region Hannover im Jahr 2020. Rechts: Darstellung der negativen Emissionen, die durch die Unterkategorie Wald in der Region Hannover im Jahr 2020 entstanden	11
Abbildung 6: Anteile der Unterkategorien an den Abfall- und Abwasseremissionen der Region Hannover im Jahr 2020	13
Abbildung 7: Anteile der Sektoren (inkl. nicht-energetischer Emissionen) an den Gesamtemissionen der Region Hannover im Jahr 2020 in t CO ₂ eq und Prozent	14
Abbildung 8: Anteile von Landnutzung und Landnutzungsänderung an den LULUCF-Emissionen des Landes Niedersachsen im Jahr 2020	20

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Nicht-energetische Emissionen der Region Hannover.	8
Tabelle 2: Zusammenfassung der landwirtschaftlichen Emissionen pro Berichtskategorie. .	8
Tabelle 3: Zusammenfassung der Landnutzungsemissionen pro Berichtskategorie.	10
Tabelle 4: Nicht-energetische Treibhausgasemissionen der Abfallwirtschaft in t CO ₂ eq. ...	13
Tabelle 5: Übersicht über die Eingabe in ECOSPEED Region und die Datengrundlage....	17

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1: Übersicht Datenquellen Landwirtschaft.	23
Anhang 2: Emissionsfaktoren je Tierart und je Prozess (Gärung und Wirtschaftsdünger-Management).....	24
Anhang 3: Nicht-energetische Emissionen je Tierkategorie.....	25
Anhang 4: Die Landnutzungsformen nach IPCC und die zugeordneten ALKIS Kategorien inkl. der entsprechenden ALKIS Codierung.	26
Anhang 5: Emissionsfaktoren der Flächenkategorien in der Landnutzung	27



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BISKO	-	Bilanzierungs-Systematik kommunal
FCKW	-	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GHD	-	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWP	-	Global Warming Potential
IPCC	-	Intergovernmental Panel on Climate Change
LULUCF	-	Land Use, Land-Use Change and Forestry
THG	-	Treibhausgas

1. HINTERGRUND

Die Region Hannover verfolgt das Ziel regionaler Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2035. Das sind 10 Jahre früher als auf Bundesebene geplant. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, bedarf es großer gemeinsamer Anstrengungen in der Region. Die Fortschreibung des Masterplans 100% Klimaschutz bildet die gemeinsame Basis der Städte und Gemeinden in der Region Hannover, um Treibhausgasneutralität bis 2035 zu erreichen.

Eine Grundlage für den Klimaschutz der Region Hannover bilden neben dem Masterplan 100 % Klimaschutz diverse Vorarbeiten zu Themen des Klimaschutzes aus der Raum- und Verkehrsplanung in der Region Hannover sowie der Regionsverwaltung.

Für die Landeshauptstadt Hannover wurden bereits im Jahr 2021 Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der städtischen Treibhausgasemissionen berechnet. Zur Abdeckung des gesamten Gebietes der Region Hannover wurden nun im Rahmen dieser Studie regionsweite Szenarien entwickelt.

Um die Szenarien für den Klimaplan 2035 auf eine möglichst stabile Basis zu stellen, soll die regionale Energie- und Treibhausgasbilanz für das Jahr 2020 erweitert werden. Nicht-energetische Emissionen sind nach der Bilanzierungs-Systematik kommunal (BISKO) – dem in Deutschland gebräuchlichen Standard zur kommunalen Treibhausgas(THG)-Bilanzierung – nicht Teil der verpflichtenden Basisbilanz, sondern können optional als Nebenbilanz aufgeführt werden. Die Bilanzierung der nicht-energetischen Emissionen der Region Hannover umfasst die Kategorien Landwirtschaft, Landnutzung, Abfall- und Abwasserwirtschaft und industrielle Prozessemissionen (siehe Abbildung 1).

Für die Landwirtschaft liegt eine regionale Treibhausgasbilanzierung für das Jahr 2015 vor. Für die Abfall- und Abwasserwirtschaft wurden durch den aha Zweckverband Abfallwirtschaft Hannover eine Treibhausgasbilanzierung für das Jahr 2020 erarbeitet. Die aktuelle Treibhausgasbilanz der Region Hannover wurde nun mit den obengenannten Kategorien um den Sektor nicht-energetische Emissionen erweitert.

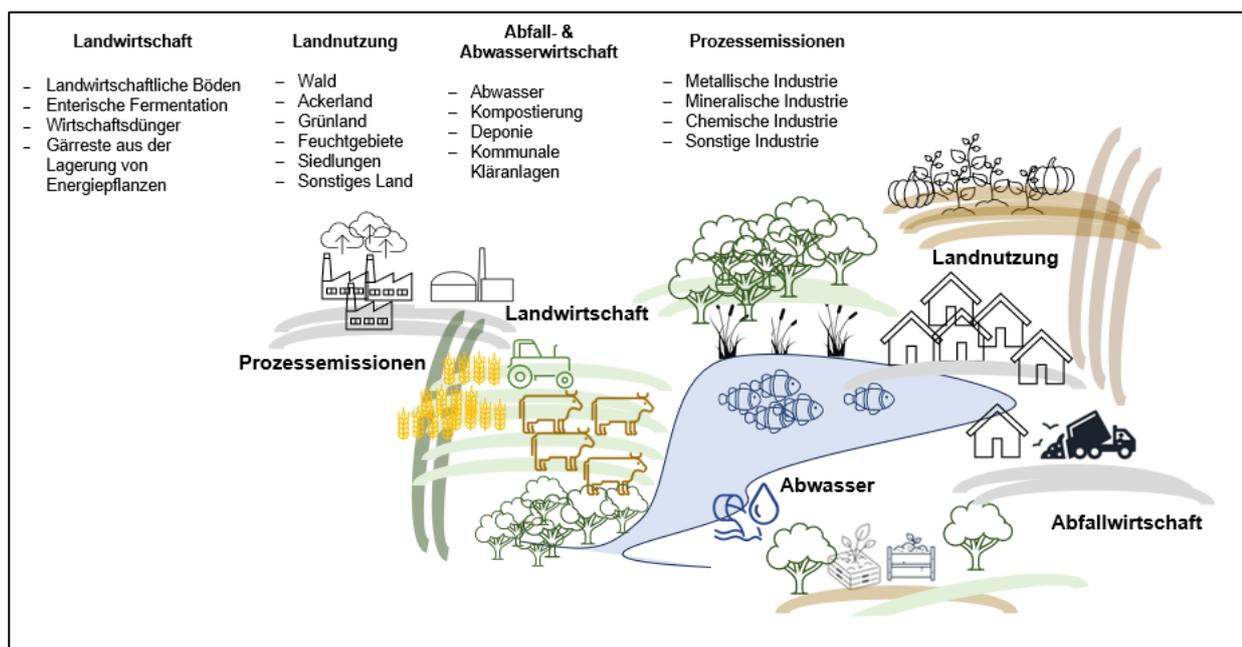


Abbildung 1: Nicht-energetische Emissionen

Quelle: Eigene Darstellung

2. ERGEBNISSE

Für die Betrachtung der nicht-energetischen Emissionen für das Jahr 2020 wurden die Kategorien Landwirtschaft, Landnutzung, Abfall- und Abwasserwirtschaft und industrielle Prozessemissionen näher beleuchtet. Die Anteile der Kategorien an den nicht-energetischen Emissionen teilen sich in der Region Hannover wie folgt auf: Den größten Anteil an den nicht-energetischen Emissionen verursachen die industriellen Prozessemissionen mit 57 %. Die Abfall- und Abwasserwirtschaft und die Landwirtschaft leisten mit jeweils 19 % und 17 % einen ähnlichen Anteil an den nicht-energetischen Emissionen. Der Anteil der Landnutzungsemissionen beträgt 7 % (siehe Abbildung 2 & Tabelle 1).²

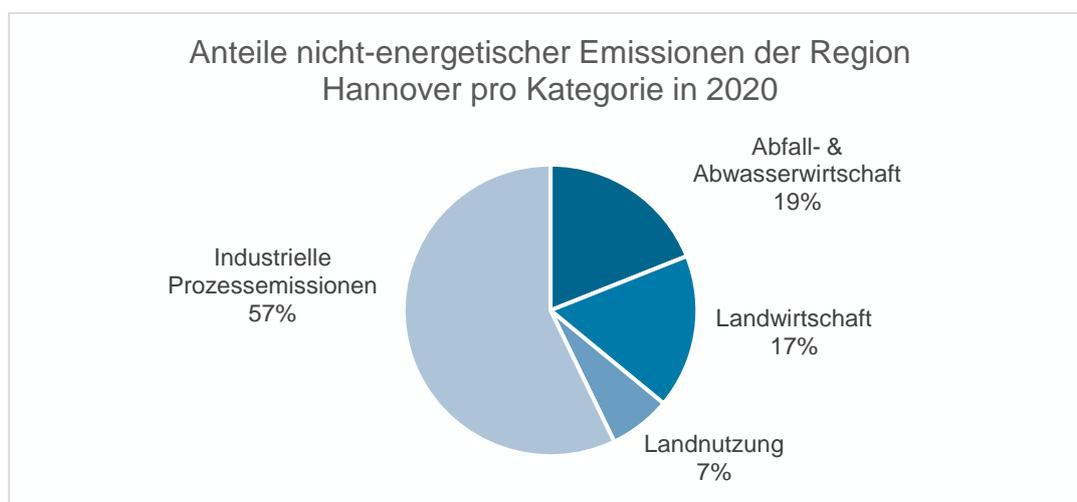


Abbildung 2: Anteile der Kategorien an den nicht-energetischen Emissionen der Region Hannover im Jahr 2020
Quelle: Eigene Darstellung

Kategorie	Unterkategorie	Emissionen in t CO ₂ eq
Landwirtschaft		203.158
	Landwirtschaftliche Böden	110.000
	Enterische Fermentation	57.634
	Wirtschaftsdünger-Management	26.774
	Lagerung von Gärresten aus Energiepflanzen	8.750
Landnutzung		81.087
	Wald	-189.676
	Ackerland	64.309
	Grünland	118.061
	Feuchtgebiete	64.181
	Siedlungen	24.212
	Sonstiges Land	0

² Die Umrechnungsfaktoren der CO₂-Äquivalente richten sich nach dem Global Warming Potential (GWP) des AR4 (IPCC, 2007).

Abfall- und Abwasserwirtschaft		224.920
	Kompostierung	9.772
	Deponie	75.678
	Abwasserbehandlung (Abwasserreinigung; Abwasserbehandlung Kommunale Kläranlagen)	139.470
Industrielle Prozessemissionen		~ 679.000

Tabelle 1: Nicht-energetische Emissionen der Region Hannover 2020

2.1 Landwirtschaft

Durch die Landwirtschaft entstanden in der Region Hannover im Jahr 2020 etwa 203.000 t CO₂eq nicht-energetische Emissionen. In Tabelle 2 werden die absoluten Zahlen pro Unterkategorie aufgeführt.

	CO₂ Emissionen [t CO₂eq]	CH₄ Emissionen [t CO₂eq]	N₂O Emissionen [t CO₂eq]	Gesamtemissionen [t CO₂eq]
Landwirtschaftliche Böden	25.000	-	85.000	110.000
Enterische Fermentation	-	57.634	-	57.634
Wirtschaftsdünger-Management	-	20.824	5.950	26.774
Lagerung von Gärresten aus Energiepflanzen	-	7.700	1.050	8.750
Kategorie Landwirtschaft gesamt				203.158

Tabelle 2: Zusammenfassung der landwirtschaftlichen Emissionen pro Unterkategorie

In Abbildung 3 werden die Anteile der einzelnen Unterkategorien an den nicht-energetischen THG-Emissionen der Landwirtschaft dargestellt. Mit etwas mehr als der Hälfte machen die landwirtschaftlichen Böden den größten Anteil an den landwirtschaftlichen nicht-energetischen Emissionen aus. Zurückzuführen ist dies vor allem auf Lachgasemissionen, die bei der Bodenbearbeitung und der Umsetzung von mineralischen Düngern und organischem Material entstehen und um ein Vielfaches klimawirksamer sind als CO₂ und CH₄. Die Emissionen aus der Tierhaltung sind in den Unterkategorien Enterische Fermentation und Wirtschaftsdünger-Management eingeordnet. Die Fermentation verursacht dabei 29 % der landwirtschaftlichen THG-Emissionen. Dies ist vor allem dem Anteil an Rindern – insbesondere Milchkühen – geschuldet, welche biologisch bedingt größere Mengen an Methan bei der Verdauung ausstoßen als andere Säugetiere. Das Wirtschaftsdünger-Management verursacht 13 % der landwirtschaftlichen THG-Emissionen. Es setzt sich zu 70 % aus den Emissionen der Tierhaltung (CH₄) und zu 30 % aus Lachgasemissionen (N₂O) als Folge der Stickstoffdüngung zusammen. Zwar ist auch innerhalb dieser Kategorie der höchste Emissionsfaktor den Milchkühen zugeordnet (siehe Anhang 2), allerdings lassen sich die meisten Emissionen in der Region Hannover aufgrund ihrer hohen Tierhaltungszahlen auf die Schweinehaltung zurückführen (vgl. Landwirtschaftszählung, 2020). Die Lagerung

von Gärresten aus Energiepflanzen verursacht lediglich einen Anteil von 4 % der landwirtschaftlichen THG-Emissionen.

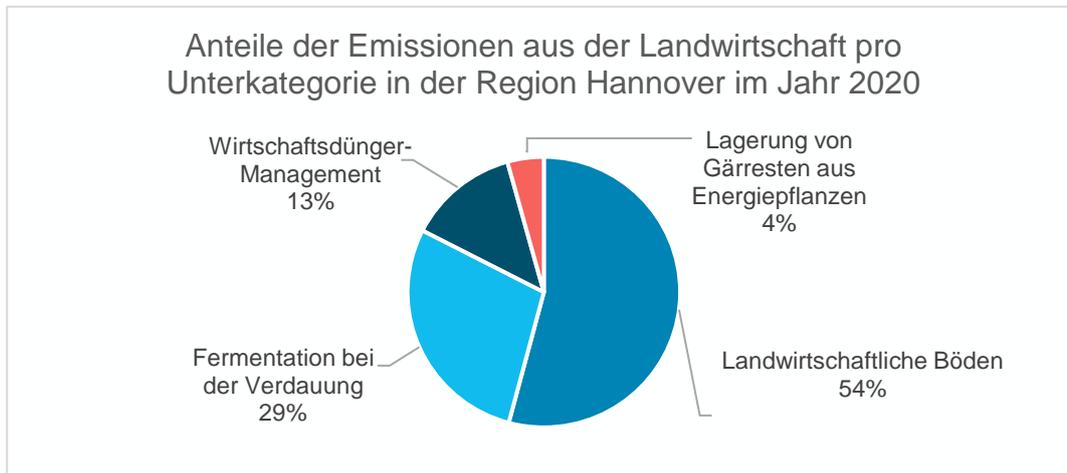


Abbildung 3: Anteile der Unterkategorien an den nicht-energetischen landwirtschaftlichen Emissionen der Region Hannover im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

Es lassen sich etwa 78.500 t CO₂eq der nicht-energetischen landwirtschaftlichen Emissionen direkt auf die Tierhaltungszahlen³ zurückführen. In Abbildung 4 wird dargestellt, welchen Anteil die jeweiligen Tierarten an den tierhaltungsbedingten, nicht-energetischen Emissionen ausmachen. Die zugrundeliegenden absoluten Emissionswerte werden in Anhang 3 aufgeführt. Milchkühe sind in diesem Rahmen die größten Emittenten mit knapp 35.000 t CO₂eq. Fasst man sämtliche Rinder zusammen, ergibt sich ein Emissionsanteil von fast drei Viertel, der direkt auf die Rinderhaltung zurückzuführen ist. Aber auch Schweine leisten aufgrund der hohen Haltungszahlen mit fast 20 % einen wesentlichen Beitrag zu den tierhaltungsbedingten Emissionen. Pferde verursachen mit 3 % nur einen relativ geringen Anteil der tierbedingten Emissionen. Die Kategorie „Andere“ in Abbildung 4 umfasst Schafe (ca. 1 %), Geflügel (< 0,3 %) und Ziegen (< 0,01 %).

³ Nicht-energetische Emissionen, die auf Tierhaltungszahlen zurückzuführen sind, umfassen die Fermentation durch Verdauung, und die Methanemissionen des Wirtschaftsdünger-Managements.

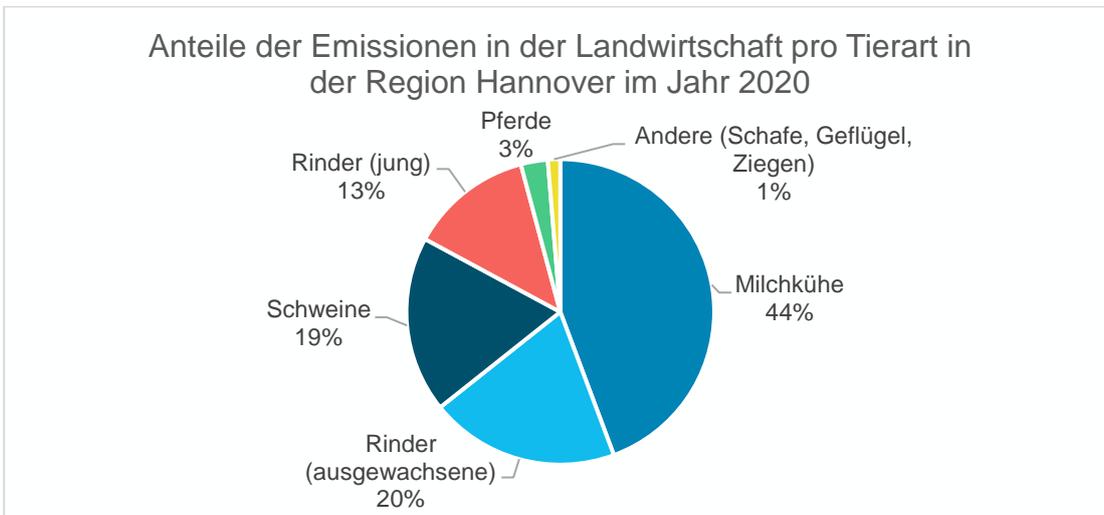


Abbildung 4: Anteile der Tierarten an den nicht-energetischen landwirtschaftlichen Emissionen aus der Tierhaltung in der Region Hannover im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Landnutzung

Durch die Landnutzung entstanden im Jahr 2020 etwa 81.000 t CO₂eq THG-Emissionen. In Tabelle 3 werden diese pro Landnutzungs-Unterkategorie aufgeführt. Die durch ECOSPEED Region berechneten Emissionen entfallen fast ausschließlich auf CO₂-Emissionen. In geringem Umfang werden CH₄-Emissionen in der Unterkategorie Siedlungen in ECOSPEED Region berücksichtigt. Die Bilanzierungsmethodik der Landnutzungsemissionen beinhaltet gewisse Unsicherheiten bzw. Ungenauigkeiten, welche im Kapitel 4.2 näher erläutert werden.

	Gesamtemissionen [t CO ₂ eq]
Wald	-189.676
Ackerland	64.309
Grünland	118.061
Feuchtgebiete	64.181
Siedlungen	24.212
Sonstiges Land	0
Kategorie Landnutzung gesamt	81.087

Tabelle 3: Zusammenfassung der Landnutzungsemissionen pro Unterkategorie

In der Landnutzung stellen **Waldflächen** Kohlenstoffsinken dar, da deutlich mehr Kohlenstoff gespeichert⁴ als emittiert wird. Waldflächen werden somit als negative Emissionen bilanziert und nach der Methodik des Deutschen Treibhausgasinventars mit der Gesamtbilanz verrechnet. In Abbildung 5 werden die Landnutzungsformen, welche Emissionsquellen darstellen, gesondert von den negativen Emissionen durch Wälder dargestellt. Die Landnutzungsformen, die THG-Quellen darstellen, emittierten im Jahr 2020 knapp 271.000 t CO₂eq, denen die Kohlenstoffsinke Wald mit negativen Emissionen von knapp 190.000 t CO₂eq entgegenstand. Die Ergebnisse der einzelnen Unterkategorien werden im Folgenden näher erläutert und interpretiert.

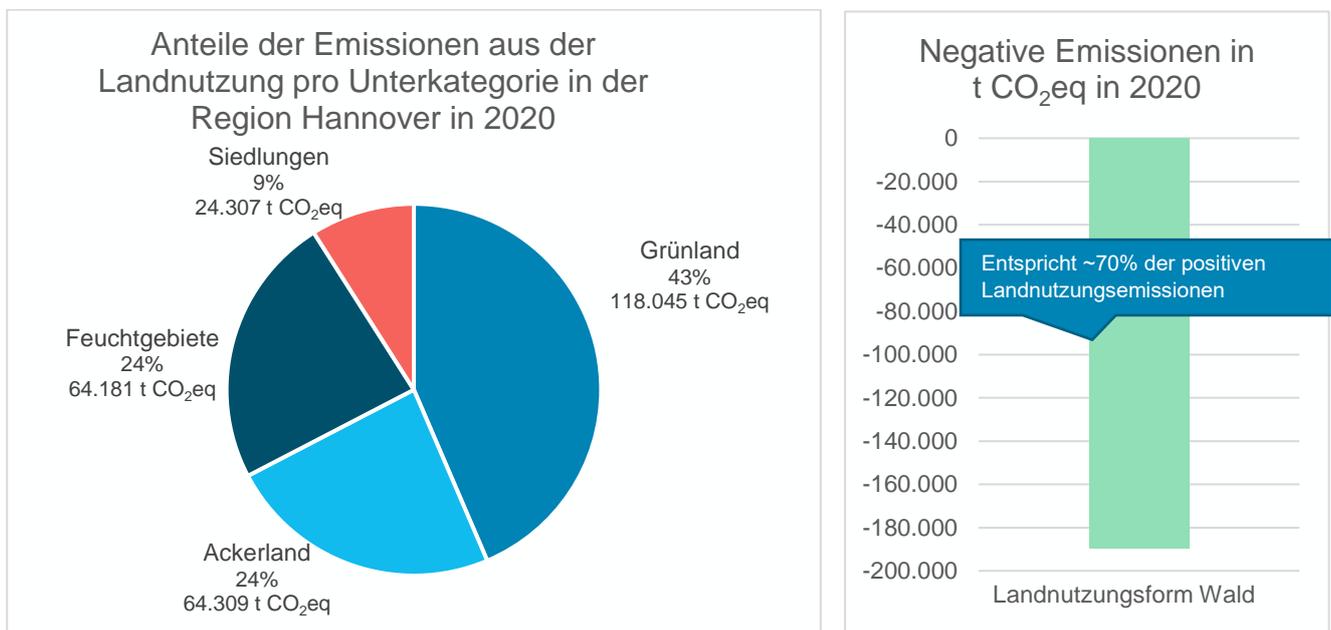


Abbildung 5: Links: Anteile der Landnutzungs-Unterkategorien an den Emissionen aus der Landnutzung in der Region Hannover im Jahr 2020. Rechts: Darstellung der negativen Emissionen, die durch die Unterkategorie Wald in der Region Hannover im Jahr 2020 entstanden

Quelle: Eigene Darstellung

Der relativ große Anteil (43 %) der Emissionen der Unterkategorie **Grünland** an den regionalen Gesamtemissionen aus der Landnutzung der Region Hannover lässt sich vor allem durch den Anteil an organischen Böden innerhalb der Grünlandflächen erklären. Die organischen Böden sind auf drainierte Moore zurückzuführen, von denen heute deutschlandweit bis zu 71 % in landwirtschaftlicher Nutzung sind und zu hohen Emissionen führen. In Niedersachsen wird die Hälfte aller Moore als Grünland genutzt (vgl. Mooratlas 2023). Auch in der Unterkategorie **Ackerland** fallen Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Moorböden an, jedoch in einem geringeren Maße als auf Grünlandflächen.⁵ Allgemein stellen organische Böden einen großen Treiber der nicht-energetischen Emissionen in allen Landnutzungs-Unterkategorien dar, denn organische Böden

⁴ Kohlenstoffspeicherung erfolgt vor allem in Biomasse (z.B. Bäume, Sträucher etc.) und Böden.

⁵ Rund 30 % der THG-Emissionen aus entwässerten Mooren in Niedersachsen entstehen durch ackerbauliche Nutzung (vgl. Mooratlas 2023). Dies kann als allgemeiner Richtwert für die Region Hannover angesehen werden, auch wenn dies nicht eins zu eins übertragbar ist.

speichern bereits einen hohen Anteil an Kohlenstoff, welcher abhängig von der Nutzung der Böden wieder freigesetzt wird.

Feuchtgebiete verursachen etwa ein Viertel der Landnutzungsemissionen der Region Hannover. Im Emissionsfaktor für Feuchtgebiete in ECOSPEED wird abseits von Gewässern und (naturnahen) Mooren auch der Torfabbau berücksichtigt, welcher zu verstärkten THG-Emissionen führt. In Niedersachsen geht der Torfabbau seit Jahrzehnten stark zurück, wird aber weiterhin praktiziert (vgl. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen). Derzeit ist der industrielle Torfabbau z.B. in Teilbereichen des Toten Moores in der Region Hannover bis zum Jahr 2030 noch genehmigt (vgl. Landeshauptstadt Hannover, o.D.). Wie in der Methodik (Kapitel 4.2) ausgeführt, werden in ECOSPEED Region keine tiefergehenden Unterteilungen innerhalb der Landnutzungs-Unterkategorien genutzt, wodurch weder der präzise Anteil von Torfabbaugebieten noch von naturnahen Mooren, die in der Region Hannover vorkommen, ausgewiesen werden. Somit werden auch die in naturnahen Mooren geringer ausfallenden Emissionen (oder ggf. sogar Senkenfunktionen) nicht ihrem Anteil in der Region Hannover entsprechend ausgewiesen, da sie mit ECOSPEED nicht bilanziert werden können.

Die Landnutzungs-Unterkategorie **Siedlungen** besitzt mit 9 % den geringsten Anteil an den landnutzungsbezogenen THG-Emissionen in der Region Hannover. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer Studie des Thünen-Instituts zu THG-Emissionen im LULUCF-Sektor in Deutschland (vgl. Thünen-Institut, 2023d).

In der Landnutzungs-Unterkategorie **Sonstiges Land** werden generell keine THG-Emissionen ausgewiesen (siehe Abbildung 5). Die Unterkategorie beinhaltet Unland bzw. vegetationslose Fläche, welches nur bei der Berechnung von Landnutzungsänderungen eine Rolle spielt, wenn Sonstiges Land in eine andere Landnutzungsform überführt wird.

2.3 Abfall- und Abwasserwirtschaft

In der Abfall- und Abwasserwirtschaft entstanden in der Region Hannover im Jahr 2020 rund 225.000 t CO₂eq nicht-energetische THG-Emissionen. Dabei entfielen 62 % der Emissionen auf die Abwasserbehandlung. Das entspricht rund 139.500 t CO₂eq. Die Deponierung verursachte mit rund 75.500 t CO₂eq 34 % der Emissionen (siehe Abbildung 6). Für die hohen Emissionswerte dieser beiden Kategorien ist u.a. das hohe Erderwärmungspotenzial (sog. Global Warming Potential, GWP)⁶ des hierbei freigesetzten Methans von Bedeutung. Die Kompostierung von biologischen Abfällen ist mit rund 10.000 t CO₂eq für 4 % der abfallbedingten Emissionen verantwortlich.

⁶ Für Methan beträgt das GWP nach dem 5. IPCC Sachstandsbericht (aktuellste Version) 28. Das GWP wird genutzt, um die entsprechenden Treibhausgase in CO₂eq umzurechnen. So besitzt beispielsweise 1 kg Methan denselben klimawirksamen Effekt wie 28 kg Kohlenstoffdioxid. ECOSPEED rechnet jedoch mit 25 kg Kohlenstoffdioxid als Umrechnung für Methan, dies stammt aus dem vierten Sachstandsbericht des IPCC. Auch dies ist noch eine gängige Form, an der sich auch dieser Bericht orientiert.

Gesamtemissionen [t CO ₂ eq]	
Deponien	75.678
Kompostierung	9.772
Abwasser	139.470
Kategorie Abfallwirtschaft gesamt	224.920

Tabelle 4: Nicht-energetische Treibhausgasemissionen der Abfall- und Abwasserwirtschaft in t CO₂eq

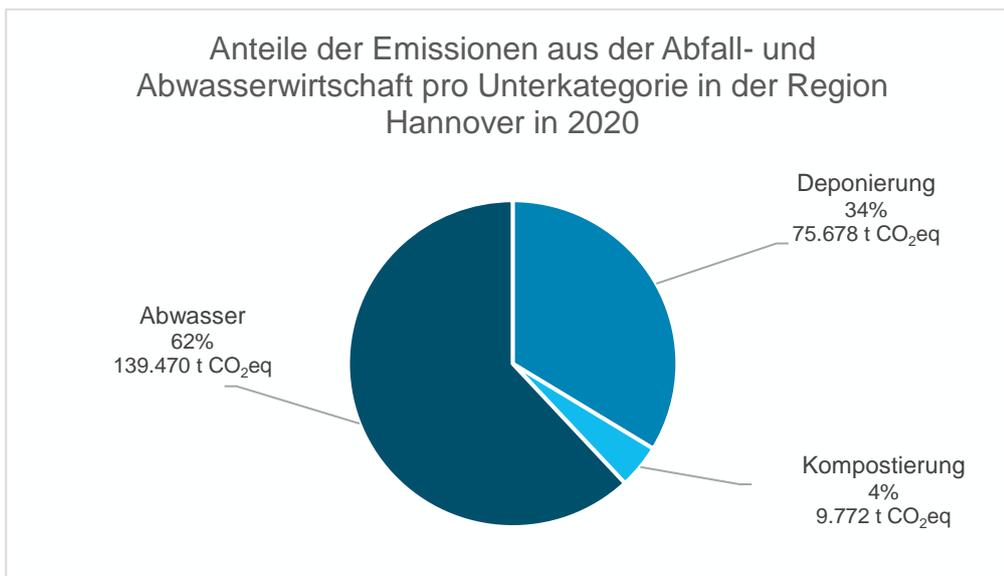


Abbildung 6: Anteile der Unterkategorien an den Abfall- und Abwasseremissionen der Region Hannover im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

2.4 Industrielle Prozessemissionen

Schätzungsweise entstanden durch industrielle Prozesse in der Region Hannover 679.000 t CO₂eq nicht-energetische Emissionen im Jahr 2020. Aus Datenschutzgründen können die regionsspezifischen Daten der industriellen Prozessemissionen nicht öffentlich dargestellt werden. Um dennoch eine Größenordnung für die Emissionen dieses Emittenten aufzuzeigen, wurde der prozentuale Anteil der deutschlandweiten Prozessemissionen im Jahr 2020 auf die Region Hannover angewandt (siehe Kapitel 4.4).

3. BEWERTUNG

Der Anteil der nicht-energetischen Emissionen an der Gesamtbilanz der Region Hannover im Jahr 2020 entspricht mit 1.188.200 t CO₂eq etwa 13 % (siehe Abbildung 7). Dabei macht Landnutzung <1 %, die Landwirtschaft 2,2 %, die Abfall- und Abwasserwirtschaft 2,5 %, und die industriellen Prozessemissionen 7,4 % an der Gesamtbilanz der Region Hannover im Jahr 2020 aus.

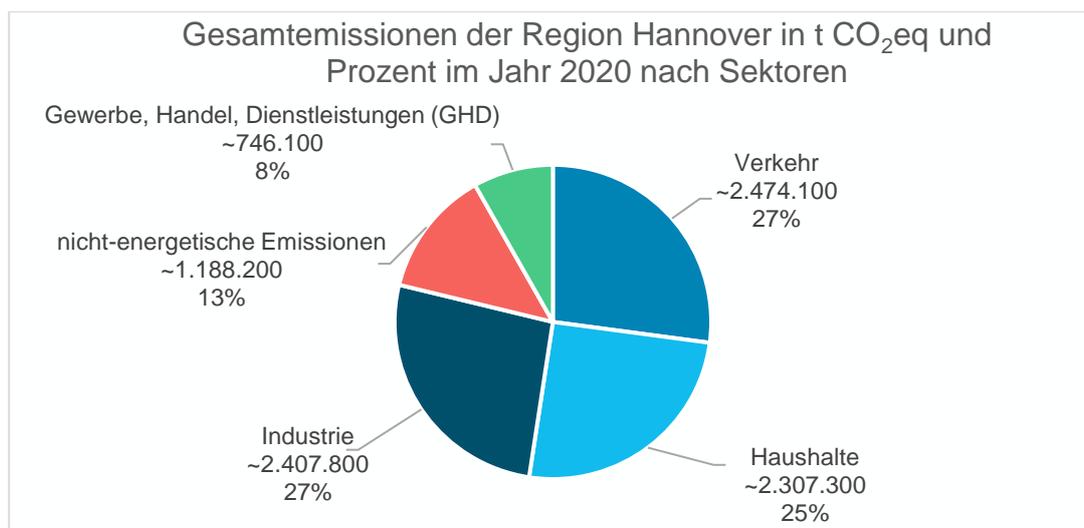


Abbildung 7: Anteile der Sektoren (inkl. nicht-energetischer Emissionen) an den Gesamtemissionen der Region Hannover im Jahr 2020 in t CO₂eq und Prozent⁷

Quelle: Eigene Darstellung

Der Anteil nicht-energetischer Emissionen an den gesamten Emissionen der Region fällt ähnlich dem der nationalen Ebene aus (etwa 17 % im Jahr 2020, vgl. UBA, 2023a; 2023b). Allerdings unterscheidet sich die Aufteilung innerhalb der nicht-energetischen Emissionen. Die nicht-energetischen Emissionen der Region Hannover im Bereich Landwirtschaft liegen mit 2,2 % weit unter dem Anteil auf nationaler Ebene (7,9 %⁸, vgl. UBA, 2023b). Dies ist in erster Linie auf den in der Region Hannover geringen Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche zurückzuführen. Während in Deutschland etwa die Hälfte der Fläche landwirtschaftlich genutzt wird, sind dies in der Region Hannover nur rund 17 % (vgl. Landeshauptstadt Hannover, 2022; UBA, 2022).

Auch wenn die nicht-energetischen Emissionen im Vergleich zu den Sektoren Industrie, Haushalte, und Verkehr einen geringeren Anteil an den Gesamtemissionen ausmachen, werden sie zukünftig von großer Bedeutung sein, da sie den Großteil der residualen Emissionen im Jahr 2045 stellen werden, insbesondere die Landwirtschaft. Um bis 2045 dennoch THG-Neutralität für Deutschland zu erreichen, müssen die verbliebenen Restemissionen mit vergleichsweise kostenintensiven Maßnahmen zur Generierung negativer Emissionen ausgeglichen werden. In der Landwirtschaft dominieren die Methan- und Lachgasemissionen, welche als nicht-

⁷ Als Datengrundlage dieser Bilanzierung wurden für die Sektoren Haushalte, Industrie, GHD und Verkehr die Werte aus dem Bericht zur Energie- und Treibhausgasbilanz 2020 entnommen (vgl. Region Hannover, 2022). Die nicht-energetischen Emissionen entsprechen der in diesem Arbeitspaket erarbeiteten Bilanz.

⁸ Ohne LULUCF

energetische Emissionen durch biologische Prozesse in den Böden und in der Tierhaltung entstehen. Technische Optionen zur Reduktion dieser Treibhausgase sind daher begrenzt und eine vollständige Klimaneutralität der Landwirtschaft wird letztlich nicht möglich sein. Den größten Emissionsminderungshebel stellt die Reduktion der Nutztierbestände dar. Daher haben Änderungen in der landwirtschaftlichen Produktion eine hohe Priorität (Stiftung Klimaneutralität et al. 2022).

Die u.a. in den „Big 5“ Szenarien⁹ zur Klimaneutralität prognostizierte Emissionsentwicklung der Landnutzung wird auch als Herausforderung für das Erreichen von THG-Neutralität betrachtet. So ist die Landnutzung bis 2045 von einer abnehmenden Netto-Kohlenstoffspeicherung im Wald sowie von hohen THG-Emissionen der organischen Böden des Acker- und Grünlands geprägt. Dabei gilt es zu beachten, dass bisherige Analysen und Datenschätzungen im Bereich LULUCF, z.B. auch im Rahmen des novellierten Klimaschutzgesetzes, bislang als unsicher einzustufen sind (UBA 2023a).

Die Emissionen der Abfall- und Abwasserwirtschaft entstehen in der Region Hannover vor allem als Methanemissionen aus der Abwasserbehandlung und der Deponierung. Verglichen mit der nationalen Ebene ist der Anteil der in der Region Hannover durch die Abfall- und Abwasserwirtschaft verursachten Emissionen mit 2,5 % der Gesamtemissionen relativ hoch. Diese prozentuale Verschiebung lässt sich u. a. auf den geringeren Anteil der landwirtschaftlichen Emissionen (siehe oben) zurückführen, wodurch der relative Anteil der Abfall- und Abwasserwirtschaftsemissionen ansteigt. Die Reduktionsziele der Abfall- und Abwasserwirtschaft sind voraussichtlich einfacher zu erreichen als die Ziele der Kategorien Landwirtschaft und Landnutzung, da hier durch technische Fortschritte (u.a. Ausweitung von Deponiebelüftungen, Verbesserung von Biogas- und Kompostierungsanlagen, Optimierung der Kläranlagen und Faulschlammbehandlung) Emissionsminderungen herbeigeführt werden können (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

Da für die Bilanzierung der industriellen Prozessemissionen nationale Prozentwerte genutzt wurden (7,5 % ohne LULUCF im Jahr 2020, vgl. UBA, 2023b), spiegelt dies entsprechend den nationalen Status quo wider. Hierbei verursachen die Metall-, Mineral- und Chemieindustrie über zwei Drittel der industriellen Prozessemissionen.

⁹ Stiftung Klimaneutralität et al. (2022): Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien.

4. DATENGRUNDLAGE UND METHODIK

Für das Erstellen der Bilanz wurde die Software ECOSPEED Region genutzt. In ECOSPEED Region wurden die Regionsdaten teils über das Mengengerüst (mengenmäßige Zusammensetzung eines Objektes) eingetragen, von der Software mittels Multiplikation mit den Emissionsfaktoren bilanziert und zum Teil direkt als Emissionen in Form von t CO₂eq übernommen. Eine Übersicht hierzu bietet Tabelle 5. In der Tabelle wird ebenfalls der Bezug zur Datenquelle hergestellt sowie die in ECOSPEED Region eingetragene Datengüte¹⁰ genannt.

	Eingabe in ECOSPEED Region	Datenquelle	Datengüte (Kategorien nach ECOSPEED Region)
Landwirtschaft			
<i>Fermentation bei der Verdauung</i>	Über Mengengerüst (Tierhaltungszahlen)	Landwirtschaftszählung (abgefragt über das Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020a))	Regionale Primärdaten (A)
<i>Wirtschaftsdünger-Management</i>	Für CH ₄ Emissionen über Mengengerüst (Tierhaltungszahlen)	Landwirtschaftszählung 2020 (abgefragt über das Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020a))	Regionale Primärdaten (A)
	Für N ₂ O Emissionen direkt als CO ₂ eq	Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen der Region Hannover, Bilanz des Thünen-Instituts (2023c)	Regionale Kennwerte und Statistiken (C)
<i>Landwirtschaftliche Böden</i>	Direkt als CO ₂ eq	Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen der Region Hannover, Bilanz des Thünen-Instituts (2023c)	Regionale Kennwerte und Statistiken (C)
<i>Andere (Lagerung der Gärreste von Energiepflanzen)</i>	Direkt als CO ₂ eq	Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen der Region Hannover, Bilanz des Thünen-Instituts (2023c)	Regionale Kennwerte und Statistiken (C)

¹⁰ Die von ECOSPEED Region genutzten Datengüte-Kategorien umfassen „Regionale Primärdaten (A)“, „Hochrechnung regionaler Primärdaten (B)“, „Regionale Kennwerte und Statistiken (C)“, und „Bundesweite Kennzahlen (D)“.

	Eingabe in ECOSPEED Region	Datenquelle	Datengüte (Kategorien nach ECOSPEED Region)
LULUCF Land Use, Land Use Change, and Forestry (LULUCF); im Folgenden „Landnutzung“)	Über Mengengerüst (Flächennutzung in Hektar)	ALKIS (abgefragt über das Landesamt für Statistik Niedersachsen (2021))	Regionale Primärdaten (A)
Abfallwirtschaft			
<i>Abfall und Abwasserreinigung</i>	Direkt als CO ₂ eq	aha-Bericht 2021	Hochrechnung regionaler Primärdaten (B)
<i>Abwasserbehandlung kommunaler Klärwerke</i>	Direkt als CO ₂ eq	Daten der Kläranlagen	Regionale Primärdaten (A)

Tabelle 5: Übersicht über die Eingabe in ECOSPEED Region und die Datengrundlage

In den nachfolgenden Unterkapiteln wird das methodische Vorgehen in Bezug auf die einzelnen Kategorien erläutert.

4.1 Landwirtschaft

In der Landwirtschaft entstehen nicht-energetische Emissionen durch die Nutzung landwirtschaftlicher Böden (CO₂, N₂O), Lagerungsprozesse von Gärresten aus Energiepflanzen (CH₄, N₂O), Wirtschaftsdünger-Management (CH₄, N₂O) und Fermentation (CH₄), wobei letzteres sich ausschließlich auf die Verdauungsprozesse von Nutztieren beschränkt.

Die Emissionen aus **landwirtschaftlichen Böden** umfassen indirekte Lachgas-Emissionen aus Nitratauswaschung sowie Deposition reaktiver Stickstoffverbindungen. Kohlenstoffdioxid-Emissionen landwirtschaftlicher Böden entstehen durch Kalkung, Harnstoffdüngung und Düngung mit anderem kohlenstoffhaltigen Dünger. Die Daten hierfür wurden umfassend vom Thünen-Institut¹¹ erhoben sowie bereitgestellt und vom Hamburg Institut in diese Bilanz überführt.

Die Emissionen durch die **Fermentation**, auch enterische Fermentation genannt, wurden anhand der Tierhaltungszahlen der Region Hannover berechnet. Diese stammen aus der Landwirtschaftszählung 2020¹² (siehe hierzu auch Anhang 1). Die Tierhaltungszahlen sind nicht vollständig, da auf kommunale Daten teilweise

¹¹ In ECOSPEED Region wurden die zur Verfügung gestellten Daten mit der Datengüte „Regionale Kennzahlen und Statistik (C)“ gekennzeichnet. Im Einzelnen umfasst die Bilanzierung des Thünen-Instituts jedoch eine Vielzahl an verschiedenen Datenquellen, welche sich aus Primärdaten, aber auch regions-, bundeslandspezifischen und deutschlandweiten Kenn- und Mittelwerten zusammensetzt.

¹² Bei der Landwirtschaftszählung 2020 handelt es sich überwiegend um Primärdaten, die durch Sekundärdaten ergänzt wurden. Allerdings werden hier entsprechend der Methodik nicht alle Bestände abgedeckt. So werden z.B. Betriebe unter 5,0 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche oder unter einer gewissen Anzahl von Nutztieren nicht befragt. Die Grenze für Nutztiere liegt bspw. bei 10 Rindern, 50 Schweinen oder 1.000 Haltungsplätzen für Geflügel.

nicht zurückgegriffen werden kann. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass die Bestände an Tieren höher sind als die Berechnungen aufzeigen und somit auch die Realemissionen höher ausfallen.

Durch das [Wirtschaftsdünger-Management](#) entstehen CH₄- und N₂O-Emissionen. Erstere lassen sich anhand der Tierhaltungszahlen errechnen (vgl. Landwirtschaftszählung 2020). Die N₂O-Emissionen durch das Wirtschaftsdünger-Management wurden aus Daten des Thünen-Instituts für die Region Hannover übernommen.

Die Emissionsquelle [Lagerungsprozesse von Gärresten aus Energiepflanzen](#) wird in ECOSPEED Region nicht als gesonderte Kategorie abgebildet. Die Emissionen, die hierdurch entstehen, wurden unter „Andere“ im Bereich Landwirtschaft/Aggregiert eingepflegt. Die entsprechenden Emissionsdaten wurden vom Thünen-Institut zur Verfügung gestellt.

Die verwendeten Emissionsfaktoren für verschiedene Tierarten in Bezug auf die enterische Fermentation und das Wirtschaftsdünger-Management entsprechen den Emissionsfaktoren in ECOSPEED Region, welche sich wiederum auf das Deutsche Treibhausgasinventar beziehen (vgl. UBA, 2020a). Eine Ausnahme besteht in Bezug auf die Emissionsfaktoren für Jungrinder, welche auf Hinweis des Thünen-Instituts angepasst wurden¹³ (vgl. Thünen-Institut, 2023c).

Emissionen durch Lagerungsprozesse von Gärresten aus Energiepflanzen, landwirtschaftlichen Böden sowie Wirtschaftsdünger-Management (nur die Lachgasemissionen), wurden direkt aus der Bilanzierung des Thünen-Instituts übernommen und entsprechend nicht mit einem Emissionsfaktor gelistet.

In Abgrenzung zu der „CO₂-Bilanzierung für die Region Hannover Bezugsjahr 2015 Teilbereich Landwirtschaft“ (vgl. Region Hannover, 2017), wurde im Rahmen dieses Arbeitspakets nicht die Bilanzierung der Emissionen durch die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen¹⁴ vorgenommen, da es sich hierbei um energiebezogene Emissionen handelt und diese für das Jahr 2020 bereits – wie von der BSKO-Methodik vorgesehen – innerhalb des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) erfasst wurden (vgl. ifeu, 2019).

4.2 Landnutzung

Für die Bilanzierung der nicht-energetischen Emissionen durch [Landnutzung](#) wurde die gesamte Fläche der Region Hannover den sechs vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) vorgegebenen Flächenkategorien zugeordnet: Wald, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und sonstiges Land. Basis der Bilanzierung ist der ALKIS-Datensatz¹⁵ aus dem Jahr 2020 für Niedersachsen, zur Verfügung gestellt vom Landesamt für Statistik Niedersachsen (vgl. Landesamt für Statistik Niedersachsen 2021). In Anhang 4 wird dargestellt, welche ALKIS-Kategorien welchen IPCC-Kategorien zugeordnet werden. Die Zuordnung orientiert sich an der Einteilung, die für den Deutschen Inventurbericht verwendet wird (vgl. NIR, 2019).

Es ist anzumerken, dass die Bilanzierung von Emissionen der Landnutzung und Landnutzungsänderung mit Hilfe von ECOSPEED Region stark vereinfacht durchgeführt wird, und somit eine grobe Annäherung darstellt.

¹³ Jungrinder unter einem Jahr dürften nicht mit einem Faktor 0 gerechnet werden (wie in ECOSPEED Region hinterlegt), sondern müssen auch mit dem Faktor für sonstige Rinder gerechnet werden. Denn auch sie emittieren Treibhausgasemissionen.

¹⁴ In der CO₂-Bilanzierung des Teilbereich Landwirtschaft 2015 wird innerhalb dieser Kategorie die THG-Emissionen, welche bei dem Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen zur Bearbeitung der Kulturen und dem Betrieb von Pumpen zur Feldberegnung entstehen, erfasst.

¹⁵ ALKIS: Amtliches Katasterliegenschaftsinformationssystem. Der ALKIS-Datensatz stellt die Katasterflächen nach Nutzungsarten der tatsächlichen Nutzung dar.

Die Bilanzierung in ECOSPEED Region erfolgt über die Zuordnung jeglicher Fläche der Region Hannover zu den vorgegebenen Flächenkategorien. Die Emissionsfaktoren dieser Flächenkategorien sind in Anhang 5 zu finden. In ECOSPEED Region werden die Flächen nicht mit Hilfe von tiefergehenden Unterteilungen differenzierter betrachtet (z.B. Unterteilung der Kategorie „Grünland“ in „Grünland in eigentlichem Sinne“, „Gehölzen“ und „Hecken“, wie im Deutschen Inventurbericht gehandhabt). Außerdem werden in ECOSPEED Region die verschiedenen Emissionspools (z.B. mineralische Böden, organische Böden), welche sich jeweils innerhalb einer Flächenkategorie befinden, nicht anteilig erfasst. Vor allem der Anteil an organischen Böden hat eine grundlegende Auswirkung auf die Emissionsmenge der betrachteten Fläche.

Das Thünen-Institut verweist ebenfalls darauf, dass die lediglich hektargenaue Flächenauflösung¹⁶ keine sinnvolle, detaillierte Darstellung für Landnutzung und Landnutzungsänderung ermöglicht, da die Unsicherheiten bei zahlreichen Kategorien sehr hoch sind und die Repräsentanz im Detail nicht gegeben ist. Eine genauere Bilanzierung ist sehr zeitintensiv und erfordert eine breite Datenlage (die teils nicht vorhanden ist), denn je kleiner die betrachtete Gebietsgröße ist, desto mehr Unsicherheiten bezüglich der Einteilung der Flächennutzungs-Unterkategorien treten auf.

Unter [Landnutzungsänderung](#) werden Emissionen erfasst, die durch die Umwandlung einer Landnutzungsform zu einer anderen Landnutzungsform entstehen. Hierbei wird der Zeithorizont eines Jahres gewählt. Für die Region Hannover konnten die Emissionen aus der Landnutzungsänderung nicht bilanziert werden, da keine ausreichende Datengrundlage vorlag. Es konnte auf Basis der vorhandenen Daten nicht nachvollzogen werden, wie viel Fläche jeweils von einer bestimmten Landnutzungsart in eine andere bestimmte Landnutzungsart im Berichtsjahr 2020 umgewandelt wurde. Die ALKIS-Daten, welche für die Bilanzierung der Landnutzungsemissionen genutzt wurden, erfassen diese Umwandlung nicht. Ebenso werden die genannten Flächenumwandlungen – soweit bekannt – von keiner anderen Quelle erfasst. Das Landesamt für Statistik Niedersachsen bestätigte, dass ihnen keine Datenerfassung hierzu vorliegt. Der Region Hannover liegen ebenfalls keine spezifischen Daten vor, die über die Detailtiefe der ALKIS-Daten hinausgehen.

Um dennoch eine Einordnung zu geben, in welcher Größenordnung die THG-Emissionen für Landnutzungsänderung liegen könnten, wird auf die LULUCF Emissionen des Bundeslandes Niedersachsen zurückgegriffen. Abbildung 8 zeigt die prozentuale Verteilung der Emissionen der Landnutzung und Landnutzungsänderung für Niedersachsen. Hier zeigt sich, dass auf Bundeslandebene im Jahr 2020 die Landnutzung 79 % der THG-Emissionen innerhalb des LULUCF-Sektors verursachte, während Landnutzungsänderung einen Anteil von 21 % einnahm.

Eine direkte Übertragung dieser Verhältnisse auf die Region Hannover ist allerdings nicht sinnvoll, da einerseits regionale Gegebenheiten nicht berücksichtigt werden und andererseits der Umfang der THG-Emissionen aus Landnutzungsänderung pro Landnutzungsform von Jahr zu Jahr stark variieren kann.

¹⁶ Die Auflösung von 1 ha wurde bei der Bilanzierung von ECOSPEED Region sowie auch bei der Bilanzierung vom Thünen-Institut verwendet.

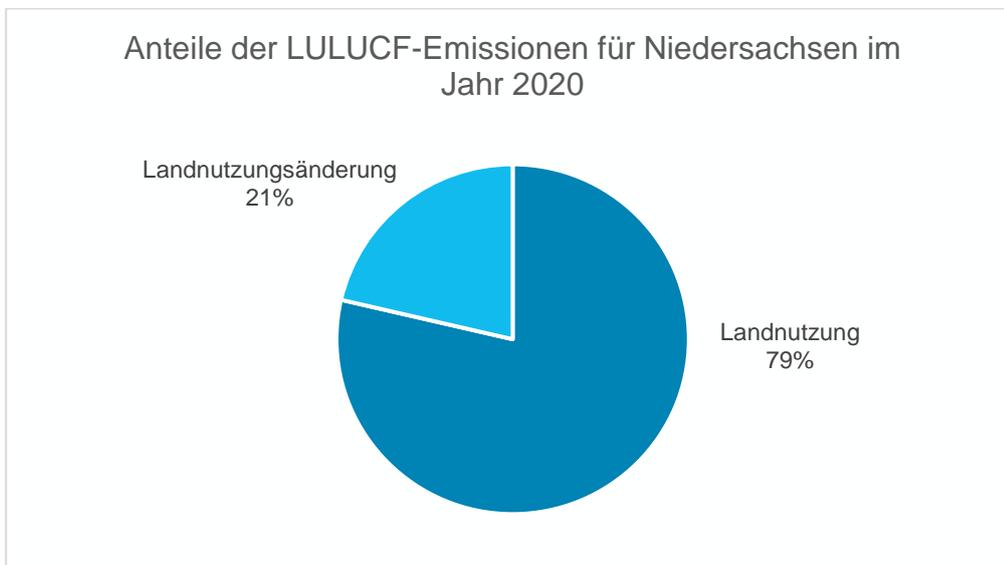


Abbildung 8: Anteile von Landnutzung und Landnutzungsänderung an den LULUCF-Emissionen des Landes Niedersachsen im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Abfall- und Abwasserwirtschaft

Bei der Deponierung und Kompostierung von Müll entstehen große Mengen CH_4 und in geringerem Umfang N_2O . Für die Darstellung der nicht-energetischen Emissionen der Abfallwirtschaft wurden die bereits bilanzierten Emissionen für Deponien und Kompostierung aus dem Bericht des aha - Zweckverbandes Abfallwirtschaft Region Hannover und der Leibniz Universität Hannover (im Folgenden „aha-Bericht“) entnommen (vgl. aha-Bericht, 2021).¹⁷ Eine Bilanzierung über die Mengeneingabe in ECOSPEED Region war nicht möglich, da hier das Trockengewicht der Abfallmenge verwendet wird, während aha das Gewicht der Feuchtsubstanz erhebt.

In der Region Hannover befinden sich Deponierung und Kompostierung in den Regionskommunen Wunstorf und Burgdorf sowie in der Landeshauptstadt Hannover. Für die Erfassung der drei Kompostierungsanlagen wurde in ECOSPEED Region der Emissionswert in der Kategorie „Andere Bereiche“ unter „Abwasser und Abfall“ eingetragen.

In der kommunalen Abwasserbehandlung fallen vor allem nicht-energetische Methanemissionen an. Diese entstehen entlang des gesamten Prozesses. In Deutschland fließen 99,5 % der jährlichen Abwassermenge direkt in die zentralen Kläranlagen. 0,5 % der Abwassermengen von Bürger:innen, welche nicht an die Kanalisation angeschlossen sind, werden zunächst in dezentralen abflusslosen Gruben gesammelt und von dort zu den Kläranlagen transportiert. Auch Abwässer der Industrie werden in Deutschland über die kommunalen Kläranlagen behandelt. Gemäss IPCC zählen für die Bilanzierung der nicht-energetischen Emissionen aus der Abwasserbehandlung nur die organischen Anteile in der Trockenmasse. Diese abbaubaren organischen Komponenten werden bei Haushalts- und Gewerbeabwässer als biochemischer Sauerstoffbedarf

¹⁷ Für den energetischen Bereich gibt es die Möglichkeit, Gutschriften für Emissionen im Bereich Thermische Behandlung und Recycling zu verbuchen, wenn z.B. Strom oder Wärme aus Müllverbrennungsanlagen (MV) genutzt wird. Dieses Vorgehen hatte in den letzten Jahren eine deutlich mindernde Wirkung auf die Emissionen aus der Abfallwirtschaft. Allerdings gibt es noch keine einheitlichen Standards für dieses Vorgehen (vgl. UBA, 2020b). Für die Bilanzierung der nicht-energetischen Emissionen aus der Abfallwirtschaft wurden die Gutschriften nicht berücksichtigt.

(BSB) in Tonnen Gewicht erfasst. Die BSB-Konzentration gibt die Menge an, welche aerob biologisch abbaubar ist (vgl. IPCC, Volume 3. Reference Manual, S. 6.14, 6.18)).

Die ECOSPEED Unterkategorie Klärschlamm ist für die Bilanzierung in Deutschland nicht relevant. Das Deutsche Treibhausgasinventar weist Emissionen aus Klärschlämmen nicht separat aus, sondern verbucht diese ebenfalls unter Abwasserbehandlung, da der Klärschlamm zu einem Teil dort mitbehandelt wird und zu einem großen Teil für die Energieproduktion verbrannt wird. Nach der Abwasserbehandlung enthält der Klärschlamm keine leicht biologisch abbaubaren Stoffe mehr (vgl. UBA 2020a, S. 721).

Innerhalb der Kategorie Abwasserbehandlung wurden die THG-Emissionswerte der Abwasserreinigung aus dem aha-Bericht¹⁸ mit den THG-Emissionen der Abwasserbehandlung in kommunalen Klärwerken zusammengeführt. Zur Berechnung der THG-Emissionen aus der Abwasserbehandlung der kommunalen Klärwerke wurde der BSB₅-Wert (in t/a)¹⁹ aller 26 Kläranlagen abgefragt und über die Mengeneingabe in ECOSPEED Region bilanziert. Die von den Klärwerken zur Verfügung gestellten Daten wurden in ECOSPEED Region unter der Unterkategorie Abwasserbehandlung dokumentiert.

Die Höhe der Emissionen der Kläranlagen ist abhängig von der Anzahl an Einwohner:innen deren Abwässer der Anlage zugeführt werden. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass das Einzugsgebiet einer Kläranlage nicht mit dem Flächegebiet einer Kommune gleichzusetzen ist. Darüber hinaus werden auch industrielle Abwässer in die Kläranlagen eingeleitet.

4.4 Industrielle Prozessemissionen

Der Großteil der industriellen Prozessemissionen entsteht in Deutschland mit 71 % in der Metall-, Mineral- und Chemieindustrie. In der Metallindustrie verursachen vor allem die Produktion von Eisen, Stahl und Aluminium THG-Emissionen. Die Prozessemissionen der Mineralindustrie werden überwiegend durch die Herstellung von Zement, Kalk und Glas verursacht. Die Grundstoffchemie trägt durch die Herstellung von Ammoniak, Adipin- und Salpetersäure zu den industriellen Prozessemissionen bei. Abseits dieser drei Industriezweige sorgen FCKW-Ersatzstoffe für industrielle Prozessemissionen.

Die industriellen Prozessemissionen sind gravierend durch das Treibhausgas CO₂ geprägt, ferner von Fluorkohlenwasserstoffen (HFCs). Prozessbedingte Treibhausgase wie NF₃, N₂O, CH₄, SF₆ und PFCs treten nur in geringen Anteilen auf (vgl. IREES 2018).

Aus Datenschutzgründen können die regionsspezifischen Daten der industriellen Prozessemissionen nicht öffentlich dargestellt werden. Um dennoch eine Größenordnung für die Emissionen dieses Emittenten aufzuzeigen, wurde der prozentuale Anteil der deutschlandweiten Prozessemissionen im Jahr 2020 auf die Region Hannover angewandt. In Deutschland machten industrielle Prozessemissionen im Jahr 2020 einen Anteil von 7,5 % an den Gesamtemissionen²⁰ aus. Die Hochrechnung stellt einen Orientierungspunkt für die Größenordnung der in der Region Hannover anfallenden industriellen Prozessemissionen dar. Die tatsächlich in

¹⁸ Abwasseremissionen aus der Abwasserreinigung an den aha-Standorten des Abfallsektors.

¹⁹ Gemäß IPCC zählen für die Bilanzierung der nicht-energetischen Emissionen aus der Abwasserbehandlung nur die organischen Anteile in der Trockenmasse. Diese abbaubaren organischen Komponenten werden bei Haushalts- und Gewerbeabwässer als biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB) in Tonnen Gewicht erfasst. Die BSB-Konzentration gibt die Menge an, welche aerob biologisch abbaubar ist (vgl. IPCC (2006) Volume 3. Reference Manual, S. 6.14, 6.18).

²⁰ Angabe zu den deutschlandweiten Gesamtemissionen ohne LULUCF (UBA 2023b).



der Region Hannover anfallenden Emissionen sind der Verwaltung bekannt und bewegen sich bezogen auf ihren Anteil an den Gesamtemissionen in einer ähnlichen Größenordnung wie auf nationaler Ebene.

ANHANG

Anhang 1: Übersicht Datenquellen Landwirtschaft

Tierart (Einteilung nach ECOSPEED Region)	Tabellenblatt	Verwendete Kategorien
Milchkühe	Landwirtschaftliche Betriebe mit Rinderhaltung und Rinderbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Milchkühe
Rinder, jung	Landwirtschaftliche Betriebe mit Rinderhaltung und Rinderbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Kälber/Jungrinder b. u. 1 Jahr
Rinder, sonstige ausgewachsene	Landwirtschaftliche Betriebe mit Rinderhaltung und Rinderbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Rinder 1-2 Jahre, Rinder 2 Jahre und älter, andere Kühe
Geflügel	Landwirtschaftliche Betriebe mit Hühnerhaltung und Hühnerbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Jeweils alle gelisteten Kategorien
	Landwirtschaftliche Betriebe mit Haltung von sonstigem Geflügel und Bestand an sonstigem Geflügel (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	
Schafe	Landwirtschaftliche Betriebe mit Schafhaltung und Schafbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Jeweils alle gelisteten Kategorien
Schweine	Landwirtschaftliche Betriebe mit Schweinehaltung und Schweinebestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Jeweils alle gelisteten Kategorien
Ziegen	Landwirtschaftliche Betriebe mit Ziegenhaltung und Ziegenbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Jeweils alle gelisteten Kategorien
Pferde²¹	Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Viehbestand (Gemeinde) (2010, 2016, 2020)	Einhufer

Abgerufen wurden die Tabellenblätter der Landwirtschaftszählung über die Onlinedatenbank des Landesamtes für Statistik Niedersachsen für die Region Hannover.

²¹ In der Kategorie Pferde bei ECOSPEED Region wurden innerhalb der dort eingetragenen Tierhaltungszahlen weitere Einhufer inkludiert, die in der Region Hannover im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2020 erfasst wurden.



Anhang 2: Emissionsfaktoren je Tierart und je Prozess (Gärung und Wirtschaftsdünger-Management)

	Emissionsfaktor Gärung in kg/Kopf	Emissionsfaktor Wirtschaftsdünger in kg/Kopf	Quelle des Emissionsfaktors
Milchkühe	140,79	23,24	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Rinder (jung)	48,44	7,66	Thünen-Institut 2023c
Rinder (ausgewachsene, exkl. Milchkühe)	48,44	7,66	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Schafe	6,36	0,28	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Ziegen	5	0,22	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Pferde	16,59	3,14	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Geflügel	0	0,03	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)
Schweine	1,18	4,78	Treibhausgasinventar (UBA, 1970)



Anhang 3: Nicht-energetische Emissionen je Tierkategorie²²

CO₂ Emissionen [t CO₂eq] für das Jahr 2020	
Milchkühe	34.779
Rinder (jung)	10.164
Rinder (ausgewachsene, exkl. Milchkühe)	15.625
Schafe	787
Ziegen	7
Pferde	2.219
Geflügel	225
Schweine	14.634
Akkumulierter Emissionswert	78.440

²² Ausgabe in ECOSPEED Region in der Form nicht abrufbar.



Anhang 4: Die Landnutzungsformen nach IPCC und die zugeordneten ALKIS Kategorien inkl. der entsprechenden ALKIS Codierung

IPCC Landnutzungsform	ATKIS Objekttypen	Zugeordnete ALKIS Kategorien	ALKIS Code
Wald (forest land)	Wald (forest land)	"Wald an der Vegetation zusammen in Hektar"	32.000
Ackerland (cropland)	Acker (cropland), Hopfengarten (hops), Gartenbau (horticultural land), Baumschule (tree nursery), Weinberg (vineyard), Obstplantage (fruit plantation)	"[dar.] Ackerland", "[dar.] Gartenland", "[dar.] Brachland"	31.100;31.300; 31.600
Grünland (grassland)	Landwirtschaftliches Grünland (agriculture: grassland), Heide (heath), Marsch (marsh), Unland und vegetationsloses Land: halbnatürliches Land (wasteland and vegetation-free areas: semi-natural area), Gehölze und Hecken (trees and shrubs), Unland und vegetationsloses Land: Sukzessionsflächen (wasteland and vegetation-free areas: succession area)	"[dar.] Grünland", "Gehölze an der Vegetation zusammen in Hektar", "Heide an der Vegetation zusammen in Hektar"	31.200; 33.000; 34.000
Feuchtgebiete (wetlands)	Moor (peatland), Torfabbauggebiete (open-pit mine: peat extraction), Wasserkörper (waters)	"Moor an der Vegetation zusammen in Hektar", "Sumpf an der Vegetation zusammen in Hektar", "Gewässer an der Bodenfläche in Hektar"	35.000; 36.000; 40.000

IPCC Landnutzungsform	ATKIS Objekttypen	Zugeordnete ALKIS Kategorien	ALKIS Code
Siedlungen (settlements)	Siedlungen (settlements), Verkehr (transport), Unland und vegetationsloses Land: Flächen, an einen Wasserkörper anschließend (wasteland and vegetation-free areas: area accompanying a water body)	"Siedlungen an der Bodenfläche in Hektar", "Verkehr auf der Bodenfläche in Hektar"	10.000; 20.000
Sonstiges Land (other land)	Unland und vegetationsloses Land: Flächen ohne Vegetation (wasteland and vegetation-free areas: areas without vegetation), derzeit undefiniertes Land (area currently undefined)	"Unland, vegetationslose Fläche an der Vegetation zusammen in Hektar"	37.000

Die Zuordnung ist orientiert am Deutschen Inventurbericht (NIR 2019) innerhalb dessen die verwendeten ATKIS²³ Objekttypen im Detail den IPCC Landnutzungsformen zugeordnet wurden.

Anhang 5: Emissionsfaktoren der Flächenkategorien in der Landnutzung

Emissionsfaktoren in t/ha		Quelle
Wald	-4,283 (CO ₂)	Deutsches Treibhausgasinventar
Ackerland	0,67404 (CO ₂); 0,00001 (CH ₄)	Deutsches Treibhausgasinventar
Grünland	4,62962 (CO ₂); 0,00005 (CH ₄)	Deutsches Treibhausgasinventar
Feuchtgebiete	6,10784 (CO ₂)	Deutsches Treibhausgasinventar
Siedlungen	0,44603 (CO ₂) 0,00045 (CH ₄)	Deutsches Treibhausgasinventar
Sonstiges Land	0	Deutsches Treibhausgasinventar

²³ ATKIS ®: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem. ATKIS beschreibt die deutschlandweite Topographie anhand von digitalen Landschafts- und Terrain-Modellen. Die Daten fließen in die Bilanzierung des LULUCF-Sektors des Deutschen Inventurberichts ein.

LITERATUR

aha - Zweckverbandes Abfallwirtschaft Region Hannover; Leibniz Universität Hannover (2021):

CO₂-Bilanz für die Abfallwirtschaft in der Region Hannover für das Jahr 2020 sowie der Vergleich mit den Jahren 2004, 2006, 2012, 2015 und 2018 (aha-Bericht).

Landeshauptstadt Hannover (2022): Stadtgebiet. URL: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Politik/Wahlen-Statistik/Statistikstellen-von-Stadt-und-Region/Statistikstelle-der-Landeshauptstadt-Hannover/Hannover-kompakt/Stadtgebiet> (abgerufen am 27.06.2023).

Landeshauptstadt Hannover (o.D.): Erhalt der Artenvielfalt. URL: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Naturschutz/Aufgaben-Projekte/%22Totes-Moor%22/Erhalt-der-Artenvielfalt> (abgerufen am 19.06.2023).

Heinrich Böll Stiftung; BUND; Succow Stiftung; Greifswald Moor Centrum (2023): Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern. URL: https://www.boell.de/sites/default/files/2023-02/mooratlas2023_web_20230213.pdf (abgerufen am 12.06.2023).

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., Reinhard, C. (ifeu) (2019): BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Kurzfassung. URL: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf (abgerufen am 12.06.2023).

Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien GmbH (IREES) (2018): Prozessemissionen in der deutschen Industrie und ihre Bedeutung für die nationalen Klimaschutzziele – Problemdarstellung und erste Lösungsansätze. URL: https://irees.de/wp-content/uploads/2020/04/180716_IREES_AP4_Prozessemissionen.pdf (abgerufen am 10.11.2023).

IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (N. G. G. I. Programme, E. H.S., B. L., M. K., N. T., & T. K Eds.). Japan: IGES.

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (o.D.): Torf. URL: https://www.lbeg.niedersachsen.de/energie_rohstoffe/rohstoffe/moor_und_torf/moor-und-torf-590.html#:~:text=Torfabbau%20ist%20in%20Niedersachsen%2C%20bis%20auf%20wenige%20Ausnahmen%2C.Bestimmungen%20des%20Naturschutzgesetzes%20und%20darauf%20aufbauender%20Regelwerke%20einzuhalten. (abgerufen am 19.06.2023).

Landesamt für Statistik Niedersachsen (2021): Bodenfläche tatsächliche Nutzung, Gemeinden, Niedersachsen (ALKIS). Hannover.

Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020a): Landwirtschaftszählung (Agrarstrukturerhebung). Hannover.

Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020b): Landwirtschaftszählung – Methodische Hinweise. URL: https://www.statistik.niedersachsen.de/landwirtschaft_forstwirtschaft_fischerei/landwirtschaft_in_niedersachsen/andwirtschaftszaehlung_2020/landwirtschaftszaehlung-in-niedersachsen-methodische-hinweise-184292.html (abgerufen am 13.06.2023).

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Region Hannover (2017): CO₂-Bilanzierung für die Region Hannover Bezugsjahr 2015. Teilbereich Landwirtschaft.



Region Hannover (2022): Energie- und Treibhausgasbilanz für die Region Hannover 2020.

Stiftung Klimaneutralität et al. (2022): Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien.

Thünen-Institut (2023a): Bilanzierung der landwirtschaftlichen, nicht-energetischen Treibhausgas-Emissionen der Region Hannover. Datenabfrage durch das HIC.

Thünen-Institut (2023b): Emissionsinventar für den Sektor Landnutzung-, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) Niedersachsen. Datenabfrage durch das HIC.

Thünen-Institut (2023c): Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen der Region Hannover. Persönliche Korrespondenz.

Thünen Institut (2023d): Treibhausgas-Emissionen durch Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF). URL : <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/standard-titel> (abgerufen am 13.06.2023).

Umweltbundesamt (UBA) (2023a): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung> (abgerufen am 12.06.2023).

Umweltbundesamt (UBA) (2023b): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#treibhausgas-emissionen-nach-kategorien> (abgerufen am 23.06.2023).

Umweltbundesamt (UBA) (2022): Umweltbelastungen der Landwirtschaft. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft> (abgerufen am 27.06.2023).

Umweltbundesamt (UBA) (2021): Emissionsquellen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen/emissionsquellen#industrie> (abgerufen am 23.06.2023).

Umweltbundesamt (UBA) (2020a): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990-2017 (Deutsches Treibhausgasinventar).

Umweltbundesamt (UBA) (2020b): Der Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz neue Fördermöglichkeiten zur optimierten Gasfassung und Deponiebelüftung über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI). URL: <https://www.deponietechnik-hh.de/wp-content/uploads/2020/02/W.-Butz-Beitrag-der-Abfallwirtschaft-zum-Klimaschutz.pdf> (abgerufen am 19.06.2023).



KONTAKT

Jana Kapfer

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-46
kapfer@hamburg-institut.com
www.hamburg-institut.com