



persönlich – kompetent – nachhaltig

Treibhausgasbilanz 2023

für die Gemeinde und die Gemeindeverwaltung Ittigen

Bericht

Neosys AG

Christine Wenk, Jürg Liechti

Privatstrasse 10

4563 Gerlafingen

Telefon: +41 32 674 45 08

Neosys-Projekt-Nr.: 91.3641.005

Gemeinde Ittigen

Abteilung Bau, Bereich Umwelt

Andrea Buckley

Rain 7

3063 Ittigen

Telefon: +41 31 925 22 47

Inhalt

0	KURZZUSAMMENFASSUNG	4
1	EINLEITUNG	7
2	METHODIK UND DATENGRUNDLAGE	8
2.1	Treibhausgase und Gewichtung	8
2.2	Bilanzierungsgrenzen	8
2.2.1	Geografisch	8
2.2.2	Methodisch	9
2.3	Berechnungsgrundsätze	9
2.4	Bezug zur Klimametrik des Kantons Bern	10
3	BESTIMMUNG DER AKTIVITÄTSRATEN	13
3.1	Stromverbrauch	13
3.2	Stromproduktion	14
3.3	Wärmeerzeugung	14
3.3.1	Gasverbrauch	14
3.3.2	Heizöl-, Flüssiggas- und Brennholzverbrauch	15
3.3.3	Blockheizkraftwerke mit Biogas	16
3.3.4	Elektroheizungen und Wärmepumpen	17
3.3.5	Solarthermie	17
3.4	Abfallentsorgung	17
3.4.1	KVA	17
3.4.2	Abwasserreinigung	17
3.4.3	Grüngut-Vergärungsanlage	18
3.5	Verkehr	19
3.5.1	Verkehrsleistung MIV	19
3.5.2	Verkehrsleistung ÖV	21
3.6	Landwirtschaft und andere Aktivitäten	22
4	BESTIMMUNG DER EMISSIONSFAKTOREN DER KLIMAGASBILANZ	23
4.1	Stromverbrauch	23
4.2	Feuerungen	25
4.3	Abfallentsorgung	25
4.3.1	KVA	25
4.3.2	Abwasserreinigung	26
4.3.3	Grüngut-Vergärungsanlage (KEWU)	26
4.4	Verkehr	27
4.4.1	Abgrenzung Treibstoff zu Brennstoff von Erdgas und Biogas	27
4.5	Landwirtschaft und andere Aktivitäten	27

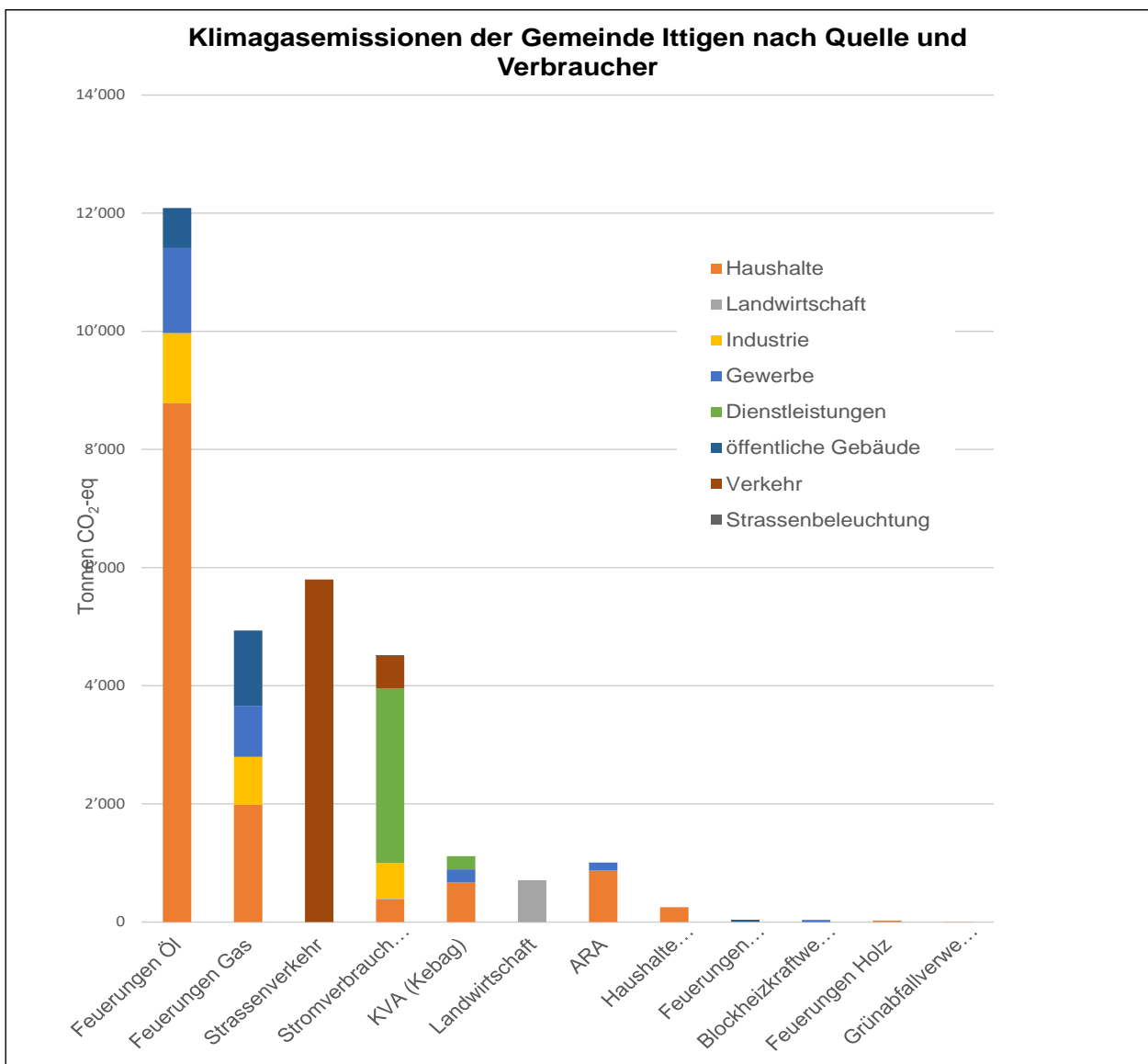
5	RESULTATE KLIMAGASBILANZ	28
5.1	Stromverbrauch	28
5.2	Gas-, Öl- und Holzfeuerungen	28
5.2.1	Unterscheidung Heizungsanlagen und Prozessfeuerungen	29
5.3	Strassenverkehr	29
5.4	Abfallentsorgung	32
5.5	Landwirtschaft	32
5.6	Total der Klimagasemissionen 2023	33
5.7	Interpretation der Klimagasbilanz 2023	37
6	EVALUATION DER ZEITLICHEN EMISSIONSENTWICKLUNG	38
6.1	Entwicklung der Klimagasemissionen insgesamt	38
6.2	Entwicklung der einzelnen Emissionstypen	40
6.2.1	Wärmeerzeugung	40
6.2.2	Emissionen aus Stromverbrauch und -produktion	41
6.2.3	Verkehr	42
6.3	Zielerreichung gemessen am Absenkpfad	42
6.3.1	Zielsetzungen 2020	42
6.3.2	Vergleich Ist- und Sollwerte	43
6.4	Konsequenzen für die Massnahmenplanung (Projekt Klimact)	45
7	KLIMAGASBILANZ FÜR DIE GEMEINDEVERWALTUNG	46
	ANHANG 1: VERKEHRSRELEVANTE STRASSEN MIT DTV-MESSUNG	48

0 Kurzzusammenfassung

Im Jahr 2020, mit den Daten von 2019, wurde die erste Ittigger Klimagasbilanz erstellt. Basierend auf dem Resultat wurde ein Absenkpfad definiert, als Planungsgrundlage dafür, dass die Gemeinde bis 2050 das Ziel von Netto Null Klimagasemissionen erreicht. Mit dem Programm «Klimact» wurde ein Massnahmenplan für das allmähliche Vermindern der Klimagas-Emissionen gestartet.

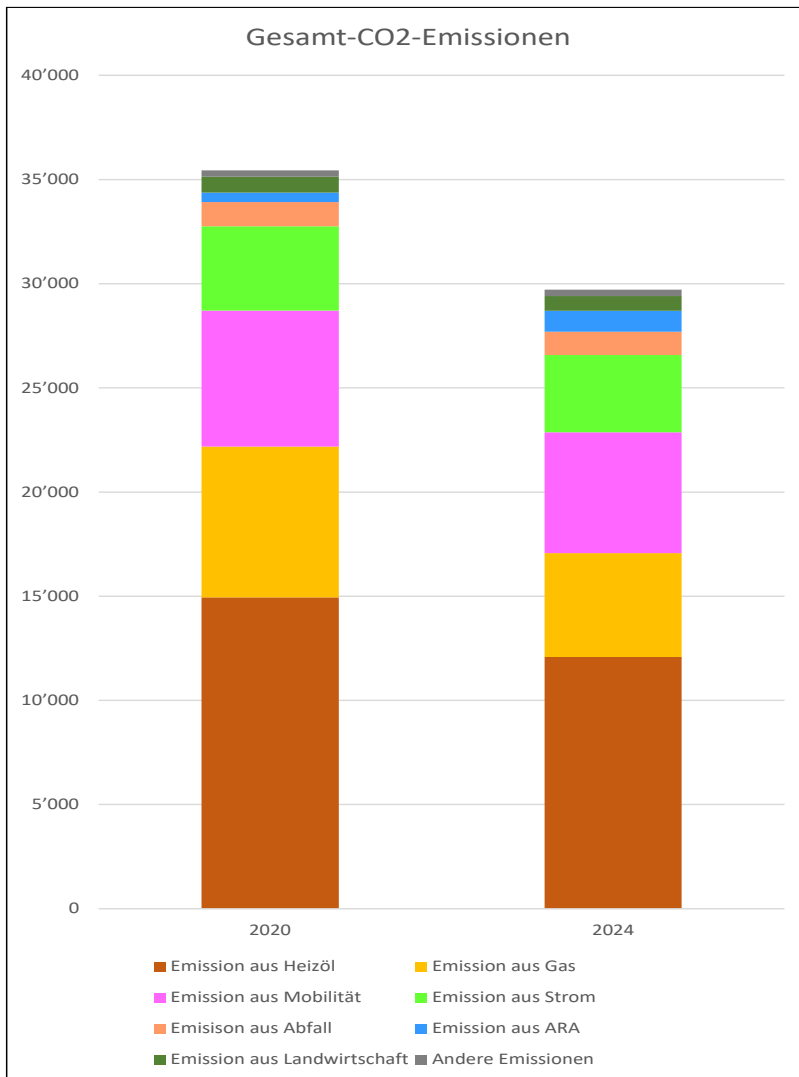
Nun, 4 Jahre später, wurde die seinerzeitige Bilanzierung der Klimagasemissionen mit den Daten von 2023 wiederholt, um festzustellen, ob die Massnahmen etwas bringen bzw. ob der postulierte Absenkpfad für die Emissionen eingehalten wird.

Das Resultat dieser Klimagasbilanz ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Die Säulen und die unterschiedlichen Farben zeigen die Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten mit ihren Quellen (verschiedene Säulen) und den Sektoren welche die Emission verursachen (verschiedene Farben). Die Summe der bilanzierten Emissionen beträgt 29'715 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht 2.55 Tonnen pro Einwohner und Jahr. Verglichen mit dem Schweizer Durchschnittswert von ca. 5 Tonnen pro Einwohner und Jahr ist dies ein tiefer Wert. Dies liegt aber hauptsächlich daran, dass die Emissionen der Autobahn A1 nicht in die Bilanz eingerechnet wurden, weil Ittigen sie überhaupt nicht beeinflussen kann.

Der Vergleich der Emissionen 2024 (Daten 2023) mit den Emissionen 2020 (Daten 2019) zeigt folgendes Bild:



Die Gemeinde Ittigen hat die Klimagasemissionen innert 4 Jahren um 16.2% von rund 35'400 auf rund 29'700 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert.

Die grösste Emissionsreduktion wurde mit -23% im Bereich Wärmerzeugung erzielt. Die zweitgrösste Emissionsreduktion wurde im Bereich Strassenverkehr (-11%) verzeichnet, gefolgt von den Emissionen durch Stromverbrauch und -produktion (-8%). Der Rückgang der Emissionen aus landwirtschaftlichen Aktivitäten war weniger signifikant (-7%). Im Bereich Emissionen aus ARA (blauer Balken) musste leider eine Erhöhung um 120% registriert werden. Für diese kann aber die ARA nichts, sie ist auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse betreffend Lachgas zurückzuführen. Ein leichter Anstieg von 1% wurde auch für die übrigen nichtenergetischen Emissionsquellen verzeichnet.

Wenn man die erreichte Emissionsreduktion mit der im Absenkpfad angestrebten Emissionsreduktion vergleicht, kann man folgende Feststellungen machen:

Die Gemeinde Ittigen ist insgesamt mit der Reduktion der Klimagasemissionen auf dem gesamten Gemeindegebiet auf gutem Weg. Das Zwischenziel 2024 gemäss dem originalen Absenkpfad wurde allerdings nicht ganz erreicht. Die Klimagasemissionen im Jahr 2024 (Datenerhebungsjahr = 2023) liegen mit 29'716 t CO₂-eq um 16% tiefer als vor 4 Jahren (35'443 t CO₂-eq). Sie liegen damit aber noch knapp 4% über dem angestrebten Zwischenziel von 28'634 t CO₂-eq.

Positiv zu vermerken ist, dass für alle Energieträger Absenkungen realisiert werden konnten. Insbesondere im Bereich der Treibstoffe ist die Entwicklung derzeit aber noch klar zu langsam, um das Ziel zeitgerecht zu erreichen. Grafisch dargestellt präsentiert sich die SOLL-IST Situation wie in der untenstehenden Darstellung gezeigt.

Trotz des knappen Verfehlens des Zwischenziels 2024 sind die erreichten Fortschritte ermutigend. Wichtig ist allerdings, mit den geplanten Massnahmen weiterfahren zu können und nicht in Verzögerungen oder Blockaden hineinzulaufen. In diesem Sinne wird das Fazit gezogen.

<p>Heizöl: Ziel fast erreicht. Abweichung vom Zwischenziel +1%</p>	<p>Gas: Ziel verfehlt. Abweichung vom Zwischenziel +9%. Problem: Zu wenig Biogasbezug</p>	<p>Verkehr: Ziel verfehlt: Abweichung vom Zwischenziel +11%</p>
		<p>Legende: Die rote Linie zeigt den 2020 geplanten Absenkpfad mit seiner zeitlichen Entwicklung. Der schwarze Punkt (beschriftet mit dem exakten Wert) zeigt die IST-Situation 2024.</p>
<p>Strom: Ziel nicht ganz erreicht. Abweichung vom Zwischenziel +5%</p>	<p>Nichtenergetische Emissionen: Kein Ziel.- Starke Erhöhung der Emissionen aus ARA wegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.</p>	

Fazit:

Mit konzentrierten und beharrlichen Anstrengungen im Rahmen der bereits angedachten Massnahmen (Programm Klimact, Richtpläne Energie und Verkehr), sollte es möglich sein, auf dem 2020 definierten Absenkpfad mehr oder weniger planmässig weiterzukommen. Wichtige Massnahmen dazu sind aber heute nicht oder nicht genügend abgesichert. Daran ist zu arbeiten, wenn der Fortschritt entsprechend dem Absenkpfad weiter gehen soll.

- ➔ Das Fernwärmenetz ab ARA Worblental ist zügig auszubauen, um den Ersatz fossiler Heizungen voranzutreiben. Die aktuellen Ausbaupläne genügen der Massnahmenplanung derzeit noch nicht. Weitere Fernwärmenetze mit erneuerbaren Energien sind willkommen zu heissen / zu fördern (Wyss, WV Bolligen-Stettlen, etc.).
- ➔ Die in letzter Zeit etwas erlahmten Bemühungen der Gemeinde um die Beschaffung von mehr Biogas sind zu reaktivieren.
- ➔ Die Elektromobilität muss gegenüber der vergangenen Periode verstärkt gefördert werden. Die entsprechenden Konzepte und Mittel (zB. Förderung aus dem Energiefonds) sind heute vorhanden bzw. in Kraft. Immobilien bewirtschaftende Firmen sind verstärkt einzubeziehen.
- ➔ Die Zielvereinbarungen mit Unternehmen stehen erst am Anfang. Es zeigt sich, dass sehr gute und wirksame Impulse davon ausgehen können (zB. die verstärkte Eigenstromproduktion mit PV-Anlagen, oder das Zurverfügungstellen von Auto-Ladestationen auf dem Gemeindegebiet, oder die Elektrifizierung des Busverkehrs. Solche Kooperationen sollen verstärkt erfolgen.
- ➔ Der Energiefonds, aus welchem heute sehr wertvolle und motivierende Förderbeiträge fließen, soll für die Zukunft so geöffnert werden, dass seine Funktion langfristig sicher gestellt ist.
- ➔ Mit der Zeit sollte auch die Förderung oder eigene Erarbeitung von Senken angedacht werden. Auf dem Absenkpfad spielen diese zwar vor 2030 noch keine substanzielle Rolle. Aber im Zusammenhang mit der vom BAFU vorgesehenen Rolle der Kehrlichtverbrennungsanlagen als künftige CO₂-Senken sind heute schon Überlegungen vorhanden, wie Gemeinden zu Senken kommen könnten.

1 Einleitung

Im Auftrag der Gemeinde Ittigen wurde im Jahr 2020 erstmals eine Klimagasbilanz für das Gemeindegebiet von Ittigen basierend auf Aktivitätsdaten aus dem Jahr 2019 erstellt. Die Auftraggeberin sieht eine regelmässige Aktualisierung vor, die alle vier Jahre erfolgen soll. Die erste Aktualisierung erfolgt somit auf der Datengrundlage aus dem Jahr 2023 im Jahr 2024 und ist Inhalt dieses Berichts.

Mit der gemeindeweiten Klimagasbilanz werden folgende grundsätzliche Zielsetzungen verfolgt:

- Die gesamtheitlich umfassende Klimagasbilanz für die ganze Gemeinde aktualisieren
- Überprüfen der Massnahmenplanung und der kommunalen Klimagas- bzw. CO₂-Wirkungsziele 2035
- Grundlagen für Benchmark mit Nachbargemeinden, Energiestädten etc.
- Fortsetzung der CO₂-Bilanz für die Werke + Gemeindeverwaltung Ittigen

Die Aktualisierung der Klimagasbilanz im Jahr 2024 (Datenerhebungsjahr = 2023) verfolgt zusätzlich folgende Zielsetzungen:

- Vergleichbarkeit: Die Methodik und Struktur der Klimagasbilanzierung ist weitgehend dieselbe wie für das Referenzjahr 2020 (Datenerhebungsjahr = 2019), um die zeitliche Emissionsentwicklung klar nachvollziehen zu können.
- Relation zur Berner Klimametrik klarstellen und gegenseitige Unterstützungsmöglichkeiten identifizieren und ausnutzen
- Relation zum GHG-Standard klarstellen und mögliche Weiterentwicklungen skizzieren

2 Methodik und Datengrundlage

Die Klimagasbilanz basiert auf den aktuellsten verfügbaren Verbrauchs-, Struktur- und Zähl­daten, die routinemässig erhoben werden. In den allermeisten Fällen beziehen sie sich auf das Jahr 2023 (= Bilanzjahr). Die Berechnungen der Klimagasemissionen erfolgten mit Excel.

Gemäss Zielsetzung werden die THG-Emissionen, die auf Immobilien oder Aktivitäten der Gemeinde zurückzuführen sind, separat erfasst.

2.1 Treibhausgase und Gewichtung

Die Emissionen der folgenden Treibhausgase: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden in der Bilanz berücksichtigt. Die Emissionen der anderen Treibhausgase, für die im Kyoto-Protokoll von 1997 Emissionsziele aufgeführt sind, können hier vernachlässigt werden. Die berücksichtigten Treibhausgase sind nach abnehmendem Klimaerwärmungsbeitrag auf dem Gebiet der Gemeinde Ittigen aufgeführt.

Zur Berechnung der CO₂-Äquivalenz-Emissionen wurde für CH₄ und N₂O der Gewichtungsfaktor (Global Warming Potential, GWP) gemäss der BAFU-Mitteilung mit Umwelt-Vollzug Nr. 1315 [1] eingesetzt.

Tabelle 1: Global Warming Potential

Treibhausgas	Gewichtungsfaktor
Kohlendioxid CO ₂	1
Methan CH ₄	28
Distickstoffoxid (Lachgas) N ₂ O	265

2.2 Bilanzierungsgrenzen

2.2.1 Geografisch

Die Energie- und Klimagasbilanz bezieht sich auf die relevanten Aktivitäten im ganzen Gemeindegebiet von Ittigen.

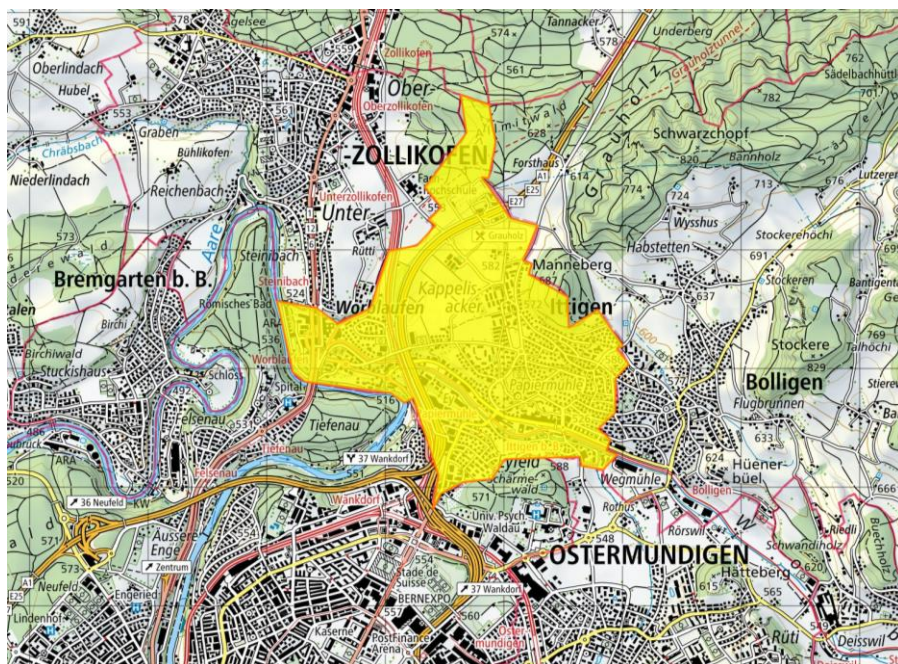
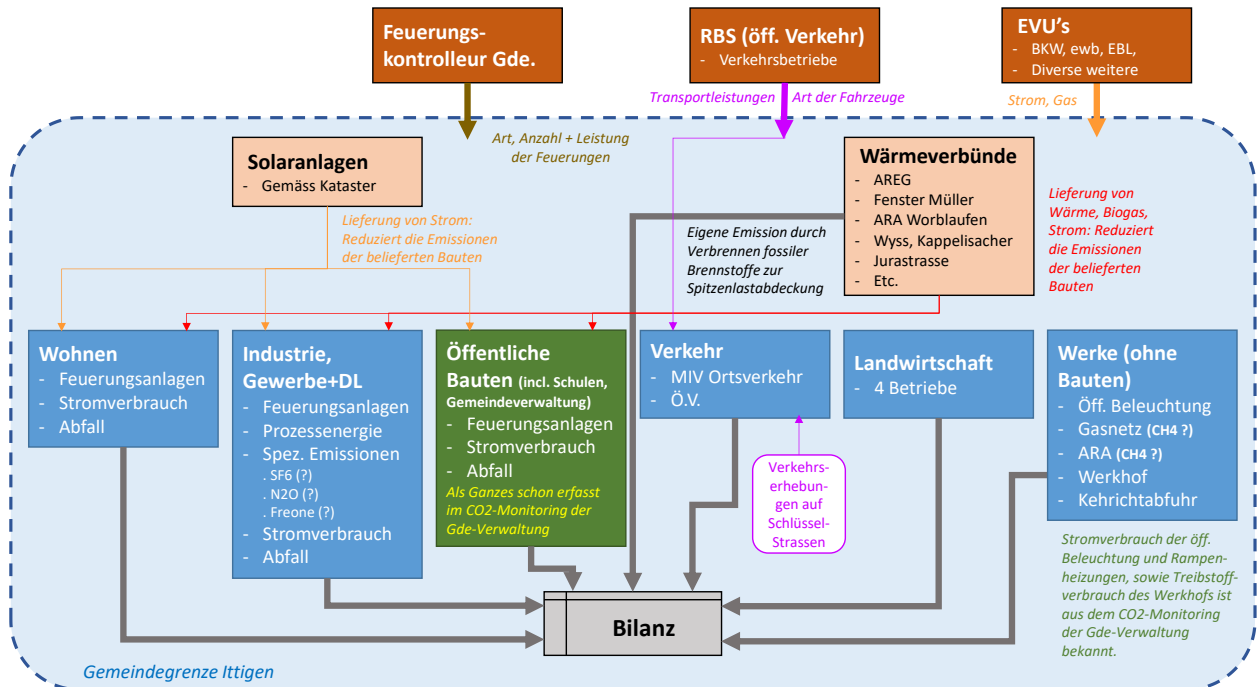


Abbildung 1: Gemeindegebiet Ittigen

2.2.2 Methodisch

Die nachfolgende Grafik illustriert den Perimeter der Bilanz und die wichtigsten Datenquellen.



Für die Bilanzierung wurden überwiegend lokale Daten verwendet. Nur in wenigen Fällen mussten gesamtschweizerische Mittelwerte eingesetzt werden.

Die Klimagasbilanz berücksichtigt die direkten Emissionen (Scope 1) folgender relevanter Aktivitäten:

- Verbrennung von Brennstoffen: Komfort- und Prozesswärme in allen Nutzer-Sektoren
- Verkehr auf Gemeindegebiet (Emission aus Treibstoffen). Die Autobahn A1 ist nicht Bestandteil der Klimagasbilanz.
- Abwasserreinigung (Gemeindeanteil an den Emissionen)
- BHKW (Wyss und ARA Worblental)
- Landwirtschaft
- Haushalt-Aktivitäten

Weiter berücksichtigt die Bilanz die indirekten Klimagasemissionen (Scope 2, 3) aus folgenden Aktivitäten:

- Stromverbrauch
- Abfallverbrennung, Grünabfallverwertung

Die Klimagas-Emissionen der vorgelagerten Prozesse (z.B. durch die Herstellung, die Aufbereitung und den Transport der verbrauchten Energieträger) werden gemäss Absprache mit dem Auftraggeber nicht berücksichtigt. Die Ausnahme bildet der Stromverbrauch: Die Emissionsfaktoren berücksichtigen hier die gesamte Produktionskette. Der Flugverkehr und andere indirekte Emissionen aus dem persönlichen Konsum der Einwohner wird nicht berücksichtigt.

2.3 Berechnungsgrundsätze

Die Berechnung der Klimagasbilanz basiert auf folgender Formel:

$$B_i = A_i \times F_i$$

mit

- B_i : Die zu bilanzierende Emissionen aus der Aktivität i
 A_i : Aktivitätsstrate i im Jahr 2023
 F_i : Emissionsfaktor zur Berechnung der Emission aus der Aktivität A_i

2.4 Bezug zur Klimametrik des Kantons Bern

Kurz nachdem die erste Klimagasbilanz der Gemeinde Ittigen erstellt worden war, ergriff der Kanton die Initiative, eine «kantonale Klimametrik» erarbeiten zu lassen. Dadurch wird ein Bilanzierungsmodell zur Verfügung gestellt, welches einerseits gemeindeweite Klimagasbilanzen harmonisiert und dadurch miteinander vergleichbar macht, und welches andererseits viele 'vorgefertigte' Daten zur Verfügung stellt und damit den Aufwand für das Erstellen einer Gemeinde-Klimagasbilanz deutlich reduzieren soll.

Vor diesem Hintergrund war die Frage zu beantworten, ob die neue Klimagasbilanz '24 nach dem Modell der Berner Klimametrik erstellt werden soll, oder nach dem im Jahr 2020 verwendeten 'gemeindeeigenen' Modell.

Nach einer Analyse des Modells der Klimametrik wurde entschieden, mit geringfügigen Anpassungen beim gemeindeeigenen Modell des Jahres 2020 zu bleiben. Die Hauptgründe für den Entscheid waren folgende:

- Das Modell der Klimametrik ist ein streng territorial aufgebautes, reines Scope 1-Modell. Dies bedeutet, dass eine Gemeinde-Klimagasbilanz nach diesem Modell sehr unterschiedlich zur Bilanz 2020 aufgebaut wäre und eine Vergleichbarkeit und eine Fortschrittskontrolle der CO₂-Reduktionsmassnahmen (Vergleich 2024-2020) damit nicht möglich wäre.
- Zudem würde das strenge Territorialprinzip dazu führen, dass die Emissionen der Autobahn A1 an die Verkehrsemissionen von Ittigen angerechnet werden müssten, soweit die Autobahn über Ittigger Gebiet führt (ca. 4.2 km). Dies würde dazu führen, dass alle übrigen Ittigger Klimagasemissionen marginalisiert würden. Die A1 würde ca. 2/3 der gesamten Gemeindeemissionen umfassen, ohne dass diese Emissionen durch die Gemeinde beeinflussbar sind.
- Die Beschränkung auf den Scope 1 würde dazu führen, dass die Massnahmen, in Zusammenarbeit mit den EVU's die Stromqualität zu verbessern (geringere CO₂-Emissionsfaktoren der eingekauften Stroms) keine Wirkung auf die Bilanz mehr hätten.

Ein Verständnis für die unterschiedlichen Weisen des Aufbaus der Bilanz und damit die Fähigkeit, bei Bedarf die Bilanzen ineinander übersetzen und daher auch vergleichen zu können, ist aber wichtig. Deshalb sind in der folgenden Tabelle die Erfassung und Berücksichtigung der verschiedenen Beiträge zur Klimagasbilanz in den beiden Bilanzierungssystemen einander gegenübergestellt:

Emissions-Herkunft	Daten / Methode Klimametrik	Daten / Methode Ittigen
Heizen (Gas / Heizöl)	<ul style="list-style-type: none"> - Feuerungskontrolle - Gasverbrauchsstatistik incl Biogasanteil - Individuelle Daten Grossfeuerungen - Monitoring Zielvereinbarungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energieverbäuche (HEL hochgerechnet aus Leistung der Feuerungen) ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen ▪ Mit Witterungskorrektur 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuerungskontrolle - Gasverbrauchsstatistik incl Biogasanteil <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energieverbäuche (HEL hochgerechnet aus Leistung der Feuerungen) ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen ▪ Ohne Witterungskorrektur
Energieumwandlungen	<ul style="list-style-type: none"> - KVAs, BHKWs, Wärmeverbände am Standort ihrer Wärmeerzeuger erfasst inkl. alle Verluste 	<ul style="list-style-type: none"> - ARA Worblental und Wyss individuell erfasst. Anteil Ittigen berechnet und in die Bilanz einbezogen.

	<ul style="list-style-type: none"> - Fernwärme zu 0 eingesetzt ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Fernwärme zu 0 eingesetzt ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen, Anteil Verbrauch in Ittigen
Elektrizität (private und Industriell-gewerbliche Nutzer)	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Erfassung der Nutzung - Erfassung siehe Energieumwandlungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrizitätsstatistik BKW - Emissionsfaktoren nach Stromproduktionsart (BAFU/Treeze) ▪ Scope 2 und 3-CO₂-Emissionen des in Ittigen verbrauchten Stroms
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> - Motorfahrzeugregister - Gesamtverkehrsmodell Kl. Bern - Emissionsfaktoren des HBEFA ▪ Strassenverkehr (MIV und Nutzverkehr)* ▪ Strassenverkehr (öV)* ▪ Schiffs- und Offroadverkehr (LW)* * <i>Nur Verkehr auf dem Gebiet von Ittigen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Motorfahrzeugregister - Verkehrsählungen auf Hauptstrassen - MobiTool ▪ Strassenverkehr (MIV und Nutzverkehr)* - Verkehrsdaten von RBS ▪ Strassenverkehr (öV)* * <i>Nur Verkehr auf dem Gebiet von Ittigen aber Ausschluss der Autobahn A1</i>
Industrie (Nichtenergetische Emissionen [zB. Zementwerke, SF6, ...])	<ul style="list-style-type: none"> - Individuelle Erfassung Punktquellen (Zementwerke, Chemiebetriebe) ▪ Nichtenergetische Scope 1-CO₂-Emissionen der Industrie <i>NB.: In Ittigen keine vorhanden</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Erfassung
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Erhebung der Landwirtschaftlichen Betriebe - Nutzflächen und Tierbestände pro Gemeinde aus kantonaler Erhebung - Emissionsfaktoren für CO₂, CH₄ und N₂O des Bundes ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen der Landwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Direkterhebung der LW Nutzflächen und Tierbestände auf der Gemeinde - Emissionsfaktoren für CO₂, CH₄ und N₂O des Bundes ▪ Scope 1-CO₂-Emissionen der Landwirtschaft
Abfall	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Erfassung des Abfallaufkommens Erfassung der KVAs siehe Energieumwandlungen - Keine Erfassung von Deponien oder Deponegut <i>NB.: In Ittigen keine vorhanden</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Abfallstatistik der Gemeinde mit Erhebung KVA-Abfall (=> KEBAG) und Grüngut (=> KEWU) - Emissionsfaktoren für CO₂, CH₄ und N₂O des Bundes und der IPCC ▪ Scope 3-CO₂-Emissionen der in Ittigen verursachten Siedlungsabfälle (excl. Separatsammlungen)
Abwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Einwohnerstatistik - Hochrechnung der CO₂, CH₄ und N₂O-Emissionen aus dem CH Treibhausgasinventar ▪ Scope 1 Emissionen der ARA, Einwohnerbezogen 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktivitätsraten der ARA Worblental (inkl. Faulturm, Fackel, BHKW) - Abrechnung des Anteils von Ittigen - Emissionsfaktoren für CO₂, CH₄ und N₂O-der IPCC ▪ Scope 1 Emissionen der ARA, Anteil Ittigen
LULUCF / Wald	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Einbezug, weil Herunterbrechen der kantonal bekannten Emissionen auf die Gemeinden zu unzuverlässig wäre) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Einbezug. Forstwirtschaft geprüft aber weggelassen mangels Bedeutung und weil fremdbestimmt.
Flüchtige Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> - Gasleitungskataster - Treibhausgasinventar CH 	<ul style="list-style-type: none"> - Gas-Verbrauchsstatistik ewb - Schätzung der Verluste (0.2% Verbrauch)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Scope 1 Emissionen der Erdgasverluste auf dem Erdgasnetz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Scope 1 Emissionen der Erdgasverluste auf dem Erdgasnetz
<p>Übrige Emissionen, Hausbereich</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Einbezug 	<ul style="list-style-type: none"> - Einwohnerstatistik - Erfassung Corinair-Aktivitäten 'Feuerwerk', 'Hobby und Garten', 'Lachgasanwendungen Haushalt' ▪ Scope 1 Emissionen aus dem Haus-Bereich

Aus der Tabelle wird klar, dass zwischen den beiden Bilanzen grosse Unterschiede bestehen. Einerseits sind diese methodischer Art: Die erfassten Emissionsarten (rot) und die Datenbestände, aus welchen diese berechnet werden (schwarz), sind oft verschieden. Andererseits haben zwei methodische Unterschiede auch massive Konsequenzen auf das schlussendliche Resultat der Bilanz: Der Verzicht auf einen Einbezug der Autobahn A1 bei den Verkehrsemissionen und der Einbezug der Scope 2-Emissionen des Elektrizitätsverbrauchs.

Es darf deshalb nicht damit gerechnet werden, dass die Resultate der beiden Klimagasbilanzen direkt miteinander verglichen werden können, ausser in einzelnen Teilbereichen, wie zB. den Feuerungsanlagen. Für einen direkten Vergleich mit einer anderen Gemeinde, die nach Klimametrik bilanziert, müsste auch für Ittigen eine Klimametrik-Bilanz erstellt werden. Für die Gemeinde Ittigen ist es derzeit wichtiger, die Resultate 2024 mit den Resultaten 2020 vergleichen zu können, um für die weitere Massnahmenplanung die richtigen Schlüsse zu ziehen.

3 Bestimmung der Aktivitätsraten

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Aktivitätsraten für alle relevanten Emissionsquellen auf dem Gemeindegebiet aufgeführt und erklärt, wie diese bestimmt wurden.

3.1 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch der Gemeinde Ittigen wurde der Elektrizitätsstatistik der BKW entnommen [2]. Dabei ist die Herkunft des Stroms soweit möglich ausgewiesen. Für 49% der Strommenge ist der Strommix gemäss BKW-Deklaration allerdings nicht ausweisbar. In Tabelle 2 sind die Stromverbräuche pro Produktionsart und deren Anteile angegeben.

Tabelle 2: Stromverbrauch in der Gemeinde Ittigen nach Herkunft

Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	26'906'782	41%
Kernenergie	2'883'463	4%
neue erneuerbare	3'804'736	6%
nicht ausweisbar (Verbraucher-Strommix)	32'216'565	49%
BKW-Strommix gesamt	65'811'547	100%

Der Stromverbrauch der verschiedenen Verbrauchergruppen ist in Tabelle 3 aufgeführt. Die Daten sind ebenfalls in der Elektrizitätsstatistik [2] enthalten. Mit diesen Daten kann die zeitliche Entwicklung pro Verbrauchergruppe im Vergleich zur Bilanzierung im Jahr 2019 und zukünftigen Bilanzierungen analysiert werden.

Tabelle 3: Stromverbrauch in der Gemeinde Ittigen nach Verbrauchergruppen

Verbrauchergruppen	Messpunkte [#]	Netto-Energie [kWh]	Anteil [%]	Mix nicht ausweisbar [kWh]	Kernenergie [kWh]	Erneuerbare Energie [kWh]	Neue erneuerbare Energie [kWh]
Stromverbrauch / Summen im Gemeindegebiet	7'525	65'811'547	100%	31'361'654	2'806'946	26'227'620	5'415'326
Stromlieferung total	7'525	64'065'147	97.3%	31'361'654	2'806'946	26'192'774	3'703'772
davon an Haushalte	6'824	22'401'506	34.0%	721'538	2'094'500	18'143'451	1'442'017
davon an Landwirtschaft	11	224'967	0.3%	69'160	8'378	138'857	8'572
davon an Industrie und verarbeitendes Gewerbe	246	7'413'434	11.3%	4'350'534	197'525	2'617'438	247'937
davon an Dienstleistungen (ohne Verkehr)	361	28'374'751	43.1%	22'337'749	485'734	4'637'960	913'308
davon an Verkehr (Traktionsenergie)	41	5'275'078	8.0%	3'882'673	20'810	302'744	1'068'851
davon an Strassen-Beleuchtung	42	375'411	0.6%	-	-	352'323	23'088
erfasste Verbraucher / Summen	161	1'887'399	2.9%	135'761	185'437	1'478'500	87'702
Anteil Wärmepumpen mit dedizierter	112	1'029'121	1.6%	135'761	98'999	749'020	45'341
Anteil Elektrospeicherheizungen mit Verbrauchsmessung	49	858'278	1.3%	-	86'438	729'479	42'361
Eigenverbrauch / Summen	163	1'746'400	2.7%	-	-	34'846	1'711'554
Anteil Eigenverbrauch gemessen	20	1'265'720	1.9%	-	-	-	1'265'720
Anteil Eigenverbrauch gerechnet	143	480'680	0.7%	-	-	34'846	445'834

3.2 Stromproduktion

Die Stromproduktion auf dem Gemeindegebiet von Ittigen wird von BKW [2] wie folgt angegeben:

Tabelle 4: Stromproduktion auf Gemeindegebiet von Ittigen

Stromquelle	Anlagen [#]	Leistung [kWh]	Energie [kWh]
Photovoltaik	188	5'115	4'129'372
Davon Netzeinspeisung	188		2'417'818
Davon Energieverbrauch	160		1'711'554
Biomasse (BHKW)	3	391	8'979'394
Davon Netzeinspeisung	3		8'979'394
Davon Energieverbrauch	1		-
Wasser	2	75	154'230
Davon Netzeinspeisung	2		119'384
Davon Energieverbrauch	1		34'846
Total Produktion in Ittigen			13'262'996

3.3 Wärmeerzeugung

3.3.1 Gasverbrauch

Als Aktivitätsrate für Gasfeuerungen wird die verbrannte Gasmenge in MWh/a gewählt. Die Gasverluste werden auch in MWh/a angegeben.

Die Klimagasbilanz basiert auf dem Gasverbrauch in der Periode 1.6.2022 – 31.5.2023 auf dem Gemeindegebiet von Ittigen, der von Energie Wasser Bern (ewb) erhoben und kommuniziert wurde [3]. Die Verbrauchsdaten wurden für das ganze Gemeindegebiet und die gemeindeeigenen Verbraucher, sowie für nachfolgende Verbrauchstypen differenziert ausgewiesen:

- Erdgastankstelle 1
- Erdgastankstelle 2
- Haushalte ohne Heizen (z.B. für Kochen, Warmwasser, Waschen, Trocknen)
- Wärmeerzeugung unter 50 MWh/a (teilweise auch mit Warmwasseraufbereitung)
- Wärmeerzeugung 50 – 600 MWh/a (teilweise auch mit Warmwasseraufbereitung)
- Vertragskunden (Grosskunden) mit >600 MWh/a

Zusätzlich wurde pro Verbrauchstyp der Anteil Biogas am Gasverbrauch ausgewiesen.

Die EWB macht keine Angaben zu den Gasverlusten im Leitungsnetz. Wir schätzen, dass diese in der Grössenordnung von maximal 0.2% der Verbrauchsmenge liegen [4]. Sie werden in der THG-Bilanz berücksichtigt.

Die Gasverkaufsmengen an den beiden Erdgastankstellen in Ittigen werden in der Berechnung der Klimagasemissionen nicht einbezogen. Erdgas als Treibstoff wird bei der Berechnung der CO₂-Emissionen des Verkehrs berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.4). Dabei ist der Anteil Biogas für die Klimagasbilanzierung relevant und wird über die Emissionsfaktoren berücksichtigt (vgl. Kapitel 4.1).

Der Gasverbrauchsanteil für Haushaltanwendungen macht nur 0.1% des Gasverbrauchs für Feuerungsanlagen aus. Die Klimagasemissionen durch diese Anwendung werden deshalb nicht separat bilanziert, sondern auch den Heizungsanlagen zugeschlagen. In Tabelle 5 sind die entsprechenden Verbrauchsdaten aufgeführt.

Tabelle 5: Erdgaslieferungen EWB

Segment	Ganzes Gemeindegebiet		Gemeindeeigene Verbraucher	
	Gasverbrauch [kWh]	Anteil Biogas [kWh]	Gasverbrauch [kWh]	Anteil Biogas [kWh]
Haushalte	37'823	9'180		
Heizen < 50 MWh/a	2'632'899	444'679	81'539	23'458
Heizen < 50 - 600 MWh/a	14'853'236	3'786'448	923'750	628'731
Vertragskunden > 600 MWh/a	11'390'661	188'000		
Total für Feuerungsanlagen	28'914'619	4'428'307	1'005'289	652'189

3.3.2 Heizöl-, Flüssiggas- und Brennholzverbrauch

Im Gegensatz zu Gas gibt es für Öl, Flüssiggas und Holz keine Verbrauchsangaben. Für die Berechnung des Energieverbrauchs in MWh/a wurde aus der Stammliste der Feuerungskontrolle der Gemeinde Ittigen pro Brennstoff (Erdgas, Erdöl, Flüssiggas und Holz [Pellets, Holzschnitzel und Stückholz]) die Summe der Nennleistungen aller Kessel für die Erzeugung von Komfortwärme (teilweise inklusive Warmwasser) - aufgeschlüsselt nach Brennstoff und den Verbraucherkategorien der ewb <50 MWh, 50 – 600 MWh und >600 MWh - gebildet. Für die Gasfeuerungen wurde aus dem bekannten Gasverbrauch für die drei Verbraucherkategorien jeweils die mittlere Volllaststundenzahl berechnet. Unter der Annahme, dass die Volllaststundenzahlen bei den entsprechenden Verbraucherkategorien der Heizöl-, Flüssiggas- und Holzfeuerungen etwa gleich sind, wurde der Energieverbrauch der anderen Brennstoffe durch Multiplikation der jeweiligen Volllaststundenzahl mit der entsprechenden Summe der Nennleistung berechnet.

Im Einzelnen wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Die Liste der Feuerungskontrolle wurde auf die Brennstoffe Erdgas, Erdöl, Flüssiggas und Holz (Pellets, Holzschnitzel und Stückholz) aufgeschlüsselt.
- Für jeden Brennstoff wurden die Feuerungsanlagen in die 3 Leistungsklassen ≤ 33 kW, 33 - 400 kW und ≥ 400 kW unterteilt. Diese Leistungsgrenzen ergeben sich aus der üblichen, mittleren Volllaststundenzahl von 1500 h/a [5] für die vorgängig aufgeführten Verbraucherkategorien der EWB.
- Kombisysteme können nach Auskunft des Feuerungskontrolleurs als reine Gasheizungen berücksichtigt werden.
- Notfallkessel und holzbeheizte Pizzaöfen wurden nicht berücksichtigt.
- Die mit Biogas befeuerten BHKW wurden nicht berücksichtigt.
- Der ölbefeuerte Fernwärmeheizkessel für den Sommerbetrieb (Wärmeverbund Häuselmann) wurde mit 1800 h/a unter Fernwärme separat berücksichtigt.
- Insbesondere für die Brennstoffe Erdgas und Heizöl sind die Anteile der Feuerungsanlagen für Raumwärme respektive für Raumwärme und Warmwasser vergleichbar. Relevante Fehler bei der Berechnung durch unterschiedliche Nutzungen sind deshalb nicht zu erwarten.

In Tabelle 6 ist die Auswertung der Stammliste der Feuerungskontrolle mit Berechnung der Endenergie wiedergegeben. Die Tabelle gibt auch die Aufteilung des Energieverbrauchs pro Energieträger auf die verschiedenen Verbrauchergruppen wieder.

Tabelle 6: Auswertung Feuerungsanlagen

Auswertung Feuerungsanlagen	Einheit	Erdgas (ewb)	HEL	Holz	Flüssiggas
Datenauswertung					
Anzahl Kessel ≤ 33 kW	#	72	296	18	2
Anzahl Kessel 33 - 400 kW	#	110	206	14	1
Anzahl Kessel ≥ 400 kW	#	13	10	0	0
Fernwärme	#	0	1	1	0
Anzahl Kessel gesamt	#	195	513	33	3
Mittlere Leistung ≤ 33 kW	kW	17.9	21.4	19.3	21
Mittlere Leistung 33 - 400 kW	kW	128	93	114	65
Mittlere Leistung ≥ 400 kW	kW	693	823	0	0
Fernwärme	kW		919	1'000	
Volllaststundenzahl ≤ 33 kW	h/a	2'041	2'041	2'041	2'041
Volllaststundenzahl 33 - 400 kW	h/a	1'055	1'055	1'055	1'055
Volllaststundenzahl ≥ 400 kW	h/a	1'265	1'265	1'265	1'265
Fernwärme	h/a		1'800	1'800	
Berechnung Endenergie Feuerungsanlagen					
Haushaltanwendungen (Kochen)	MWh/a	38	-	-	-
Anlagen ≤ 33 kW	MWh/a	2'633	12'928	708	86
Anlagen 33 - 400 kW	MWh/a	14'853	20'293	1'691	69
Anlagen ≥ 400 kW	MWh/a	11'391	10'407	0	0
Fernwärme (Primärenergie)	MWh/a	0	1'654	1'800	0
Total	MWh/a	28'915	45'281	4'199	154
Haushalte	MWh/a	11'629	32905	1955	20
Gewerbe	MWh/a	5'077	5390	0	0
Industrie	MWh/a	4'747	4455	1893	0
öffentliche Gebäude	MWh/a	7'461	2532	351	134
Haushalte		40%	73%	47%	13%
Gewerbe		18%	12%	0%	0%
Industrie		16%	10%	45%	0%
öffentliche Gebäude		26%	6%	8%	87%

3.3.3 Blockheizkraftwerke mit Biogas

Die Lohnunternehmung Wyss betreibt 3, die ARA Worblental 2 Gasmotoren zur Strom- und Wärmeerzeugung. Die Biogas-Produktionsmengen sind wie folgt:

- Wyss: 13'056 MWh
- ARA: 10'906 MWh
- **Total: 25'389 MWh**

Die Anlage der Lohnunternehmung Wyss wird in der Bilanzierung den Feuerungsanlagen zugeordnet, das BHKW der ARA dem ARA-Betrieb, da diese Emissionen nur anteilmässig Ittigen zugerechnet werden können.

3.3.4 Elektroheizungen und Wärmepumpen

In den Stromverbrauchs-Angaben der BKW [2] wird der Verbrauchsanteil für Wärmepumpen und Elektrospeicherheizungen mit dedizierter Verbrauchsmessung wie folgt angegeben:

Tabelle 7: Stromverbrauch für Wärmepumpen und Elektrospeicherheizungen

Verbraucher	Anzahl	Stromverbrauch
Wärmepumpen	112	1'029'121
Elektrospeicherheizungen	49	858'278
Gesamt	161	1'887'399

Die in Tabelle 7 angegebenen Verbräuche sind als Anteile des in Tabelle 2 aufgeführten Gesamtverbrauchs zu verstehen.

3.3.5 Solarthermie

Über die Wärmeproduktion mit solarthermischen Anlagen liegen für die Gemeinde Ittigen keine spezifischen Daten vor. Ausserdem sind deren Scope 1 Emissionen naturgemäss null. Aus diesem Grund werden Klimagasemissionen aus der Solarthermie in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

3.4 Abfallentsorgung

3.4.1 KVA

Der Kehricht der Gemeinde Ittigen wird in der Kehrichtverbrennungsanlage Kebag in Zuchwil, also ausserhalb des Gemeindegebietes von Ittigen verbrannt. Verursachergerecht wird der Klimagasemissionsanteil aus der Verbrennung des Ittigger Abfalls dennoch in der Klimagasbilanz der Gemeinde berücksichtigt.

Als Aktivitätsrate für die Kebag wird die verbrannte Kehrichtmenge der Gemeinde Ittigen in Tonnen und MWh pro Jahr gewählt. Die in der Kebag verbrannte Kehrichtmenge aus dem Gemeindegebiet von Ittigen betrug im Jahre 2023 gemäss „Mengenstatistik Abfallbewirtschaftung Ittigen“ [6] 2'049.6 Tonnen (inklusive externe Entsorgungshöfe). Mit einem Heizwert des Kehrichts von 11.9 GJ/t [7] ergibt dies eine Energiemenge von 6'775.0 MWh/a.

Die THG-Emissionen durch den Transport der Haus- und Grünabfälle werden über die Beitragsberechnung des Strassenverkehrs erfasst.

3.4.2 Abwasserreinigung

Das Abwasser der Gemeinde Ittigen wird in der ARA Worblental, also innerhalb des Gemeindegebietes von Ittigen behandelt. Analog zur Kehrichtverbrennung wird der Klimagas-Emissionsanteil des dort behandelten Abwassers aus Ittigen verursachergerecht in der Klimagasbilanz der Gemeinde Ittigen berücksichtigt.

Für das Jahr 2023 beträgt der Abwasseranteil von Ittigen gemäss Kostenteiler der ARA 15.58% der Gesamtabwassermenge, welche 10'006'018 m³ betrug [8]. Bei einer an der ARA angeschlossenen Bevölkerung von 73'760 entspricht dies 11'491 Einwohnergleichheiten. Dieser Anteil berücksichtigt nebst dem „normalen“ Abwasseranteil gemäss Einwohnerzahlschlüssel auch einen entsprechenden Anteil am Fremdwasser.

Die Klimagasemissionen der ARA resultieren einerseits aus dem Abwasserreinigungsprozess, genauer aus dem Abbau organischer Inhaltsstoffe, andererseits aus Biogas-Restemissionen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt gemäss [9] (Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2018):

CH₄-Emissionen durch Abwasserreinigungsprozess:

- CH₄ (ARA) = 0.03 x TOW (TOW: Fracht abbaubarer organischer Substanzen)
- Anstelle des europäischen Default-Wertes für die TOW-Fracht basieren wir auf der CSB-Messung der ARA Worblental [8] mit folgender Näherung: TOW = BSB₅ = 0.5*ΔCSB

CH₄-Emissionen durch Biogase:

- Die Verbrennung von Biogas im BHKW verursacht CH₄- und N₂O-Emissionen.
- Der Anteil an der Biogasproduktionsmenge, für den die Emissionen Ittigen angerechnet werden, beträgt 11'124 MWh * 0.15579 = 1'733 MWh/a
- Für die Emissionen aus dem Fackelbetrieb werden, wie im für das Bilanzjahr 2019, anstelle der Schweizer Mittelwerte (2% der Biogasmenge über Fackel, 0.75% als Leckage) die Abschätzungen der ARA Worblental (Markus Baumann) verwendet:
 - 1000 m³/a Biogas über die Fackel
 - 20 m³/a als Direktmission (unverbrannt) bei Fackelstörung

N₂O-Emissionen durch den Abwasserreinigungsprozess und die Reststickstoffbelastung im geklärten Abwasser:

- Die Berechnung gemäss [9] basiert auf einem Emissionsfaktor pro Einwohner für den Abwasserreinigungsprozess (198 g N₂O-Emission pro Einwohner und Jahr) und die Emissionen aus der Reststickstoffbelastung im geklärten Abwasser (19°g N₂O-Emission pro Einwohner und Jahr).

Dies führt zu folgenden Aktivitätsraten für die Gemeinde Ittigen.

Tabelle 8: Aktivitätsraten für ARA

Emission	Aktivitätsfaktor	Bemerkung
CH ₄ -Emissionen ARA	TOW =0.5*ΔCSB*0.15579 =0.5*5211*0.15579 = 406 t BSB/a	Anteil Ittigen am CSB-Abbau Grundlage: [9] CSB-Fracht gemäss [8]
Emissionen BHKW mit Biogas	11'123.9 MWh * 0.15579 = 1'733 MWh/a	Anteil Ittigen am BHKW
CH ₄ -Emissionen Fackel mit Biogas	1000 m ³ /a * 0.15579 = 156 m ³ /a 156 m ³ /h * 6.3 kWh /1000 = 0.99 MWh/a	Anteil Ittigen am Fackelabgas
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	20 m ³ /a * 0.15579 = 3.12 m ³ /a 3.12 m ³ /a * 0.62 * 0.66 kg/m ³ = 1.28 kg/a	Anteil Ittigen an Direktmission
N ₂ O-Emissionen ARA (inkl. Reststickstoff)	0.15579 * 73'760 = 11'491 EW	Grundlage: [9] Einwohneranteil Ittigen gem. [8]

3.4.3 Grüngut-Vergärungsanlage

Im Jahr 2019 wurden in Ittigen gemäss [6] 1'026 t kompostierbare Abfälle eingesammelt und der Grüngutverwertungsanlage KEWU in Krauchthal zugeführt. In der Kompostierungsanlage wird aus dem Grüngut Biogas mit etwa 60% Methananteil gewonnen, welches einem BHKW mit 2 Gasmotoren von je 220 kW Leistung verwertet wird. Rund 1'300 MWh produzierter Strom wird pro Jahr ins Netz eingespeist. Die anfallende Abwärme wird für den Betrieb der Kompostierungsanlage genutzt sowie über ein Fernwärmenetz zur Beheizung der eigenen und von benachbarten Industriegebäuden.

Analog zum BHKW der ARA Worblental können Methanemissionen bei Fackelbetrieb und bei einer Störung der Fackel auftreten. Da genauere Daten zu den Emissionen fehlen, werden die entsprechenden Biogasmengen proportional zur erzeugten Strommenge aus der Emission des BHKW der ARA wie folgt abgeschätzt:

Strommengen: ARA 4'255 MWh/a, KEWU 1300 MWh/a

Der Emissionsanteil aus der Kompostierung von Ittigen beträgt 8%. Dieser Wert wird aus dem Grüngutlieferanteil berechnet: Total 2023: 12'467 t, Ittigen 1'026.14 t.

Dies führt zu folgenden Aktivitätsraten für die Gemeinde Ittigen:

Tabelle 9: Aktivitätsraten für Kompostierung

Emission	Aktivitätsfaktor	Bemerkung
THG-Emissionen BHKW mit Biogas	$11'123.9 \cdot (1'300/4'255) \text{ MWh/a} \cdot (1'026.14/12'467) = 440 \text{ MWh/a}$	Anteil Ittigen am BHKW
THG-Emissionen Fackel mit Biogas	$1'000 \text{ m}^3/\text{a} \cdot (1'300/4'255) \cdot (1'026.14/12'467) = 25 \text{ m}^3/\text{a}$ $25 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 6.12 \text{ kWh/m}^3/1000 = 0.15 \text{ MWh}$	Anteil Ittigen am Fackelabgas
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	$20 \text{ m}^3/\text{a} \cdot (1'300/4'255) \cdot (1'026.14/12'467) = 0.5 \text{ m}^3/\text{a}$ $0.5 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 0.6 \cdot 0.66 \text{ kg/m}^3 = 0.2 \text{ kg/a}$	Anteil Ittigen an Direktmission

3.5 Verkehr

3.5.1 Verkehrsleistung MIV

Als Aktivitätsrate wird die Fahrleistung in Mio. Fahrzeug-km auf dem Gemeindegebiet pro Jahr angenommen. Diese Fahrleistung wird pro Fahrzeugtyp aus Verkehrszählungen hochgerechnet.

Die zugrunde liegenden Verkehrszählungen wurden durch automatische Installationen auf 17 Streckenabschnitten der Gemeinde durchgeführt und durch das Büro Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure ausgewertet. Leider wurden die Messungen nur im Jahr 2022 gemacht und der Auftrag an das Auswertebüro danach sistiert. Deshalb wurden die vorhandenen Messdaten des Jahres 2022 als Basis verwendet und mit einem allgemeinen Verkehrs-Wachstumsfaktor 2022 → 2023 von 1.122 multipliziert. Dieser Faktor stammt aus dem Vergleich der Fahrleistungsstatistiken für den Personen- und Güterverkehr des BFS [18], [19].

Die ausgewerteten 17 Streckenabschnitte sind auf der Karte im Anhang 1 dargestellt.

Tabelle 10 zeigt die ermittelten Fahrleistungen pro Fahrzeugtyp in km pro Tag.

Für die Berechnung der Klimagasemissionen müssen die Fahrleistungen mit einem mittleren Emissionsfaktor pro Fahrzeugkilometer für jeden Fahrzeugtyp multipliziert werden. Diese mittleren Emissionsfaktoren werden dem «Mobitool» [10] entnommen. Vor der Berechnung werden zudem die Fahrleistungszahlen der PKW mit dem Anteil der Fossilfahrzeuge korrigiert. Die Zählung kann fossile und elektrische Fahrzeuge nicht unterscheiden. Der Emissionsfaktor bezieht sich nur auf fossile Fahrzeuge und ist für elektrische Null (Scope 1). Der Anteil Elektrofahrzeuge wird durch das Bundesamt für Statistik gemeindegenau publiziert und betrug für Ittigen 2023 3.0%.

Die Fahrleistungen auf der Autobahn werden nicht berücksichtigt. Die Fahrleistungen auf Neben- und Erschliessungsstrassen, welche nicht gemessen wurden, wurde geschätzt, indem anhand der Karte Strassen und Streckenlängen ausgemessen wurden und je nach Strassentyp mittlere DTV's angenommen wurden. Mit der Annahme von DTV = 2000 für Nebenstrassen, DTV = 500

für Quartier- und DTV = 100 für Stichstrassen entsteht eine zusätzliche Fahrleistung von 8.0% der gemessenen Fahrleistung, welche zur gemessenen Fahrleistung hinzugezählt wird

Tabelle 10: Charakterisierung und Fahrleistung pro Strassenabschnitt

		Anteil an Zählrate:		85.2%	3.6%	8.1%	0.2%	0.2%	2.7%	
https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/s		Anteil Elektro-PW Ittigen		0.030						
Strecke Nr	Bezeichnung	Meter	Messpunkt	DTV 22	PKW	SNF	LNF	Car	Bus	Motorrad
Q1	Tiefenastrasse, Kreisel-Brücke	660	Tiefenaubrücke, Mitte	11'770	7427	314	706	17	17	235
Q2	Tiefenastrasse, Kreisel-GdeGrenze Zollikofen	240	Steinibach	17'850	4096	173	389	10	10	130
Q3	Zählstelle für Q2	0		17'850	0	0	0	0	0	0
Q4	Worbentalstrasse West	880	Vor Sandhof-Kreisel	11'100	9339	395	888	22	22	296
Q5	Länggasse-Fuchshubel	1080	Nähe Wyss	5'700	5886	249	560	14	14	187
Q6	Grauholzstrasse	390	Grauholzstrasse 68	5'110	1905	81	181	4	4	60
Q7	Zulligerstrasse	1320	Zulligerstrasse 18	1'860	2347	99	223	6	6	74
Q8	Kreisel	0			0	0	0	0	0	0
Q8.1	Grauholzstrasse Süd	650	Kreisel 561	8'190	5090	215	484	12	12	161
Q8.2	Worbentalstrasse	1130		7'440	8038	340	764	19	19	255
Q8.3	Worbentalstrasse Ost Pap.Mühle - Ittigen Stat.	580		6'330	3510	148	334	8	8	111
Q8.4	Papiermühlstrasse Bahnüberführung	80	Bahnübergang	7'520	575	24	55	1	1	18
Q9	Papiermühlstrasse Eyfeld	550		6'640	3492	148	332	8	8	111
Q10	Kreisel	0			0	0	0	0	0	0
Q11	Worbentalstrasse Station - GdeGrenze	430	Worbentalstrasse 97	7'260	2985	126	284	7	7	95
Q12	Papiermühlstrasse	250	Papiermühlstrasse 148b	7'630	1824	77	173	4	4	58
Q13	Papiermühlstrasse	170	Papiermühlstrasse 112	8'610	1399	59	133	3	3	44
Q14	Kurve Friedhof	40	Worblaufenstrasse 6	6'720	257	11	24	1	1	8
Q15	Worblaufenstrasse Süd	1150		6'790	7466	315	710	18	18	237
Q16	Untere Zollgasse	360	Unt. Zollgasse 108	4'520	1556	66	148	4	4	49

Für die Zuordnung der Fahrleistung auf die Fahrzeugkategorien wurde auf Daten des Bundesamts für Statistik (BFS) zurückgegriffen. Auf Basis der Verteilung der Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie in der Schweiz (Bezugsjahr 2023) wurde die Fahrleistung für die Gemeinde Ittigen auf die Fahrzeugtypen aufgeteilt. Tabelle 11 zeigt die aktuellste verfügbare Auswertung für das Jahr 2023. Gleichzeitig sind die Emissionsfaktoren gemäss Mobitool [10] der auswertbaren Fahrzeugkategorien in die Tabelle übertragen.

Tabelle 11: Fahrleistungsanteile pro Fahrzeugtyp gemäss BFS 2023 und Emissionsfaktoren gemäss Mobitool

Strassenmotorfahrzeuge in der Schweiz	2023				Mobi-Typ	EF CO2 direkt [g/vkm]	
	Bestand	Fahrleist pkm	Belegung	Fahrleist vkm			
Total (ohne Motorfahrräder)	6'445'122			62'943			
Personenwagen	4'760'948	85'804	1.6	53'628		165.6	85.2%
davon Benzinfahrzeuge	2'952'760				PKW Benzin Flottendurchschnitt	176.5	
davon Dieselfahrzeuge	1'273'597				PKW Diesel Flottendurchschnitt	180.5	
davon Normal-Hybridfahrzeuge1	282'515				PKW Hybrid Diesel Mittel	100.3	
davon Plug-in-Hybridfahrzeuge1	81'640				PKW Plugin Hybrid Diesel Mittel	79.9	
davon reine Elektrofahrzeuge	155'498				PKW Batterieelektrisch	0.0	
davon Rest unbekannt	14'938				PKW Flottendurchschnitt	176.7	
Durchschnittsalter der Personenwagen (Jahre)	10,3						
Personentransportfahrzeuge	114'299	3'048	21.0	145	Reisebus Diesel Eindecker (Car)	633.2	0.2%
davon Wohnmobile	96'105						
Sachtransportfahrzeuge (=Güterfahrzeuge)	485'303						
davon leichte Fahrzeuge (bis 3,5t)	431'238			5'072	Lastwagen 3.5t Diesel Euro 6	233.9	8.1%
davon schwere Fahrzeuge (über 3,5t)	54'065			2'256	Flottendurchschnitt LKW 26t	695.6	3.6%
Landwirtschaftsfahrzeuge	197'678				Lastwagen 3.5t Diesel Euro 6	233.9	
Industriefahrzeuge	81'241						
Motorräder	805'653	1'840	1.1	1'673	Motorrad Benzin Flottendurchschnitt	110.0	2.7%
Motorfahrräder inkl. schnelle E-Bikes2	269'457						
Busse RBS separat		3214	19	169	Stadtbus 18m (Gelenk) Diesel	1'207.1	0.3%
					Stadtbus elektrisch	0.0	

Tabelle 12 zeigt die Aufschlüsselung der Verkehrsleistung auf die verschiedenen Fahrzeugtypen. Die Zahlen wurden für das Basisjahr 2023 um den Faktor 1.122 erhöht. Aus den Fahrleistungen pro Fahrzeugtyp der Tabelle 12 und den Emissionsfaktoren gemäss Mobitool v3.0 [10] wurde die CO₂-Emission aus der Personen- und Gütertransportleistung auf dem Gemeindegebiet von Ittigen bestimmt.

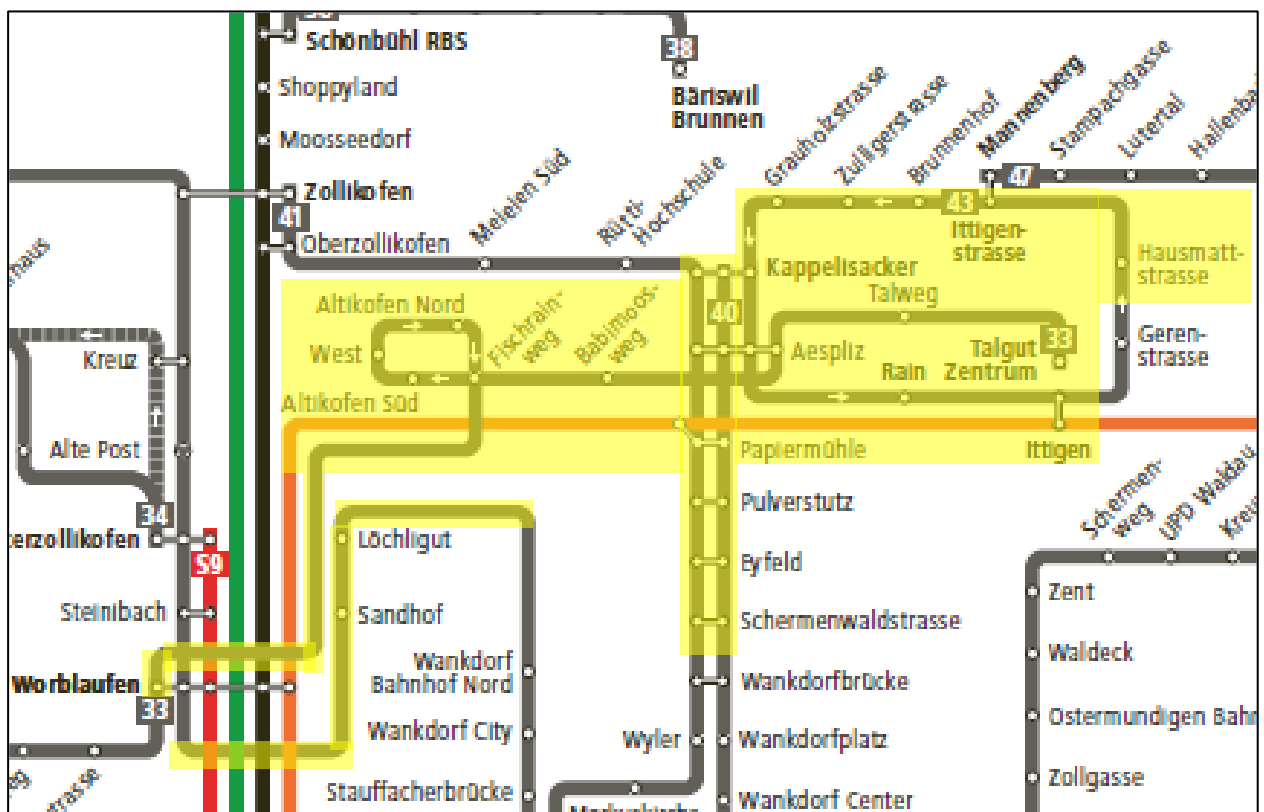
Tabelle 12: Verkehrsleistung pro Fahrzeugtyp

DTV 22	PKW	SNF	LNF	Car	Bus	Motorrad
160'890	72'545	3'065	6'897	170	170	2'299

3.5.2 Verkehrsleistung ÖV

Die Verkehrsleistungen des öffentlichen Verkehrs (Strasse) sind im Prinzip aus den Verkehrszählungen ermittelbar. Mit Strecken-Angaben der RBS (bezogen auf das Bilanzjahr 2023) ist allerdings eine viel genauere Bestimmung möglich, bei welcher auch der (zunehmende) Anteil Elektrobusse einbezogen werden kann. Aus dem Netzplan der RBS wird deshalb zunächst hergeleitet, welche Teilstrecken sich auf Ittigger Gebiet befinden. Diese sind in Tabelle 13 vor gelbem Hintergrund dargestellt.

Tabelle 13: Netzplan RBS 2023 mit Identifikation der Strecken auf Gebiet von Ittigen



Durch Auswertung der Streckenlängen, der Anzahl Fahrten pro Tag und des Anteils von fossil betriebenen Bussen kann die Verkehrsleistung des öV auf dem Ittigger Strassennetz bestimmt werden. Die entsprechend berechnete Emission der öV-Busse wird dann für die Verkehrsbilanz herangezogen und dafür wird die aus den Verkehrszählungen berechnete Leistung der Busse weggelassen (wäre sonst doppelt gezählt). Tabelle 14 zeigt das Resultat. Die RBS-Züge werden nicht einbezogen, da sie mit Strom laufen und der Fahrstrombezug in der Elektrizitätsstatistik der BKW berücksichtigt ist.

Tabelle 14: Verkehrsleistung des ÖV in Ittigen

Linie	Weg	Strecke [km]	Fahrten Mo-Fr	Fz-km/a
33	Worblaufen-Talgutzentrum	3.497	32	8'168.992
36	Worblaufen-Löchligut	1.795	55	7'206.925
40	Kappelisacher-Wankdorfbrücke	2.449	111	19'844.247
41	Kappelisacher-Wankdorfbrücke	2.541	25	4'637.325
43	Ittigen Rundstrecke	4.093	9	2'689.101
Total Ittigen				42'546.590

Die Berechnung erfolgte sehr konservativ, indem die Fahrtenzahlen für Werktage auf das ganze Jahr extrapoliert wurden (* 365 / 5).

3.6 Landwirtschaft und andere Aktivitäten

Die Klimagasemissionen landwirtschaftlichen und anderen Aktivitäten werden anhand von massgebenden Aktivitätsfaktoren aus Strukturdaten zusammengefasst behandelt. Ihr Anteil an den Klimagasemissionen ist gering.

Tierhaltung, Flächennutzung:

Von den aktuell 4 Landwirtschaftsbetrieben auf dem Gemeindegebiet Ittigen halten drei Betriebe Tiere. Die Anzahl Tiere dieser drei Landwirtschaftsbetriebe wurden von der Gemeinde Ittigen zur Verfügung gestellt. In der Berechnung der Klimagasemissionen wurden die Fermentation bei der Verdauung und die Flächendüngung berücksichtigt. Die Aktivitätswerte sind in Tabelle 27 ersichtlich.

Klimagasemissionen im Hausbereich:

Die Klimagasemissionen im Hausbereich wurden anhand der Einwohnerzahl von Ittigen [11] berechnet. Einbezogen wurden Emissionen durch Feuerwerke, Lachgasanwendungen im Haushalt, Gartenpflege und Hobby. Die Aktivitätswerte sind in Tabelle 27 ersichtlich.

4 Bestimmung der Emissionsfaktoren der Klimagasbilanz

4.1 Stromverbrauch

Für die Berechnung der Klimagasemissionen, welche durch den Verbrauch an elektrischer Energie entstehen, werden die Emissionsfaktoren gemäss „Umweltbilanz Strommixe Schweiz 2018“ [12] verwendet.

Die Emissionsfaktoren für Stromproduktion mit bekannter Herkunft beziehen sich auf Inlandproduktion und berücksichtigen die ganze Produktionskette. Für die 49% Stromanteil mit nicht nachweisbarer Herkunft wurde der Emissionsfaktor für den Verbraucher-Strommix gemäss [12] eingesetzt.

Tabelle 15: Emissionsfaktoren für die Stromproduktion

Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO ₂ eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	26'192'774	39.8%	10.99
Kernenergie	2'806'946	4.3%	14.95
neue erneuerbare	3'703'772	5.6%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	31'361'654	47.7%	128.00
Eigenverbrauch Eigenproduktion	1'746'400	2.7%	0.00
BKW-Lieferstrom gesamt	65'811'546	100%	68.53
Wasserkraft			
		100.00%	10.99
- Typ Laufwasserwerk		36%	3.80
- Typ Speicherwerk		48%	6.90
- Typ Kleinwasserkraftwerk		9%	4.90
- Typ Pumpspeicherwerk		7%	85.30
Kernenergie			
		36%	14.95
- Typ Druckwasser		20%	14.20
- Typ Siedewasser		16%	15.90
neue erneuerbare			
		9.3%	44.80
PV		8.9%	41.70
Biogasanlage		0.3%	153.50
Wind		0.1%	17.30

Nachfolgend sind die einzelnen Emissionsfaktoren für die verschiedenen Verbrauchergruppen mit jeweils unterschiedlichem Strommix aufgeführt.

Tabelle 16: Emissionsfaktoren der Strommixe verschiedener Verbrauchergruppen

Haushalte			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO ₂ eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	18'143'451	81%	10.99
Kernenergie	2'094'500	9%	14.95
neue erneuerbare	1'442'017	6%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	721'538	3%	128.00
BKW-Lieferstrom Haushalte	22'401'506	100%	17.30

Landwirtschaft			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO₂eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	138'857	62%	10.99
Kernenergie	8'378	4%	14.95
neue erneuerbare	8'572	4%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	69'160	31%	128.00
BKW-Lieferstrom Landwirtschaft	224'967	100%	48.39
Industrie			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO₂eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	2'617'438	35%	10.99
Kernenergie	197'525	3%	14.95
neue erneuerbare	247'937	3%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	4'350'534	59%	128.00
BKW-Lieferstrom Industrie	7'413'434	100%	80.89
Dienstleistungen			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO₂eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	4'637'960	16%	10.99
Kernenergie	485'734	2%	14.95
neue erneuerbare	913'308	3%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	22'337'749	79%	128.00
BKW-Lieferstrom Dienstleistungen	28'374'751	100%	104.26
Verkehr			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO₂eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	302'744	6%	10.99
Kernenergie	20'810	0%	14.95
neue erneuerbare	1'068'851	20%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	3'882'673	74%	128.00
BKW-Lieferstrom Verkehr	5'275'078	100%	103.98
Strassenbeleuchtung			
Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO₂eq/kWh]
erneuerbare, v.a. Wasserkraft	352'323	94%	10.99
Kernenergie	0	0%	14.95
neue erneuerbare	23'088	6%	44.80
nicht ausweisbar: Verbraucher-Strommix	0	0%	128.00
BKW-Lieferstrom Strassenbeleuchtung	375'411	100%	13.07

4.2 Feuerungen

Die Faktoren für die Feuerungen stammen aus dem „Faktenblatt CO₂-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz" vom April 2024 [7], aus dem "Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen (Stand 2005)" [13], aus dem «Faktenblatt Emissionsfaktoren Feuerungen» vom Juni 2024 [15] und aus den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006) [14].

Wie unter Abschnitt 3.3.1 erwähnt, wird der sehr geringe Gasanteil für Haushaltenwendungen für die Klimagasbilanzierung den Feuerungsanlagen zugeschlagen.

Für die Holz- und Biogasverbrennung wurde für CO₂ definitionsgemäss mit einem Emissionsfaktor von 0 gerechnet.

Der Emissionsfaktor des von ewb gelieferten Erdgas-Biogasgemisches setzt sich aus den energiemengengewichteten Faktoren für Erdgas und Biogas zusammen. In Tabelle 17 sind die Anteile Erdgas und Biogas dargestellt.

Tabelle 17: Biogasanteil im Erdgas gemäss Angaben ewb

Verbrauchsangaben ewb	Einheit	Wert total	Wert ohne Tankstellen
Erdgas	MWh	25'310.4	24'486.7
Biogas	MWh	4'634.3	4'428.3
Gesamt	MWh	29'944.7	28'915.0
Anteil Erdgas	%	84.5%	84.7%

Der Emissionsfaktor für Gasverluste wird mittels der Publikation "Eigenschaften des in der Schweiz verteilten Erdgases, Ausgabe Januar 2024" [16] berechnet. (Methangehalt 0.931 x (molare Masse Methan 16 g/mol / Molvolumen ideales Gas 22.4 mol/L) x Heizwert Methan 10.2 kWh/m³ x 1000 L/m³ ergibt 63.3 kg/MWh).

Tabelle 18: Emissionsfaktoren der Feuerungsanlagen

Emissionsquelle	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	[tCO ₂ /MWh]		[kgCH ₄ /MWh]		[kgN ₂ O/MWh]	
Erdgas Feuerung	0.201	[7]	0.0169	[15]	0.00036	[14]
Biogas Feuerung	0	-	0.0169	[15]	0.00036	[14]
Erdgas BHKW	0.201	[7]	0.09	[13]	0.00036	[14]
Biogas BHKW	0	-	0.09	[13]	0.00036	[14]
ewb Erdgas-Biogas-Gemisch Feuerungen	0.189	-	0.0169	-	0.00036	-
ewb Erdgas-Biogas-Gemisch BHKW	0.189	-	0.09	-	0.00036	-
Heizöl	0.26532	[7]	0.03541	[15]	0.00216	[14]
Pellets	0	-	0.0192	[15]	0.0144	[14]
Schnitzel, Stückholz	0	-	0.08743	[15]	0.0144	[14]
Flüssiggas	0.2358	[7]	0.0036	[14]	0.00036	[14]
Gasverluste	0	-	65.20	-	0	-

4.3 Abfallentsorgung

4.3.1 KVA

Die Emissionsfaktoren für die Verbrennung von Abfall stammen aus dem „Faktenblatt CO₂-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz" vom April 2024 [7] und aus den „IPCC

Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006) [14]. Für die Umrechnung der Faktoren von "pro MWh" zu "pro Tonnen Abfall" wurde der Heizwert pro Tonne Abfall von 11.9 GJ/t gemäss [7] eingesetzt.

Tabelle 19: Emissionsfaktoren KVA

Emissionsquelle	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	[tCO ₂ /MWh]		[kgCH ₄ /MWh]		[kgN ₂ O/MWh]	
Abfallverbrennung pro MWh	0.158	[7]	0.108	[14]	0.0144	[14]
	[tCO ₂ /t]		[kgCH ₄ /t]		[kgN ₂ O/t]	
Abfallverbrennung pro Tonne Abfall	0.521	[7]	0.357	[14]	0.048	[14]

4.3.2 Abwasserreinigung

Die in der Abwasserreinigung der ARA Worblental klimarelevanten Prozesse mit den dazugehörigen Emissionsfaktoren sind in Tabelle 20 zusammengestellt.

Tabelle 20: Emissionsfaktoren ARA

Emissionsquelle	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	[tCO ₂ /MWh]		[kgCH ₄ /MWh]		[kgN ₂ O/MWh]	
CH ₄ -Emissionen ARA	0		0.03	t/tBSB [14]	0	
CH ₄ -Emissionen Biogas BHKW	0		0.09	kg/MWh [13]	0.00036	kg/MWh [14]
CH ₄ -Emissionen Fackel Biogas	0		0.016892	kg/MWh [15]	0.00036	kg/MWh [14]
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	0		0.001	t/kg CH ₄	0	
N ₂ O-Emissionen ARA (inkl. Reststickstoff)	0		0		0.217	kgN ₂ O/EW [14]

Die Faktoren stammen aus dem "Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen (Stand 2005)" [13], aus dem «Faktenblatt Emissionsfaktoren Feuerungen» vom Juni 2024 [15] und aus den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (2006) [14]. Für Biogas wurde der Emissionsfaktor für CO₂ als 0 angenommen.

4.3.3 Grüngut-Vergärungsanlage (KEWU)

Die Emissionsfaktoren für den Betrieb des BHKW, die Abfackelung von Biogas und für den unverbrannten Abgang von Biogas bei Fackelausfall entsprechen jenen der ARA.

Tabelle 21: Emissionsfaktoren Kompostieranlage

Emissionsquelle	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	[tCO ₂ /MWh]		[kgCH ₄ /MWh]		[kgN ₂ O/MWh]	
CH ₄ -Emissionen Biogas BHKW	0		0.09	kg/MWh [13]	0.00036	kg/MWh [14]
CH ₄ -Emissionen Fackel Biogas	0		0.016892	kg/MWh [15]	0.00036	kg/MWh [14]
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	0		0.001	t/kg CH ₄	0	

4.4 Verkehr

Die Berechnung erfolgt mit den Emissionsfaktoren gemäss Mobitool [10]. Es werden nur die direkten Emissionen pro Fahrzeugkilometer einbezogen. Tabelle 22 zeigt die Mobitool entnommenen und anhand der Verkehrsleistung auf die Fahrzeugtypen gemittelten Emissionsfaktoren.

Tabelle 22: Emissionsfaktoren Strassenverkehr

Mobi-Typ	EF CO2 direkt [g/vkm]
	165.6
PKW Benzin Flottendurchschnitt	176.5
PKW Diesel Flottendurchschnitt	180.5
PKW Hybrid Diesel Mittel	100.3
PKW Plugin Hybrid Diesel Mittel	79.9
PKW Batterieelektrisch	0.0
PKW Flottendurchschnitt	176.7
Reisebus Diesel Eindecker (Car)	633.2
Lastwagen 3.5t Diesel Euro 6	233.9
Flottendurchschnitt LKW 26t	695.6
Lastwagen 3.5t Diesel Euro 6	233.9
Motorrad Benzin Flottendurchschnitt	110.0
Stadtbus 18m (Gelenk) Diesel	1'207.1
Stadtbus elektrisch	0.0

4.4.1 Abgrenzung Treibstoff zu Brennstoff von Erdgas und Biogas

Die Berechnung der Verkehrsemission basiert auf Fahrleistungen und nicht auf konsumiertem Treibstoff. Deshalb wird der Verbrauch von Erdgas und Biogas nicht explizit in der Klimagasbilanz ausgewiesen. Die Entwicklung der Verteilung der verschiedenen Treibstofftypen ist in den Emissionsfaktoren enthalten.

4.5 Landwirtschaft und andere Aktivitäten

Die Klimagasemission dieser Aktivitäten berechnet sich aus einer spezifischen Aktivitäts-Bezugsgrösse und einem zugeordneten Emissionsfaktor. Dieser basiert dem BUWAL-Handbuch *Emissionsfaktoren für stationäre Quellen* [17]. Die Emissionsfaktoren können der Resultattabelle entnommen werden (Tabelle 27).

5 Resultate Klimagasbilanz

5.1 Stromverbrauch

Aus dem Stromverbrauch in der Gemeinde Ittigen gemäss Tabelle 2 und den Emissionsfaktoren gemäss Tabellen 15 und 16 ergeben sich für den Stromverbrauch die Klimagasemissionen wie in Tabelle 23 dargestellt.

Tabelle 23: Klimagasemissionen durch den Stromverbrauch

Emissionsquellen	Verbrauch [kWh/a]	Emissionsfaktor [gCO ₂ eq/kWh]	Emission [t CO ₂ eq/a]	Anteile an Emission	Anteile an Verbrauch
Stromverbrauch Total	65'811'547	68.53	4'510	100%	100%
- Haushalte	22'401'506	17.30	388	8.6%	34.0%
- Landwirtschaft	224'967	48.39	11	0.2%	0.3%
- Industrie und Gewerbe	7'413'434	80.89	600	13.3%	11.3%
- Dienstleistungen	28'374'751	104.26	2'958	65.6%	43.1%
- Verkehr	5'275'078	103.98	549	12.2%	8.0%
- Strassenbeleuchtung	375'411	13.07	5	0.1%	0.6%
- Eigenverbrauch Prod.	1'746'400	0			
Bonus eingespeister PV-Strom aus Eigenproduktion			-795		
Netto-Emission Stromverbrauch			3'715		

Für den auf dem Gemeindegebiet von Ittigen selber (in dezentralen Anlagen) produzierten Strom wird der mittlere Emissionsfaktor (ohne Berücksichtigung der Scope-3 Emissionen beim Bau und Unterhalt der Anlagen) wie folgt berechnet:

Emissionsquelle	Menge [kWh]	Anteil	Emissionsfaktor [g CO ₂ eq/kWh]
BHKW	0	0.0%	225.6
Photovoltaik	4'129'372	31.1%	0
Biogas (Landwirtschaft)	8'979'394	67.7%	12.7
Kleinwasser	154'230	1.2%	0
Produktion auf Gde-Gebiet	13'262'996	100.0%	8.6

Für den auf Gemeindegebiet produzierten Strom wird der Emissionsfaktor korrigiert: Anstelle des durchschnittlichen Emissionsfaktors aus dem Netz des in Ittigen konsumierten Stroms (68.53 g/kWh) wird effektive mittlere Emissionsfaktor des selber produzierten Stroms (8.6 g/kWh) eingerechnet. Daraus entsteht eine Korrektur von -795 t CO₂-eq welche der Klimagasbilanz von Ittigen gutgeschrieben wird. Die Netto-Emissionen aus dem Stromverbrauch für die Gemeinde Ittigen beträgt somit 3'715 t CO₂-eq.

5.2 Gas-, Öl- und Holzfeuerungen

Basierend auf den in Tabelle 6 aufgeführten Endenergieverbräuchen der Feuerungsanlagen pro Brennstoff und den Emissionsfaktoren gemäss Tabelle 17 ergeben sich für die Feuerungsanlagen die folgenden Klimagasemissionen:

Tabelle 24: Klimagasemissionen durch Feuerungsanlagen

Emissionsquelle	Verbrauch [MWh/a]	Emissionen in t/a				Anteil
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Heizungen Biogas-Erdgas-Gemisch	28'915	4'918	0.488	0.010	4'944	28.89%
Feuerungen Heizöl	45'281	12'014	1.603	0.098	12'085	70.76%
Holzfeuerungen Pellets	1'414	0	0.027	0.020	6	0.04%
Holzfeuerungen Schnitzel, Stückholz	2'785	0	0.243	0.040	17	0.10%
Feuerungen Flüssiggas	154	36	0.001	0.000	36	0.21%
Total Feuerungen	78'549	16'969	2	0	17'079	99.3%
Blockheizkraftwerk Wyss, Biogas	13'056	0	1.175	0.005	34	0.2%
Leitungsverluste Gas (0.2%)	58		4		94	0.5%
Total Feuerungen		16'969	7	0	17'217	100%

Die Berechnung der feuerungsbedingten Klimagasemissionen erfolgt **ohne Heizgradtag-Korrektur**.

Die Fernwärme-Erzeugungsanlagen sind als Holz- respektive Ölfeuerungen in der Bilanzierung enthalten.

Die Leitungsverluste wurden gemäss [4] mit 0.2% des Gasverbrauchs angenommen.

Für die Blockheizkraftwerke (ARA, Wyss) werden die Klimagasemissionen durch Biogasverluste bei Lagerung und Transport mangels verlässlicher Daten vernachlässigt.

5.2.1 Unterscheidung Heizungsanlagen und Prozessfeuerungen

In Tabelle 6 sind die statistischen Daten zu den Feuerungsanlagen zusammengestellt.

Von den insgesamt 195 **Gasfeuerungen** sind nur 3 als industrielle Prozessfeuerungen einzustufen (ein Dampfkessel der Armeeapotheke, 2 Warmluftheizungen), welche das ganze Jahr betrieben werden. Unter der Annahme, dass diese drei je 2'700 Stunden pro Jahr auf Vollast laufen, haben diese einen Gasverbrauchsanteil und somit auch einen Klimagas-Emissionsanteil von rund 8.7%. Die 205 gasbefeuerten Heizungsanlagen (Heizen, teilweise mit Warmwassererzeugung) sind klar dominierend.

Von den 513 mit **Heizöl** betriebenen Feuerungsanlagen werden alle zu Heizzwecken (Heizen, teilweise mit Warmwassererzeugung) verwendet. Eine Anlage dient dem Sommerbetrieb des Fernwärmenetzes Häuselmann. Sie wird mit einer Jahresbetriebsstundenzahl von 1'800^h zusammen mit den anderen Heizöl-Feuerungsanlagen bilanziert. Prozessfeuerungen mit Heizöl gibt es keine.

5.3 Strassenverkehr

Tabelle 13 10 zeigt die gesamte Personen- und Güterverkehrsleistung auf den wichtigsten Strassenverkehrsachsen von Ittigen. Diese sind im Planausschnitt von Anhang 1 als Abschnitte Q1 bis Q16 markiert.

Tabelle 14 zeigt die Transportleistungen des ÖV (Bus) auf dem Gemeindegebiet von Ittigen. Die Klimagasemissionen des ÖV werden über den Strassenverkehr erfasst, und diesem hinzuge-rechnet.

In der Berechnung der **Klimagasemissionen** des Strassenverkehrs wird die Wirkung der nicht gemessenen Neben-, Quartier- und Stichstrassen abgeschätzt, indem diese Strassen ab Karte aufgelistet und vermessen werden und indem ein DTV geschätzt wird. Dieser wird zu 2000 für Neben-, 500 für Quartier- und 100 für Stichstrassen geschätzt. Insgesamt 58 weitere Strassen werden auf diese Weise mit einbezogen. Daraus ergibt sich eine Wirkung von zusätzlichen 8% zur Emission der Hauptverkehrsabschnitte Q1 bis Q16. Die Klimagasemissionen des Strassen-verkehrs sind in Tabelle 25 enthalten.

Die Tabelle zeigt, dass 73% der Klimagasemissionen des Strassenverkehrs von PKWs stammen. Die grössten Anteile weisen die Streckenabschnitte Q4 und Q8.2 (Worbentalstrasse) auf.

Die Emission die sich für Busse aus den Zähl-daten ergeben würde (rot umrandete Kolonne in Tabelle 25, ca. 75 Tonnen) wird mit der aus den RBS-Daten hergeleiteten Emission der Busse ersetzt (ca. 47 Tonnen). In der Summe beträgt die Emission der Strassenverkehrs (MIV und öV) 5'799 Tonnen CO_{2-eq}.

Tabelle 25: Klimagasemissionen des Strassenverkehrs

		365 kg CO ₂ e /a					
Anzahl Tage/a							
Emissionsfaktor g CO ₂ /vkm		165.6	695.6	233.9	633.2	1'207.1	110.0
		PKW	SNF	LNF	Car	Bus	Motorrad
Gemessene Strassen (Verkehrszählung)		435'460	79'678	60'283	4'029	7'682	9'450
		240147	43941	33245	2222	4236	5211
		0	0	0	0	0	0
		547562	100190	75801	5067	9659	11883
		345085	63142	47772	3193	6087	7489
		111715	20441	15465	1034	1971	2424
		137630	25183	19053	1274	2428	2987
		0	0	0	0	0	0
		298418	54603	41311	2761	5264	6476
		471280	86232	65241	4361	8313	10227
		205807	37657	28491	1904	3630	4466
		33724	6171	4669	312	595	732
		204719	37458	28340	1894	3611	4443
		0	0	0	0	0	0
		174998	32020	24226	1619	3087	3798
		106928	19565	14803	989	1886	2320
		82050	15013	11359	759	1447	1781
		15068	2757	2086	139	266	327
		437719	80091	60595	4050	7721	9499
		91215	16690	12627	844	1609	1979

	1289	236	178	12	23	28
	2635	482	365	24	46	57
	561	103	78	5	10	12
	3307	605	458	31	58	72
	841	154	116	8	15	18
	2523	462	349	23	44	55
	1401	256	194	13	25	30
	1682	308	233	16	30	36
	1289	236	178	12	23	28
	4372	800	605	40	77	95
	1121	205	155	10	20	24
	4344	795	601	40	77	94
	2410	441	334	22	43	52
	50451	9231	6984	467	890	1095
	2635	482	365	24	46	57
	1794	328	248	17	32	39
	22423	4103	3104	207	396	487
	4092	749	566	38	72	89
	1626	297	225	15	29	35
	3195	585	442	30	56	69
	1794	328	248	17	32	39
	2943	538	407	27	52	64
	1878	344	260	17	33	41
	2999	549	415	28	53	65
	3027	554	419	28	53	66
	1542	282	213	14	27	33
	2971	544	411	27	52	64
	1682	308	233	16	30	36
	2018	369	279	19	36	44
	4204	769	582	39	74	91
	953	174	132	9	17	21
	8549	1564	1183	79	151	186
	1850	338	256	17	33	40
	2579	472	357	24	45	56
	2410	441	334	22	43	52
	1542	282	213	14	27	33
	1149	210	159	11	20	25
	3728	682	516	34	66	81
	43724	8000	6053	405	771	949
	2523	462	349	23	44	55
	2242	410	310	21	40	49
	15976	2923	2212	148	282	347
	2915	533	404	27	51	63
	2803	513	388	26	49	61
	841	154	116	8	15	18
	1317	241	182	12	23	29
	3666	671	508	34	65	80
	19340	3539	2677	179	341	420
	561	103	78	5	10	12
	25926	4744	3589	240	457	563
	8409	1539	1164	78	148	182
	2803	513	388	26	49	61
	2663	487	369	25	47	58
	785	144	109	7	14	17
	6727	1231	931	62	119	146
	2158	395	299	20	38	47
	2130	390	295	20	38	46
	4541	831	629	42	80	99
	4'253'382	778'260	588'814	39'358	75'030	92'304
			5'827'147			
BUS Daten RBS Ittigen					46'662	
Bereinigte Emission 2023			5'798'780			

korrektur (Schätzung) für Neben-, Quartier, und Stichstrassen

5.4 Abfallentsorgung

Die Klimagasemissionsanteile aus der Abfallentsorgung wurden anhand der in Ittigen verursachten Abfälle berechnet. Basierend auf den Aktivitätsfaktoren gemäss Kapitel 3.4 und den Emissionsfaktoren gemäss Tabelle 19, 20 und 21 ergeben sich für die Abfallentsorgung die folgenden Klimagasemissionen:

Tabelle 26: Klimagasemissionen durch die Abfall- und Abwasserentsorgung

KEBAG, ARA, KEWU	Menge (Anteil Ittigen)		Emissionen in Tonnen				Anteile
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Abfallverbrennung KEBAG Zuchwil	2'050	t/a	1'068	0.7	0.1	1'114	52.5%
ARA Worblental:							
CH ₄ -Emissionen ARA	406	t BSB/a	0	12.18	0.00	341	
THG-Emissionen BHKW mit Biogas	1'733	MWh/a	0	0.16	0.00	5	
THG-Emissionen Fackel mit Biogas	1	MWh/a	0	0.00	0.00	0	
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	1	kg/a	0	0.00	0.00	0	
N ₂ O-Emissionen ARA (inkl. Reststickstoff)	11'491	EW	0	0.00	2.49	661	
ARA Worblental gesamt			0	12.33	2.49	1'006	47.4%
Grüngutverwertung KEWU Krauchthal:							
THG-Emissionen BHKW mit Biogas	280	MWh/a	0	0.03	0.00	0.7	
THG-Emissionen Fackel mit Biogas	0.2	MWh/a	0	0.00	0.00	0.0	
CH ₄ -Emissionen durch Direktmission (Fackelstörung)	0.2	kg/a	0	0.00	0.00	0.0	
Total KEWU Krauchthal:			0	0.03	0.00	0.737	0.0%
KEBAG, ARA und KEWU zusammen:			1'068	13	3	2'121	100.0%

Die Klimagasemissionen durch den Transport der Haus- und Grünabfälle sind hier nicht berücksichtigt. Diese werden über die Beitragsberechnung des Strassenverkehrs erfasst, welche auf Verkehrszählungen basiert.

5.5 Landwirtschaft

Die Berechnung der Klimagasemissionen landwirtschaftlich genutzter Flächen und der „übrigen“ Aktivitäten erfolgt nach den Emissionsfaktoren, welche im BUWAL-Handbuch [17] hinterlegt sind. Die Ausnahme bilden die Auswirkungen durch tierische Exkrememente. Da der Dung der drei Landwirtschaftsbetriebe mit Tierhaltung der Biogasanlage Wyss zugeführt wird, wurden die entsprechenden Klimagasemissionen durch Exkrememente auf ¼ des üblichen Wertes reduziert.

Tabelle 27: Klimagasemissionen aus Landwirtschaft sowie übrigen Aktivitäten

Corinair-Aktivität	Aktivität		Emissionsfaktor [17]			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -eq	Anteil
	Wert	Einheit	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	[tCO ₂]	[tCH ₄]	[tN ₂ O]	[tCO ₂ -eq]	
Hausbereich										
Feuerwerke	11'656	[Ew]	0.005	0	0	0.06	0.00	0.00	0	
Lachgasanwendung Haushalt	11'656	[Ew]	0	0	0.0082	0.00	0.00	0.10	25	
Gartenpflege und Hobby	11'656	[Ew]	17.94	0.042	0.001	209	0.49	0.01	226	
Total Hausbereich						209	0.49	0.11	251	26%
Landwirtschaft										
Ackerbau	51.0707	[ha]	0	5	4.6	0.00	0.26	0.23	69	
Wiesen	13.9914	[ha]	0	20	18.2	0.00	0.28	0.25	75	
Weiden	0.95011	[ha]	0	8.4	1.57	0.00	0.01	0.00	1	
<i>Total Flächenbewirtschaftung</i>						0.00	0.54	0.49	145	15%
Milchkühe; Fermentation	42	[T]	0	100	0	0.00	4.20	0.00	118	
Uebrigtes Rindvieh; Fermentation	255	[T]	0	48	0	0.00	12.24	0.00	343	
Schafe; Fermentation	0	[T]	0	8	0	0.00	0.00	0.00	0	
Ziegen; Fermentation	0	[T]	0	5	0	0.00	0.00	0.00	0	
Pferde; Fermentation	70	[T]	0	18	0	0.00	1.26	0.00	35	
Milchkühe; Exkremete	42	[T]	0	44	0	0.00	0.46	0.00	13	
Uebrigtes Rindvieh; Exkremete	255	[T]	0	20	0	0.00	1.28	0.00	36	
Schafe; Exkremete	0	[T]	0	0.28	0	0.00	0.00	0.00	0	
Ziegen; Exkremete	0	[T]	0	0.18	0	0.00	0.00	0.00	0	
Pferde; Exkremete	70	[T]	0	1.6	0	0.00	0.03	0.00	1	
Übriges Geflügel	0	[T]	0	0.117	0	0.00	0.00	0.00	0	
<i>Total Tierhaltung</i>						0.00	19.47	0.00	545	57%
übrige landwirtsch. Tätigkeiten	30.82	[ha]	508.39	0.145	0.003	16	0.00	0.00	16	2%
Total Land- & Forstwirtschaft						16	20	0	706	74%
Total						225	21	1	957	100%

5.6 Total der Klimagasemissionen 2023

In der nachfolgenden Tabelle 28 sind die voranstehenden Detailresultate der einzelnen Klimagasquellen zusammengezogen. Abbildung 2 zeigt die Emissionsdaten grafisch.

Bezogen auf die 11'656 Einwohner der Gemeinde Ittigen per 31.12.2024 [11] werden pro Kopf 2.55 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr emittiert.

Tabelle 28: Klimagasemissionen aller Quellen im Jahr 2023

Emissionsquelle	CO ₂ e in [t]	Anteil	CO ₂ e in [t/Einwohner]
Feuerungen Öl	12'085	40.67%	1.04
Feuerungen Gas	4'944	16.64%	0.42
Strassenverkehr	5'799	19.51%	0.50
Stromverbrauch	3'715	12.50%	0.32
KVA (Kebag)	1'114	3.75%	0.10
Landwirtschaft	706	2.38%	0.06
ARA	1'006	3.39%	0.09
Haushalte übrige Aktivitäten	251	0.85%	0.02
Feuerungen Flüssiggas	36	0.12%	0.00

Blockheizkraftwerk Wyss	34	0.11%	0.00
Feuerungen Holz	24	0.08%	0.00
Grünabfallverwertung	1	0.00%	0.00
Total	29'715	100%	2.55

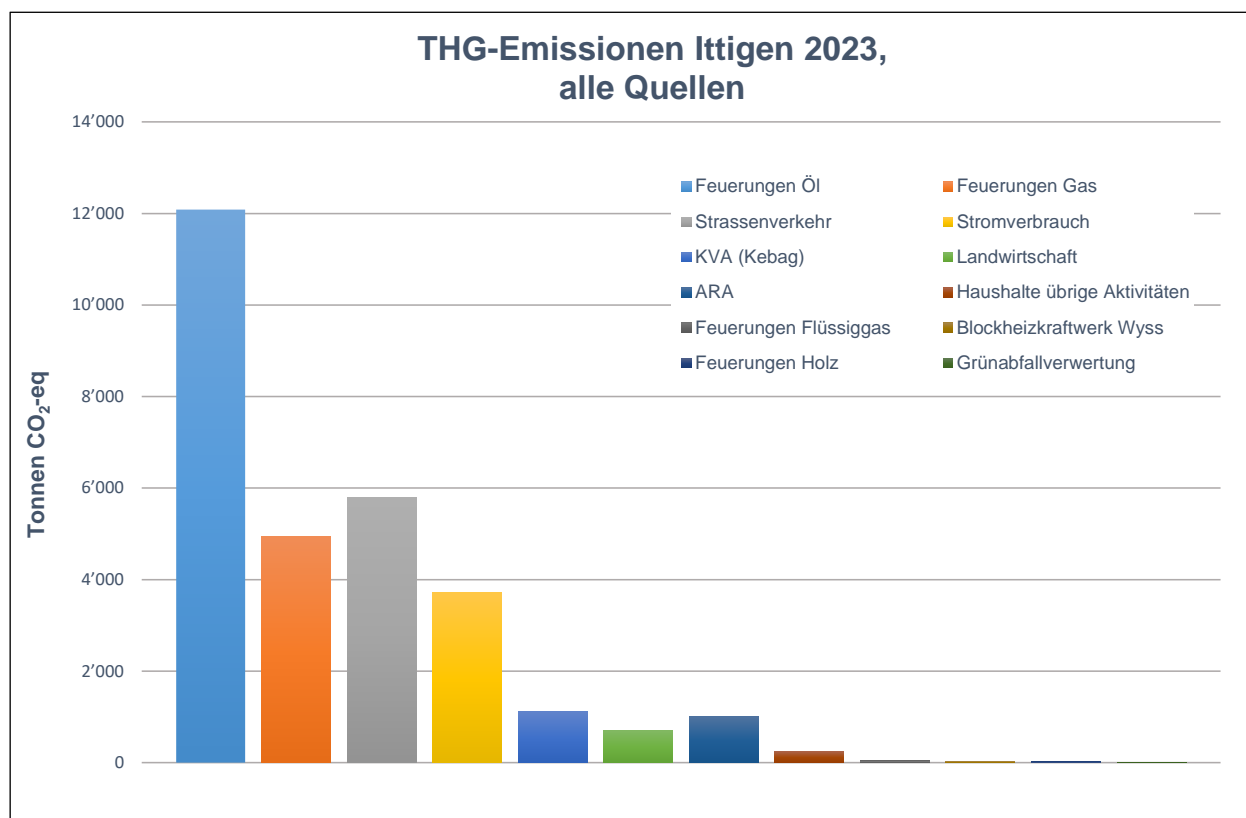


Abbildung 2: Klimagasemissionen Ittigen 2023 (alle Quellen)

Werden die Emissionen nach Quellenhauptgruppen zusammengezogen, ergibt sich folgendes Bild.

Tabelle 29: Klimagasemissionen der Hauptquellengruppen im Jahr 2023

Emissionsquelle	CO ₂ .eq in [t]	Anteil	CO ₂ .eq in [t/Einwohner]
Wärmeproduktion	17'079	57.49%	1.47
Strassenverkehr	5'799	19.52%	0.50
Stromverbrauch	3'715	12.51%	0.32
KEBAG, ARA, KEWU	2'121	7.14%	0.18
Landwirtschaft	706	2.38%	0.06
Übrige Aktivitäten	251	0.85%	0.02
Blockheizkraftwerk Wyss	34	0.11%	0.00
Total	29'706	100%	2.55

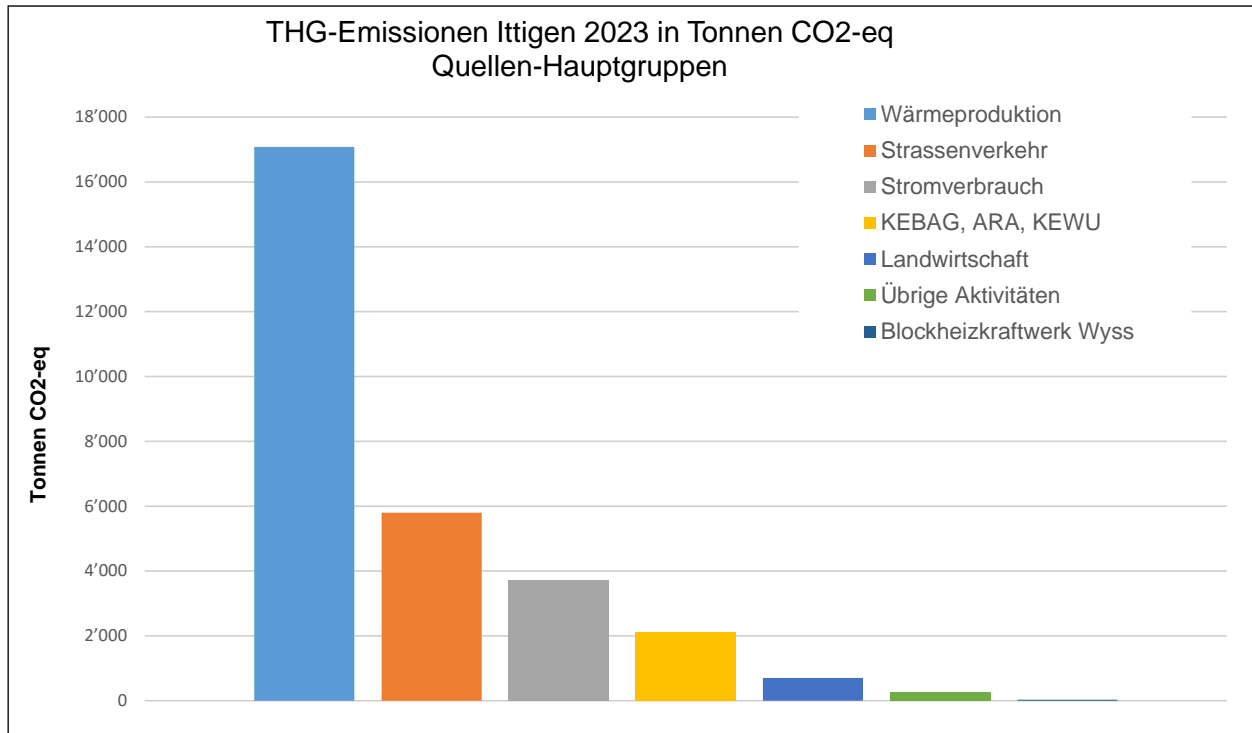


Abbildung 3: Klimagasemissionen Ittigen 2023 nach Quellenhauptgruppen

In Tabelle 30 und Abbildung 4 werden die Klimagasemissionen der verschiedenen Quellen den Verursachern zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgte nach folgenden Kriterien:

Feuerungen	<p>In der Liste der Feuerungskontrollstelle sind die Gebäude mit den Feuerungsanlagen in folgende Gruppen unterteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus (→ Haushalte) • Gewerbehaus (→ Gewerbe) • Industrie / Gewerbe (→ Industrie) • öffentliche Gebäude <p>Die Zuordnung der Energieverbrauchsanteile erfolgt aufgrund der installierten Feuerungswärmeleistung der Gruppen.</p>
Strassenverkehr	Daten für eine Zuordnung liegen nicht vor. Die Klimagasemissionen des Strassenverkehrs werden den Haushalten angerechnet.
Stromverbrauch	Die Zuteilung erfolgt gemäss den Verbrauchsangaben der BKW [2].
KVA	Daten über die Zuordnung der KVA-Abfälle liegen nicht vor. Annahme Neosys AG: 60% Haushalte, 20% Gewerbe, 20% Dienstleistungen.
Landwirtschaft	100% Landwirtschaft
ARA	Gemäss ARA-Angaben wird mit 85% kommunal- und 15% Industrie- und Gewerbeanteil gerechnet. Da in Ittigen wenig Industrie vorhanden ist, werden die 15% dem Gewerbe angerechnet.
Haushalte und übrige Aktivitäten	100% Haushalte
Blockheizkraftwerk Wyss	Wird dem Gewerbe angerechnet

Grünabfallverwertung Wird den Haushalten angerechnet

Tabelle 30: Zuordnung der Klimagasemissionen zu den Verursachergруппen

Emissionsquelle	CO ₂ -eq in [t]								Anteile	
	Haushalte	Landwirtschaft	Industrie	Gewerbe	Dienstleistungen	öffentliche Gebäude	Verkehr	Strassenbeleuchtung		Total
Feuerungen Öl	8'782		1'189	1'439		676			12'085	40.7%
Feuerungen Gas	1988		812	868		1276			4'944	16.6%
Strassenverkehr							5799		5'799	19.5%
Stromverbrauch (incl. Boni PV-Export)	388	11	600		2958		549	5	3'715	12.5%
KVA (Kebag)	669			223	223				1'114	3.7%
Landwirtschaft		706							706	2.4%
ARA	870			136					1'006	3.4%
Haushalte übrige Aktivitäten	251								251	0.8%
Feuerungen Flüssiggas	5		0	0		32			36	0.1%
Blockheizkraftwerk Wyss				34					34	0.1%
Feuerungen Holz	18		2	0		3			24	0.1%
Grünabfallverwertung	1								1	0.0%
Total	12'972	717	2'602	2'699	3'181	1'986	6'347	5	29'715	100.0%
Anteile	43.7%	2.4%	8.8%	9.1%	10.7%	6.7%	21.4%	0.0%	100%	

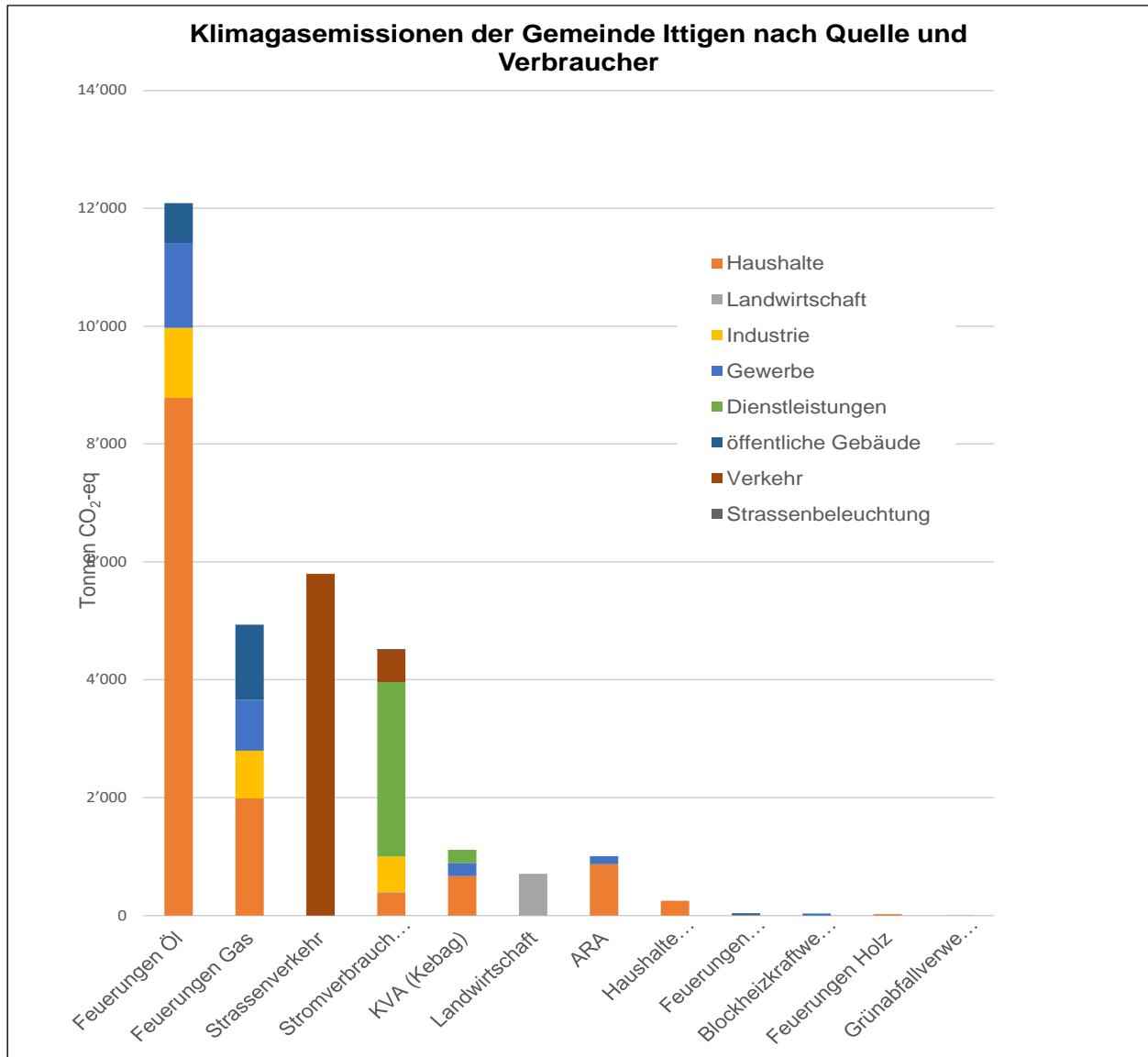


Abbildung 4: Zuordnung der Klimagasemissionen Ittigen 2023 zu den Verursachergруппen

5.7 Interpretation der Klimagasbilanz 2023

Die in Ittigen bilanzierte spezifische Klimagasemission in CO₂-eq beträgt 2.55 Tonnen pro Einwohner. Wenn nur Scope 1-Emissionen gezählt werden, beträgt die bilanzierte Emission 2.13 Tonnen pro Einwohner. Der Schweizer Landesdurchschnitt 2022 (Scope 1) liegt bei 4.0 Tonnen CO₂-eq pro Einwohner. Angesichts der Tatsache, dass die Autobahn A1 weggelassen wurde ist dies ein plausibles Resultat. Die globale Durchschnittsemission liegt bei 4.3 Tonnen pro Einwohner (ohne internationalen Flug- und Schiffsverkehr).

In Ittigen entstehen mit rund 58% am meisten Klimagasemissionen durch die Wärmeproduktion mit Öl, Gas (Erdgas-Biogas-Mix), Holz und Flüssiggas. Allein ca. 41% der gesamten Emissionen auf dem Gemeindegebiet sind auf Ölfeuerungen zurückzuführen. Von diesen stammen 73% aus der Wärmeerzeugung für Haushalte.

Die zweitgrösste Emissionsquelle ist der Strassenverkehr mit einem Anteil von rund 20%, gefolgt vom Stromverbrauch mit einem Anteil von rund 13%. Die Entsorgung von Abfällen durch die KEBAG (Kehricht), ARA (Abwasser) und KEWU (Grünabfälle) hat einen Emissionsanteil von rund 7%. Die landwirtschaftlichen und übrigen Aktivitäten, sowie die Emissionen aus dem Blockheizkraftwerk Wyss, spielen eine untergeordnete Rolle.

6 Evaluation der zeitlichen Emissionsentwicklung

6.1 Entwicklung der Klimagasemissionen insgesamt

Die Bilanzierung mit der gewählten Systematik erfolgte erstmals für das Bilanzjahr 2019. Mit der Aktualisierung der gemeindeweiten Klimagasbilanz für das Bilanzjahr 2023 ist erstmals ein echter Vergleich und somit eine Fortschrittskontrolle für den Absenkpfad möglich.

Wie im Kapitel 2.4 ausgeführt wurde nicht auf die Berner Klimametrik gewechselt, sondern die Ittigger Bilanzierungsmethode beibehalten, um diesen Vergleich der Emissionen 2019 vs. 2023 zu ermöglichen. Einige kleine methodische Anpassungen sind trotzdem erfolgt. Sie sind aber marginal und beeinträchtigen den Vergleich nicht. Der Vollständigkeit halber sind sie trotzdem in der nachfolgenden Liste aufgeführt.

Strassenverkehr:	Die Verkehrszahlerhebung ist in der neuen Bilanz neu, basierend auf automatischen Zählanlagen und einer leicht veränderten Auswahl von Strassen. Auch der Einbezug der nicht gezählten kleinen Strassen wurde etwas anders gemacht (konkrete Hochrechnung, was ca. 8% plus ergab, gegenüber Pauschalfaktor von 6% im Jahr 2019. Zudem basieren die Daten für 2023 auf einer Hochrechnung aus der Verkehrszählung 2022.
Abwasserbehandlung ARA:	Für die Berechnung der Lachgasemissionen musste ein neuer Emissionsfaktor gemäss [14] verwendet werden (neue Erkenntnisse) was zahlenmässig erhebliche Auswirkungen hatte.
Strom	Für den in Ittigen produzierten Strom wurde 2023 ein Bonus in die Bilanz eingerechnet, welcher der Differenz der Emissionsfaktoren entspricht (durchschnittlicher nach Ittigen gelieferter Strom – in Ittigen produzierter Strom). Dies ist gegenüber 2019 eine Neuerung. Um einen fairen Vergleich zu ermöglichen wurde dieser Bonus hier nachträglich auch für 2019 eingefügt. Dadurch stimmt aber die Gesamtsumme der Emissionen 2019 nicht mehr mit dem seinerzeitigen Bericht überein.
Landwirtschaft:	Im Jahr 2019 basierten die Flächennutzungsdaten auf einer Schätzung. Im Jahr 2024 wurden die diese erhoben. Im Jahr 2019 wurden Emissionen aus der Forstwirtschaft in der Klimagasberücksichtigt. Diese wurden 2023 gemäss Vereinbarung mit der Gemeinde Ittigen nicht mehr in die Bilanzierung einbezogen.

Ein Jahresvergleich der Klimagasemissionen auf dem Gemeindegebiet Ittigen nach Emissionsquellen ist in Tabelle 31 und in Abbildung 5 dargestellt.

Die Gemeinde Ittigen hat die Klimagasemissionen im Zeitraum von 2020 (Datenerhebungsjahr = 2019) bis 2024 (Datenerhebungsjahr = 2023) um 16% von rund 35'400 auf rund 29'700 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert. Die grösste Emissionsreduktion wurde mit -23% im Bereich Wärmerzeugung erzielt. Die zweitgrösste Emissionsreduktion wurde im Bereich Strassenverkehr (-11%) verzeichnet, gefolgt von den Emissionen durch Stromverbrauch und -produktion (-8%). Der Rückgang der Emissionen aus landwirtschaftlichen Aktivitäten war weniger signifikant (-7%). Im Bereich Emissionen aus ARA musste leider eine Erhöhung um 120% registriert werden. Für diese kann aber die ARA nichts, sie ist auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse betreffend Lachgas zurückzuführen. Ein leichter Anstieg von 1% wurde auch für die anderen erfassten Emissionsquellen verzeichnet.

Tabelle 31: Klimagasemissionen Ittigen im Jahresvergleich

Emissionsquelle	Emission CO2-eq [t]		Vergleich 2022-24
	2020	2024	
Emission aus Heizöl	14'944	12'085	-19%
Emission aus Gas	7'233	4'980	-31%
Emission aus Mobilität	6'532	5'799	-11%
Emission aus Strom	4'047	3'715	-8%
Emision aus Abfall	1'162	1'114	-4%
Emission aus ARA	456	1'006	120%
Emission aus Landwirtschaft	759	706	-7%
Andere Emissionen ¹	310	310	0%
Total	35'443	29'716	-16%

¹ Beinhaltet Emissionen aus: Holzfeuerungen, Blockheizkraftwerk Wyss, Hausbereich und Grüngutverwertung KEWU Krauchtal

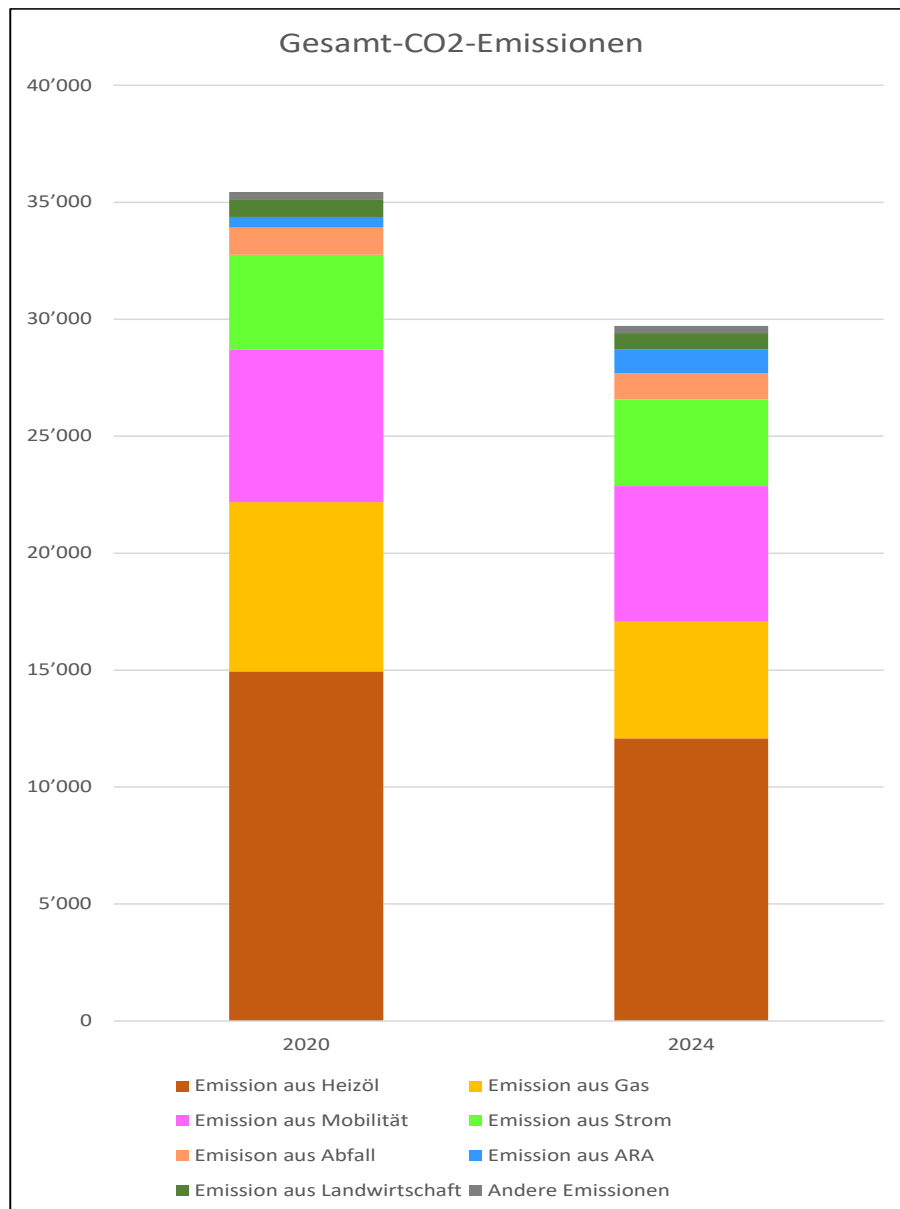


Abbildung 5: Klimagasemissionen Ittigen im Jahresvergleich.

6.2 Entwicklung der einzelnen Emissionstypen

6.2.1 Wärmeerzeugung

Tabelle 32 und Abbildung 6 zeigen die Entwicklung der Emissionen aus der Wärmeerzeugung mit fossilen Energieträgern im Detail. Die **hier** angegebenen Emissionen sind **entsprechend den Heizgradtagen korrigiert**. (Angaben ohne Heizgradtag-Korrektur siehe Tabelle 31). Die Zahlen zeigen, dass auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Witterung die Emissionen aus der Wärmeerzeugung deutlich zurückgegangen sind. Die Reduktion der fossilen Wärmeerzeuger zugunsten CO₂-freier Alternativen macht Fortschritte, was übrigens bereits von der tieferen Anzahl Feuerungsanlagen im Heizkataster her- plausibel ist.

Tabelle 32: Emissionsentwicklung aus fossilen Energieträgern zur Wärmeerzeugung

Emission	CO ₂ -eq [t]		Delta
	2020	2024	
Heizöl	14'944	13'097	-12%
Erdgas	7'177	5'294	-26%
Flüssiggas	56	40	-28%

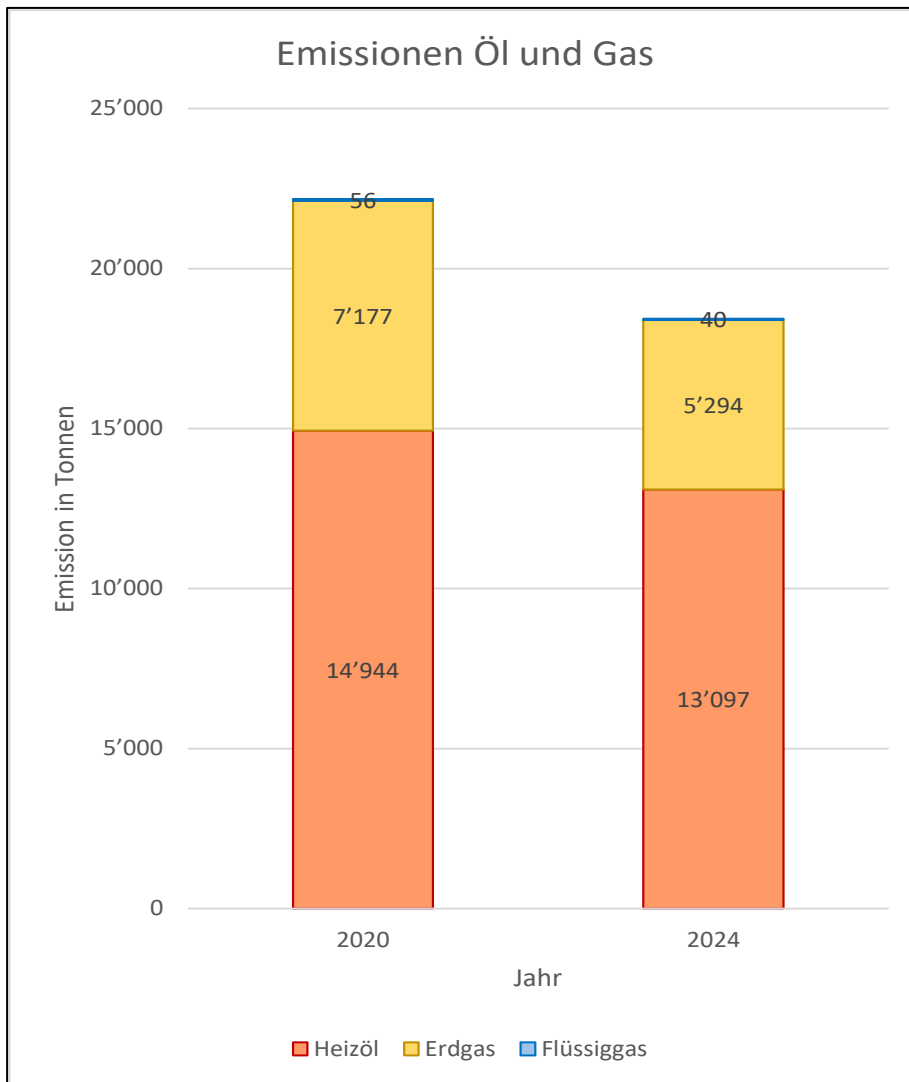


Abbildung 6: Emissionsentwicklung aus fossilen Energieträgern zur Wärmeerzeugung

6.2.2 Emissionen aus Stromverbrauch und -produktion

Tabelle 33 und Abbildung 7 zeigen die Entwicklung der Stromemissionen unter Berücksichtigung des Bonus für die Netzeinspeisung von in Ittigen selber produziertem Strom. Die Stromemissionen konnten unabhängig von diesem PV-Bonus um 8% gesenkt werden. Wenn die Emissionen für das Jahr 2020 auf dem seinerzeitigen Wert von 4'768 t belassen blieben (ohne Anrechnung des Bonus), so betrüge die Reduktion sogar 22%

Tabelle 33: Entwicklung Stromemissionen

Emission	CO2-eq [t]	
	2020	2024
Emission aus Einkauf-Strom	4'768	4'510
Bonus aus Eigenproduktion	-722	-795
Stromemission, netto	4'047	3'715

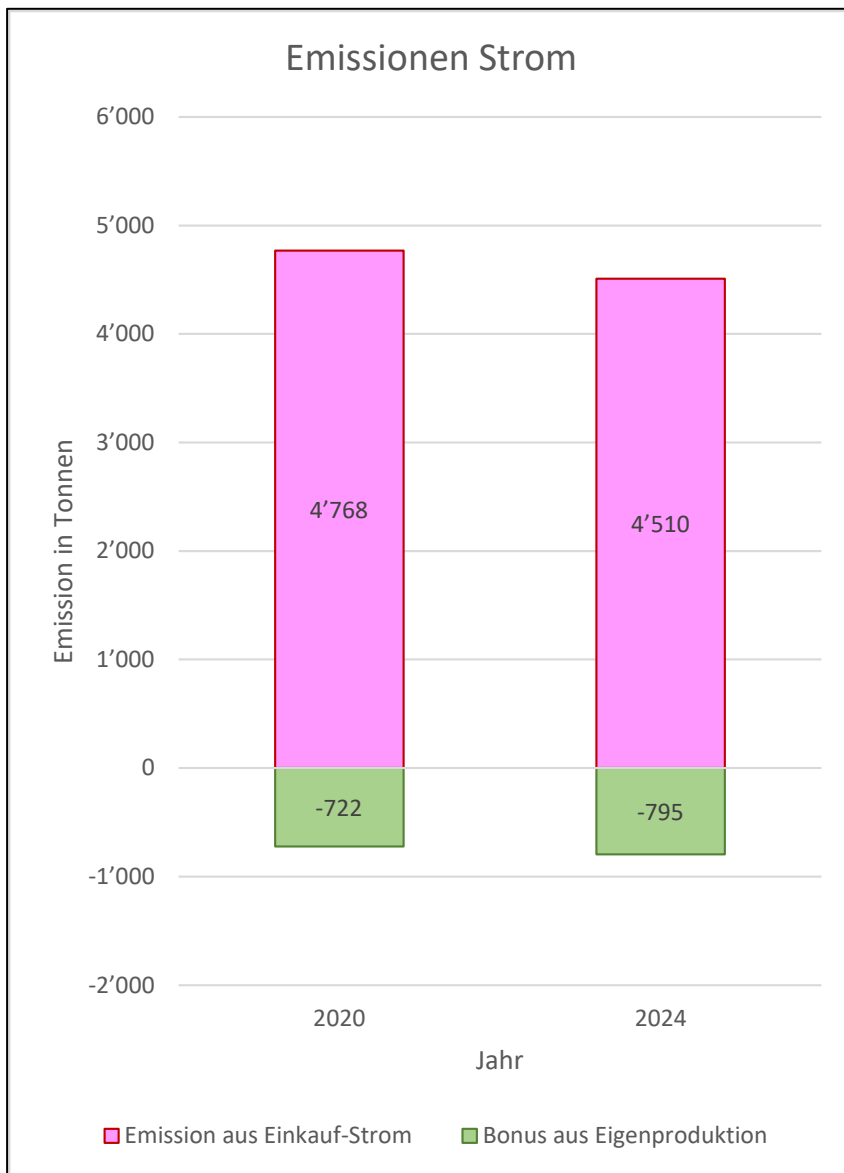


Abbildung 7: Entwicklung Stromemissionen

6.2.3 Verkehr

Tabelle 34 und Abbildung 8 zeigen die Entwicklung der Emissionen aus dem Strassenverkehr. Die Reduktion der Verkehrsemissionen um -11% im Zeitraum von 2020 bis 2024 ist zum Teil auf verbrauchsärmere Fahrzeuge im Durchschnitt zurückzuführen, zum Teil aber auch auf die Zunahme von elektrisch betriebenen Personenfahrzeugen. Der entsprechende Anteil Elektrofahrzeuge im privaten Strassenverkehr in Ittigen hat sich im Zeitraum 2020 – 2024 versechsfacht. So sind die Verkehrsemissionen trotz steigender Anzahl Personenfahrzeuge im Kanton Bern gesunken.

Tabelle 33: Entwicklung der Strassenverkehrsemissionen

Emissionen	2020	2024
Anzahl PW Kt. BE	537'981	551'100
Anzahl fossile PW	535'291	534'567
Anteil E-Mobile (PW)	0.5	3.0
Emission aus Mobilität [t]	6'532	5'799

Delta

-11%

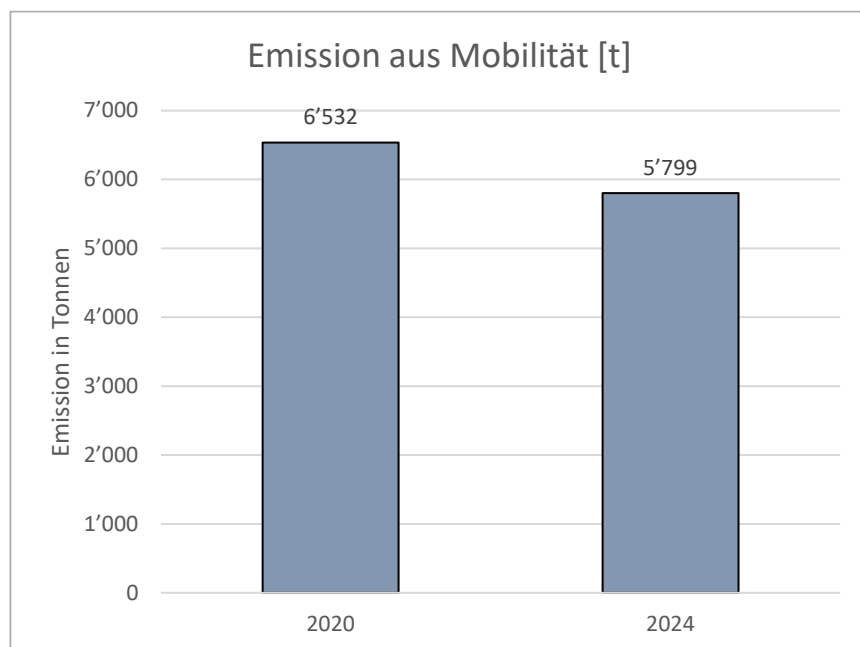


Abbildung 8: Emissionsentwicklung im Strassenverkehr

6.3 Zielerreichung gemessen am Absenkpfad

6.3.1 Zielsetzungen 2020

Basierend auf der ersten Klimagasbilanz aus dem Jahr 2019 wurde ein Absenkpfad und mögliche Massnahmen zur Senkung der Klimagasemissionen für die Emissionsquellen Heizöl, Gas, Treibstoffe, Strom und nichtenergetische Quellen definiert. Der definierte Absenkpfad setzt zum Ziel:

- alle fossilen Wärmequellen bis 2035 vollständig durch erneuerbare Wärmequellen zu ersetzen
- durch die Umstellung auf elektrische oder mit synthetischen Treibstoffen befeuerten Fahrzeugen die Emissionen aus dem Strassenverkehr bis 2040 auf Null abzusenken
- die Stromemissionen bis 2050 durch den Einkauf von CO₂-armem bzw. -neutralem Strom um ca. einen Faktor 10 zu senken.

- die nichtenergetischen Emissionen aus der Abfallentsorgung, der Landwirtschaft und den übrigen Aktivitäten ungefähr auf dem heutigen Niveau zu halten
- diese verbleibenden Emissionen zusammen mit den verbleibenden Emissionen aus der Stromproduktion bis 2050 durch CO₂-Senken zu kompensieren.

Die Absenkpfade für die verschiedenen Emissionsquellen und mögliche Massnahmen zur Erzielung der gesteckten Ziele sind in Abbildung 9 dargestellt.

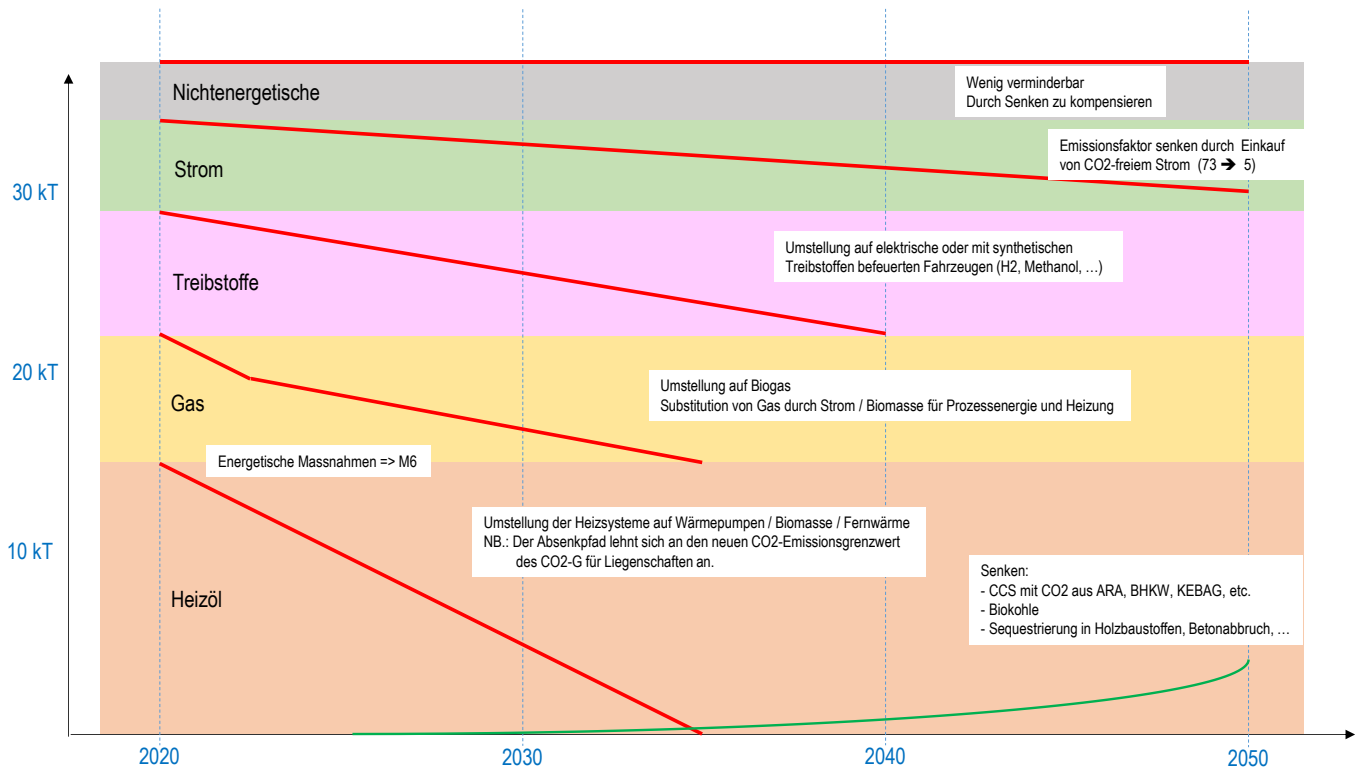


Abbildung 7: Absenkpfad Klimagasemissionen der Gemeinde Ittigen

6.3.2 Vergleich Ist- und Sollwerte

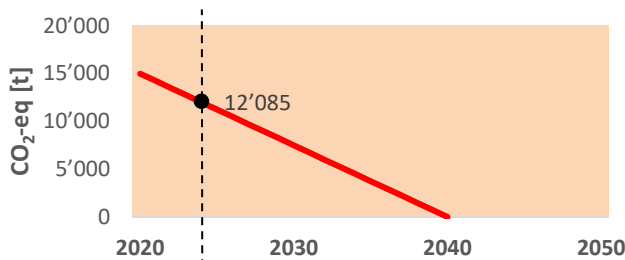
Mit der ersten Aktualisierung der Klimagasbilanz für die Gemeinde Ittigen für das Jahr 2023 kann nun erstmals beurteilt werden, wie sich die Klimagasemissionen im Vergleich zum Referenzjahr 2020 (Datenerhebungsjahr = 2019) entwickelt haben und ob die angestrebten Reduktionen gemäss dem Absenkpfad erreicht wurden.

Dies ist in der folgenden Liste für die verschiedenen Energieträger aufgezeigt. Die rote Linie entspricht dabei dem originalen Absenkpfad von 2020. Der schwarze Punkt zeigt den IST-Zustand auf der Zeitachse.

Die Gemeinde Ittigen ist insgesamt mit der Reduktion der Klimagasemissionen auf dem gesamten Gemeindegebiet gut auf Kurs. Das Zwischenziel 2024 gemäss dem originalen Absenkpfad wurde allerdings nicht ganz erreicht. Die Klimagasemissionen im Jahr 2024 (Datenerhebungsjahr = 2023) liegen mit 29'716^t CO₂-eq um 16% tiefer als vor 4 Jahren (35'443 t CO₂-eq). Sie liegen damit aber noch knapp 4% über dem angestrebten Zwischenziel von 28'634^t CO₂-eq.

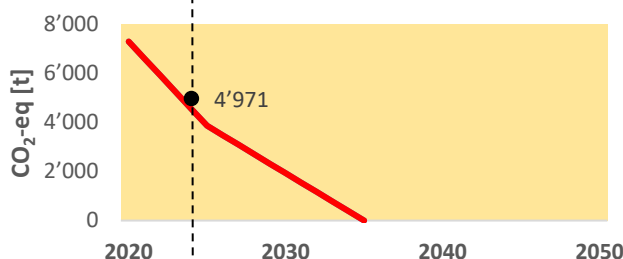
Positiv zu vermerken ist, dass für alle Energieträger Absenkungen realisiert werden konnten. Insbesondere im Bereich der Treibstoffe ist die Entwicklung derzeit aber noch klar zu langsam, um bis 2040 auf Null zu kommen. Beim Gas wurde in den letzten Jahren keine Erhöhung der Biogas-Quote mehr realisiert. Ein weiterer negativer Punkt ist die Erhöhung der Lachgas-Emissionen der Abwasserreinigung. Diese Erhöhung ist aber nicht operativ / verhaltensbedingt, sondern eine reine Konsequenz neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Heizöl



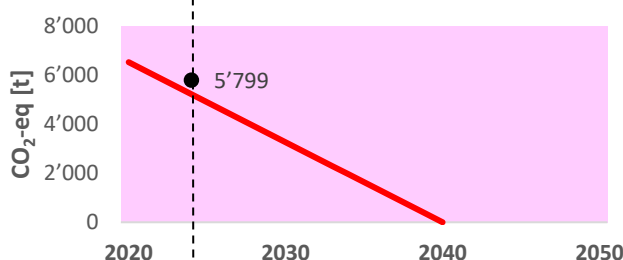
Die Gemeinde Ittigen hat das Zwischenziel 2024 für die Emissionsreduktion bei der Verbrennung von Heizöl fast erreicht. Die tatsächlichen Emission liegen 1% über dem angestrebten Zielwert.

Gas



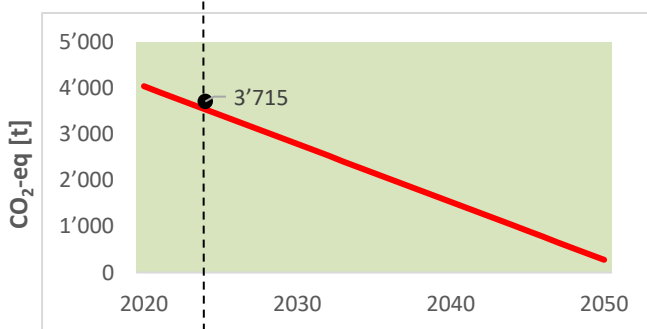
Die Gemeinde Ittigen hat das Zwischenziel 2024 für die Emissionsreduktion bei der Verbrennung von Gas trotz massiver Reduktion nicht erreicht. Die Emission liegt 9% über dem angestrebten Zielwert.

Treibstoff



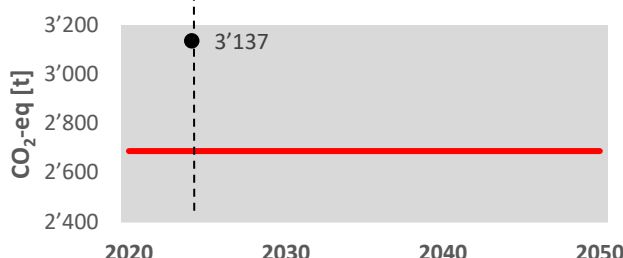
Die Gemeinde Ittigen hat das Zwischenziel 2024 für die Emissionsreduktion im Bereich Treibstoffe (Verkehr) verfehlt. Die Emission liegt 11% über dem angestrebten Zielwert.

Strom



Die Gemeinde Ittigen hat das Zwischenziel 2024 für die Emissionsreduktion im Bereich indirekte Emission aus dem Stromverbrauch nicht ganz erreicht. Die Emission liegt 5% über dem angestrebten Zielwert.

Nichtenergetische Quelle



Für die Emissionen aus nichtenergetischen Quellen wurde kein Absenkeziel festgelegt. Die Emissionen 2024 liegen 17% über dem Wert von 2020.^{1§}

¹ Die im Vergleich zum Referenzjahr 2020 deutlich höheren Emissionen sind auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse betreffend die N2O-Emission von ARA's zurückzuführen (neuer Emissionsfaktor), nicht auf eine Steigerung der Aktivitätsrate (siehe 6.1). Die Senkenleistungen werden entsprechend grösser geplant werden müssen.

6.4 Konsequenzen für die Massnahmenplanung (Projekt Klimact)

Die Aktualisierung der Klimagasbilanz für das Bilanzjahr 2023 zeigt, dass die Gemeinde Ittigen ihre Emissionen im Vergleich zur Erstbilanzierung im Jahr 2019 bereits erfolgreich reduzieren konnte. Die summierte Abweichung vom Zielpfad (erreicht -16.2%; Ziel -21.1%) ist zu klein, um den seinerzeit festgelegten Reduktionsplan in Frage zu stellen oder massiv anzupassen. Er scheint realistisch, wenn auch anspruchsvoll zu sein. Es macht Sinn, den Absenkpfad über die nächste 4-Jahresperiode weiter als Zieldefinition zu benutzen. Dieser Absenkpfad / Massnahmenplan ist in Abbildung 9 wiedergegeben.

Damit dieser Kurs erfolgreich fortgesetzt werden kann, ist es allerdings nötig, verzögerte Entwicklungen zu fördern und sicherzustellen, dass die diskutierten Anstrengungen betreffend die verschiedenen Emissionsarten nicht nachlassen. Konkret heisst das (zum Beispiel – nicht abschliessend):

- Das Fernwärmenetz ab ARA Worblental ist zügig auszubauen, um den Ersatz fossiler Heizungen voranzutreiben. Die aktuellen Ausbaupläne genügen der Massnahmenplanung derzeit noch nicht. Weitere Fernwärmenetze mit erneuerbaren Energien sind willkommen zu heissen / zu fördern (Wyss, WV Bolligen-Stettlen, etc.).
- Die in letzter Zeit etwas erlahmten Bemühungen der Gemeinde um die Beschaffung von mehr Biogas sind zu reaktivieren.
- Die Elektromobilität muss gegenüber der vergangenen Periode verstärkt gefördert werden. Die entsprechenden Konzepte und Mittel (zB. Förderung aus dem Energiefonds) sind heute vorhanden bzw. in Kraft. Immobilien bewirtschaftende Firmen sind verstärkt einzubeziehen.
- Die Zielvereinbarungen mit Unternehmen stehen erst am Anfang. Es zeigt sich, dass sehr gute und wirksame Impulse davon ausgehen können (zB. die verstärkte Eigenstromproduktion mit PV-Anlagen, oder das Zurverfügungstellen von Auto-Ladestationen auf dem Gemeindegebiet, oder die Elektrifizierung des Busverkehrs. Solche Kooperationen sollen verstärkt erfolgen.
- Der Energiefonds, aus welchem heute sehr wertvolle und motivierende Förderbeiträge fließen, soll für die Zukunft so geäußnet werden, dass seine Funktion langfristig sicher gestellt ist.
- Mit der Zeit sollte auch die Förderung oder eigene Erarbeitung von Senken angedacht werden. Auf dem Absenkpfad spielen diese zwar vor 2030 noch keine substantielle Rolle. Aber im Zusammenhang mit der vom BAFU vorgesehenen Rolle der Kehrichtverbrennungsanlagen als künftige CO₂-Senken sind heute schon Überlegungen vorhanden, wie Gemeinden zu Senken kommen könnten.

Fazit:

Die Ergebnisse der ersten 4-Jahresperiode des Netto-Null-Programms der Gemeinde Ittigen sind ermutigend, wenn auch das Zwischenziel 2024 nicht vollumfänglich erreicht werden konnte. Die Absenkung der bilanzierten CO₂-Emissionen gegenüber der Bilanz 2020 betrug -16.2%, geplant waren -21.1%.

Mit konzentrierten und beharrlichen Anstrengungen im Rahmen der bereits angedachten Massnahmen (Programm Klimact, Richtpläne Energie und Verkehr), sollte es möglich sein, auf dem 2020 definierten Absenkpfad +/- planmässig weiterzukommen. Wichtige Massnahmen dazu sind aber heute nicht oder nicht genügend abgesichert (Planung Fernwärme, Zukunft Energiefonds, etc.). Daran ist zu arbeiten, wenn der Fortschritt entsprechend dem Absenkpfad weiter gehen soll.

7 Klimagasbilanz für die Gemeindeverwaltung

In der nachfolgenden Tabelle sind der Energieverbrauch, die Emissionsfaktoren und die daraus resultierenden Klimagasemissionen für die Gemeindeeigenen Quellen (Gebäude im Verwaltungsvermögen, Tätigkeiten der Verwaltung, des Werkhofs und der Schulen) pro Quellengruppe aufgeführt. Für die CO₂-Emissionen der Gemeindeverwaltung besteht seit 2015 ein Ziel bzw. Absenkpfad bis 2035 im Aufgaben und Finanzplan (AFP) der Gemeinde. Die Bilanz wird im Rahmen des Umweltmanagementsystems jährlich nachgeführt und publiziert. Die Resultate dieser Bilanz lassen sich ins Verhältnis zur Bilanz der gesamten Gemeinde setzen. Es kann festgestellt werden, dass die Emissionen der Gemeindetätigkeiten und der gemeindeeigenen Infrastrukturen bloss **0.7%** der Emissionen der gesamten Gemeinde ausmachen.

Tabelle 35 und Abbildung 10 zeigen die Klimagasemissionen der gemeindeeigenen Quellen und ihre Zusammensetzung.

Tabelle 34: Klimagasemissionen durch gemeindeeigene Emissionsquellen

Quellengruppe	Verbrauch [kWh]	Emissionsfaktoren				Emissionen [t CO ₂ e/a]	Anteil
		[tCO ₂ /MWh]	[kgCH ₄ /MWh]	[kgN ₂ O/MWh]	[tCO ₂ e/MWh]		
1. Wärmeversorgung der Liegenschaften im VV (o.Strom)	769'685					156.3	79.3%
Erdgas	265'695	0.2012	0.0169	0.0004	0.2018	53.6	
Biogas	503'990	0.0000	0.0169	0.0004	0.0005	0.3	
Heizöl	383'840	0.2653	0.0354	0.0022	0.2668	102.4	
Flüssiggas	0	0.2358	0.2358	0.0004	0.2418	0.0	
2. Stromverbrauch in den Liegenschaften des VV	958'635					12.5	6.4%
Kernenergie	3'044				0.0149	0.0	
erneuerbar (Wasser)	897'002				0.0110	9.9	
neue erneuerbare	58'589				0.0448	2.6	
3. Stromverbrauch der öff. Beleuchtung	273'209					3.6	1.8%
erneuerbar (Wasser)	256'407				0.0110	2.8	
neue erneuerbare	16'802				0.0448	0.8	
4. Maschinenpark des Werkhofs	87'590					24.1	12.2%
Dieserverbrauch	87'590	0.2650				23.2	
Benzinverbrauch	2'440	0.3660				0.9	
5. Dienstfahrzeugflotte	2'383					0.6	0.3%
Benzin	1'539	0.3660				0.6	
Erdgas	0	0.2010				0.0	
Biogas	844	0.0000				0.0	
Total gemeindeeigene Emissionsquellen	2'091'502					197.1	100%

Dem aufmerksamen Betrachter könnte auffallen, dass die Bilanzsumme in Tabelle 35 197.1 Tonnen CO₂-eq beträgt, dass im Managementsystem-Review aber 187.4 Tonnen CO₂-eq rapportiert werden. Dieser Unterschied rührt daher, dass in Tabelle 35 und in der gemeindeweiten Klimagasbilanz die Emissionen aus dem Stromverbrauch mit einem Emissionsfaktor entsprechend der BKW-Elektrizitätsstatistik berechnet wurden – bei der gemeindeinternen CO₂-Bilanz hingegen mit dem Emissionsfaktor entsprechend dem eingekauften Stromprodukt BKW «blue». Dieser letztere Emissionsfaktor soll anlässlich der CO₂-Bilanz 2025 der Gemeindeverwaltung überprüft werden.

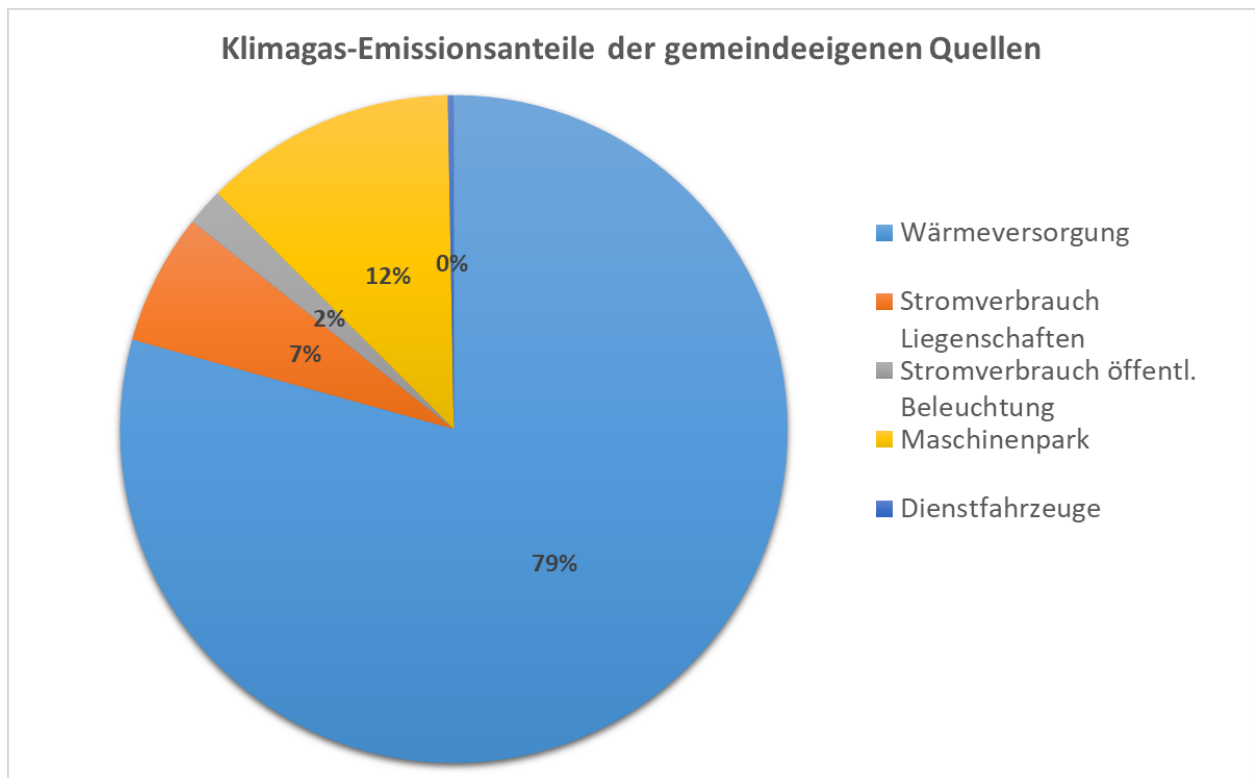


Abbildung 8: Klimagas-Emissionsanteile der gemeindeeigenen Quellen

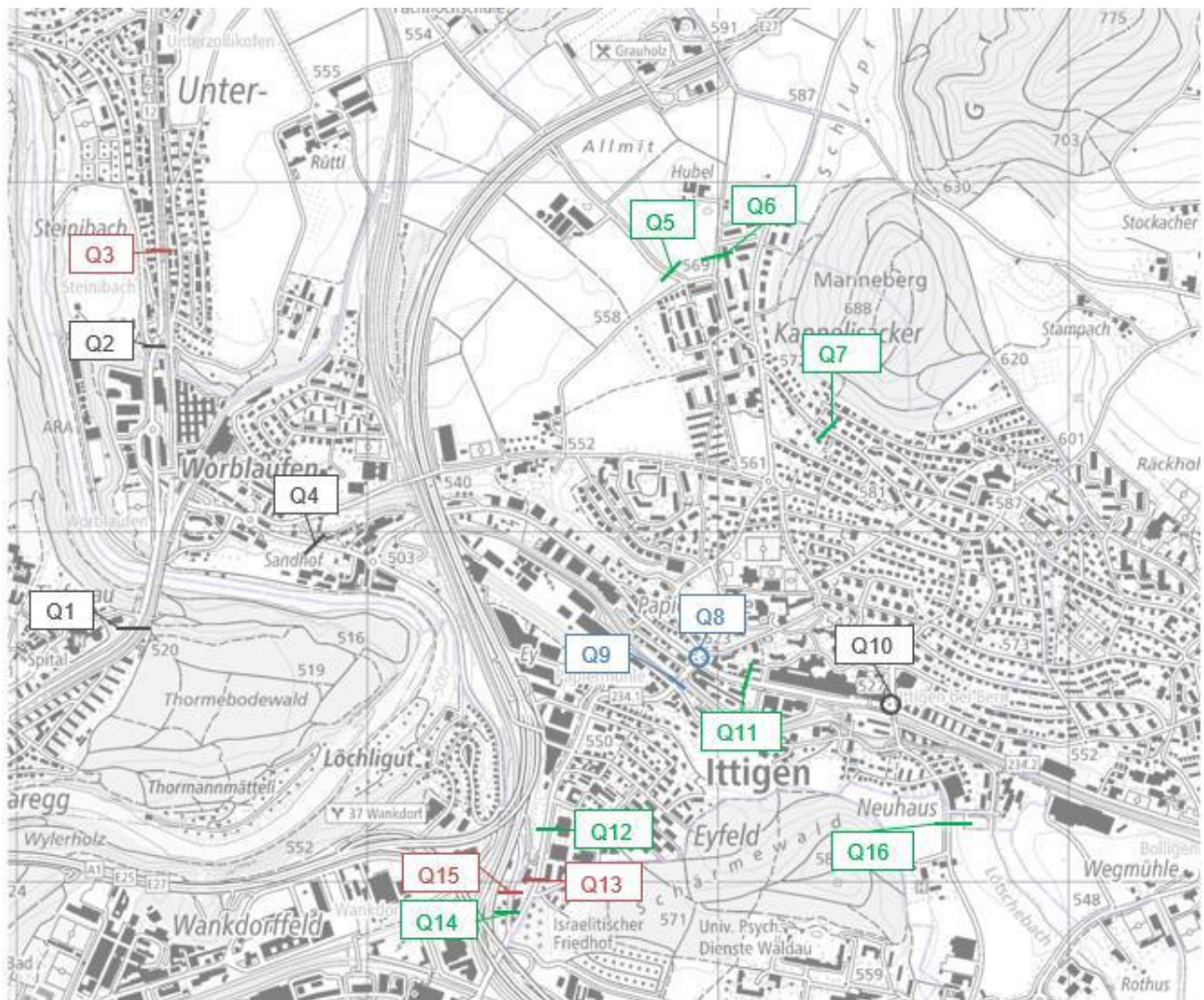
Gerlafingen, 20.10.2024

Neosys AG

Nina Häner

Dr. Jürg Liechi

Anhang 1: Verkehrsrelevante Strassen mit DTV-Messung



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gemeindegebiet Ittigen	8
Abbildung 2:	Klimagasemissionen Ittigen 2023 (alle Quellen)	34
Abbildung 3:	Klimagasemissionen Ittigen 2023 nach Quellenhauptgruppen	35
Abbildung 4:	Zuordnung der Klimagasemissionen Ittigen 2023 zu den Verursachergruppen	37
Abbildung 5:	Klimagasemissionen Ittigen im Jahresvergleich.....	39
Abbildung 6:	Emissionsentwicklung aus fossilen Energieträgern zur Wärmeerzeugung.....	40
Abbildung 7:	Emissionsentwicklung im Strassenverkehr	42
Abbildung 8:	Entwicklung Stromemissionen.....	41
Abbildung 9:	Absenkpfad Klimagasemissionen der Gemeinde Ittigen.....	43
Abbildung 10:	Klimagas-Emissionsanteile der gemeindeeigenen Quellen	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Global Warming Potential.....	8
Tabelle 2:	Stromverbrauch in der Gemeinde Ittigen nach Herkunft.....	13
Tabelle 3:	Stromverbrauch in der Gemeinde Ittigen nach Verbrauchergruppen	13
Tabelle 4:	Stromproduktion auf Gemeindegebiet von Ittigen	14
Tabelle 5:	Erdgaslieferungen EWB	15
Tabelle 6:	Auswertung Feuerungsanlagen.....	16
Tabelle 7:	Stromverbrauch für Wärmepumpen und Elektrospeicherheizungen	17
Tabelle 8:	Aktivitätsraten für ARA	18
Tabelle 9:	Aktivitätsraten für Kompostierung.....	19
Tabelle 10:	Charakterisierung und Fahrleistung pro Strassenabschnitt	20
Tabelle 11:	Fahrleistungsanteile pro Fahrzeugtyp gemäss BFS 2023 und Emissionsfaktoren.....	20
Tabelle 12:	Verkehrsleistung pro Fahrzeugtyp.....	21
Tabelle 13:	Netzplan RBS 2023 mit Identifikation der Strecken auf Gebiet von Ittigen	21
Tabelle 14:	Verkehrsleistung des ÖV in Ittigen	22
Tabelle 15:	Emissionsfaktoren für die Stromproduktion.....	23
Tabelle 16:	Emissionsfaktoren der Strommixe verschiedener Verbrauchergruppen.....	23
Tabelle 17:	Biogasanteil im Erdgas gemäss Angaben ewb	25
Tabelle 18:	Emissionsfaktoren der Feuerungsanlagen.....	25
Tabelle 19:	Emissionsfaktoren KVA	26
Tabelle 20:	Emissionsfaktoren ARA	26
Tabelle 21:	Emissionsfaktoren Kompostieranlage	26
Tabelle 22:	Emissionsfaktoren Strassenverkehr	27
Tabelle 23:	Klimagasemissionen durch den Stromverbrauch.....	28
Tabelle 24:	Klimagasemissionen durch Feuerungsanlagen	29

Tabelle 25:	Klimagasemissionen des Strassenverkehrs.....	30
Tabelle 26:	Klimagasemissionen durch die Abfall- und Abwasserentsorgung	32
Tabelle 27:	Klimagasemissionen aus Landwirtschaft sowie übrigen Aktivitäten	33
Tabelle 28:	Klimagasemissionen aller Quellen im Jahr 2023	33
Tabelle 29:	Klimagasemissionen der Hauptquellengruppen im Jahr 2023.....	34
Tabelle 30:	Zuordnung der Klimagasemissionen zu den Verursachergruppen	36
Tabelle 31:	Klimagasemissionen Ittigen im Jahresvergleich.....	39
Tabelle 32:	Emissionsentwicklung aus fossilen Energieträgern zur Wärmeerzeugung.....	40
Tabelle 34:	Entwicklung der Strassenverkehrsemissionen.....	42
Tabelle 35:	Klimagasemissionen durch gemeindeeigene Emissionsquellen.....	46

Quellenverzeichnis

[1]	Bundesamt für Umwelt (Hg.) 2024: Kompensation von CO ₂ -Emissionen: Projekte und Programme. Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO ₂ -Verordnung. Stand Januar 2024. Umwelt-Vollzug Nr. 1315: 69 S.
[2]	Energieverbrauchs- und Produktionszahlen von BKW für das Gemeindegebiet von Ittigen und die Gemeindeverwaltung in Form einer Excel-Datei. Auskunft: Roman Hellbach (058 477 54 76), Maurizio Pulvirenti, 079 758 88 03
[3]	EWB, Auskunft: Stefan Flückiger, 031 321 37 83
[4]	Faktenblatt. Anpassung der Gasverluste in der Gesamtenergiestatistik 1990-2012. 2.5.2014
[5]	Energiestadt. http://www.energiestadt.ch Räumliche Energieplanung, Information für Fachpersonen, Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärmeversorgung
[6]	Mengenstatistik Abfallbewirtschaftung Ittigen, Dokument 4.1300 / 150, erstellt von der Abteilung Bau, 26.2.2024
[7]	Faktenblatt CO ₂ -Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz, BAFU, April 2024
[8]	Jahresbericht 2023 der ARA Worblental
[9]	Bundesamt für Umwelt (Hg.) 2024: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2022. National Inventory Document.
[10]	Sacchi, R., Cox, B. (2023) mobitool-Faktoren v3.0: Umweltdaten und Emissionsfaktoren von mobitool. treeze Ltd., Uster, CH, im Auftrag von BAFU,2023
[11]	Statistik Wohnbevölkerung Ittigen, Gemeinde Ittigen, 2023
[12]	Umweltbilanz Strommixe Schweiz 2018, treeze Ltd, April 2021
[13]	Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen, BUWAL, Stand Oktober 2005
[14]	IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006)
[15]	Faktenblatt Emissionsfaktoren Feuerungen, BAFU, Stand Juni 2024
[16]	Eigenschaften des in der Schweiz verteilten Erdgases, SVGW, G10001 d Ausgabe Januar 2024
[17]	Handbuch Emissionsfaktoren für stationäre Quellen, Bern, Buwal, 1995, 341 s.
[18]	Daten des Bundesamts für Statistik: Fahrleistungen und Fahrzeugbewegungen im Personenverkehr (T 11.4.1.1). Stand Februar 2024.
[19]	Bundesamt für Statistik: Fahrleistungen im Güterverkehr (T 11.5.1.1). Stand Juli 2024.