



World-Climate Farm

Standard und Leitlinie für die Berechnung, Validierung und Verifizierung von Treibhausgasbilanzen auf landwirtschaftlichen Betrieben und Betriebsgemeinschaften.

Entwickelt von Carbon Standards International AG, und Ithaka Institute für Klimastrategien – Version 4.0 (März 2025).

Alle Rechte vorbehalten. Keine Reproduktion, weder in Teilen noch insgesamt erlaubt ohne schriftliche Einwilligung durch Carbon Standards International AG, Schweiz (www.carbon-standards.com).

Copyright: © 2025 Carbon Standards International AG

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Glossar.....	4
3. Einführung.....	9
4. Validierung und Verifizierung.....	10
5. Grundlagen der THG-Erklärung.....	14
6. Prozesse	19
7. Reduktion der THG-Emissionen	24
8. Exklusivität	26
9. World-Climate Farm Tool	26
10. Treibhausgasbericht.....	28
11. Zertifikate und Report.....	29
12. Zertifikats-Auslobung.....	29
13. Referenzen.....	31
Anhang 1.....	35

1. Zusammenfassung

Der World-Climate Farm Standard (WCFS) ermöglicht die Berechnung von Klimabilanzen für landwirtschaftliche Betriebe und Betriebsgemeinschaften, sowie den Vergleich der Bilanzen zwischen den verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben und Betriebsgemeinschaften. Er dient dazu Emissionsquellen und Orte der Kohlenstoffspeicherung gegenüber zu stellen und so mithilfe von Massnahmen Potenziale zur Emissionsreduktion, bzw. erhöhter Kohlenstoffspeicherung aufzuzeigen. Das Vorgehen basiert auf der ISO-Norm 14064-1 bis 3 und GHG Protocol und berücksichtigt die geltenden Vorgaben des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change).

Hierfür werden im Standard die wichtigsten klimarelevanten Prozesse, sowie deren Berechnungsgrundlagen und Systemgrenzen definiert.

Um die Klimabilanz zu erstellen, braucht es ergänzend zu den allgemeinen Betriebsdaten (als Beispiel Flächen, Zonenzugehörigkeit, Produktionsrichtungen, Tierbestände und Ertrags- und Leistungsdaten) zusätzliche betriebsspezifische Daten. Die Treibhausgasbilanz wird anschliessend gesamtbetrieblich und produktspezifisch (pflanzliche Kulturen, Milch und Fleisch bei Rindern) berechnet und grafisch dargestellt. Der Betrieb soll zudem seine Ziele zur Verbesserung seiner Treibhausgasbilanz setzen und konkrete Massnahmen einleiten, dies wird durch einen im World-Climate Farm Tool integrierten Massnahmenkatalog unterstützt. Sowohl die Berechnung, als auch die Umsetzung von Massnahmen zur Treibhausgasreduktion wird mit dem entsprechenden World-Climate Farm Zertifikat ausgelobt. Je nach Stand des Betriebes kommen drei unterschiedliche Auslobungen zum Einsatz:

- «CO₂ gemessen» –wenn die Bilanz berechnet wurde und positiv ausfällt.
- «CO₂ reduziert» – wenn die Bilanz berechnet wurde und positiv ausfällt, doch der Betrieb eine bestimmte Anzahl an Massnahmen zur Treibhausgas-Reduktion anwendet.
- «Klimaneutral» - Wenn der Betrieb eine ausgeglichene Treibhausgasbilanz erreicht.

Das Vorgehen bei der Berechnung ist für den Landwirtschaftsbetrieb oder Betriebsgruppe möglichst effizient gestaltet. Der Projektpartner führt mit dem Betrieb die Datenerhebung vor Ort, oder online gemeinsam durch. Vorab können bereits vorhandene Datensätze eingespielt werden. Die Daten werden anschliessen seitens einer von Carbon Standards International (CSI) zugelassenen Validierungs- und Verifizierungsstelle im World-Climate Farm Tool (WCFT) überprüft, gegebenenfalls nach Rücksprache mit dem Betrieb angepasst und nach erfolgreicher Berechnung wird ein Zertifikat ausgestellt.

Das World-Climate Farm Zertifizierungssystem besteht aus einer vierteiligen Struktur mit den folgenden drei Einheiten: (1) Landwirtschaftsbetrieb oder Betriebsgemeinschaft; (2) Label; (3) Projektpartner; (4) Validierungs- und Verifizierungsstelle.

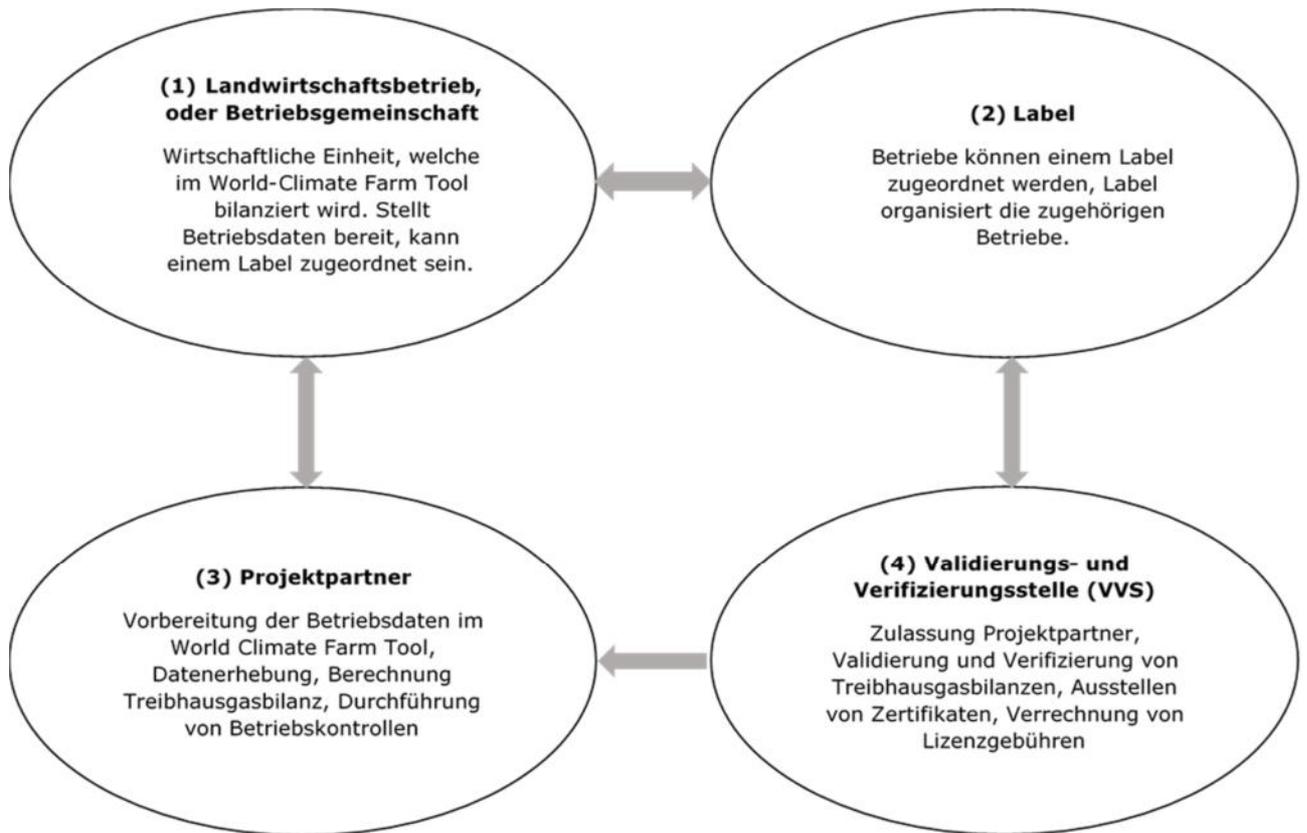


Abbildung 1: Zertifizierungsstruktur

2. Glossar

Das Glossar erhält eine Beschreibung der im Standard verwendeten Begriffe:

Tabelle 1: Glossar

Begriff	Beschreibung
Betrieb/ Landwirtschaftsbetrieb	Beschreibt im WCFS die landwirtschaftliche Produktionseinheit (Landwirtschaftsbetrieb und Betriebsgemeinschaft), welche das WCFT anwendet.
Betriebsgemeinschaft	Beschreibt im WCFS die landwirtschaftliche Produktionseinheit, welche aus mehreren Betrieben besteht und das WCFT anwendet.
C-Senken (Kohlenstoffsinken)	Kohlenstoffsinken beschreiben natürliche oder künstliche Systeme, welche mehr Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre aufnehmen als sie freisetzen. C-Senken können herangezogen werden um Treibhausgasemissionen zu kompensieren.
C-Senken kurzfristig	Kurzfristige Kohlenstoffsinkensenken (C-Senken) bestehen aus den Einlagerungen von organischem Material im Boden (Humus), Wäldern, Bäumen und Hecken. Im organischen Material ist der Kohlenstoff gespeichert. Die Senkenleistung ist nur dann geben,

	wenn mehr gespeichert, als freigesetzt wird. Da die oben erwähnten Methoden zur Kohlenstoffspeicherung sehr schnell wieder verloren gehen können (z.B: durch Pflügen, Verbrennen, etc) handelt es sich um sogenannte kurzfristige C-Senken.
C-Senken langfristig	Als langfristige C-Senken gelten jene Kohlenstoffverbindungen, wie z.B. Pflanzenkohle (Biochar), die eine Persistenz von 1000+ Jahre aufweisen.
CSI	Carbon Standards International AG
Daten	Bei "Daten" handelt es sich um klimarelevante Betriebsdaten, welche zur Berechnung einer Klimabilanz mit dem WCFT erforderlich sind (, z.B.: Menge an Treibstoffen, Anzahl Tiere, Ertrag je Kultur etc.)
Emissionen Kohlenstoffdioxid (Kohlenstoffdioxidemissionen, CO ₂)	CO ₂ ist ein klimarelevantes Gas. Klimarelevante CO ₂ -Emissionen ergeben sich vor allem aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern. In der Landwirtschaft ist hierbei u.a. der Ausstoss aus Landmaschinen und Betriebsfahrzeugen zu nennen. In einer ganzheitlichen Klimabilanz müssen auch die Emissionen aus den Fahrten mit betriebsfremden Fahrzeugen, aus der Verwertung von Abfällen fossilen Ursprungs und vielen weiteren Prozessen berücksichtigt werden.
Emissionen Lachgas (Lachgasemissionen, N ₂ O)	N ₂ O ist ein klimarelevantes Gas. Lachgasemissionen entstehen bei grossteils bei der Lagerung von Hofdünger, bei der Ausbringung N-haltiger Düngemittel, im Boden nach N-Eintrag. Zwar ist dieser Ausstoss massebezogen klein im Vergleich zu den übrigen Gasen, doch aufgrund des höheren Treibhauspotentials (Metrik GWP100) – 277-mal höher als jener von CO ₂ im 100-jährigen Zeitraum – von hoher Relevanz.
Emissionen Methan (Methanemissionen, CH ₄)	CH ₄ ist ein klimarelevantes Gas. Der Grossteil der Methanemissionen auf landwirtschaftlichen Betrieben entstehen im Verdauungstrakt von Wiederkäuern und bei der Lagerung von Hofdüngern. Die Ausgasung von unvergorenem Hofdünger, Methan weist ein höheres Treibhausgaspotential auf als CO ₂ : Wird der Zeitraum von 100 Jahren nach dem Ausstoss betrachtet, und die Metrik GWP100 (Global Warming Potential) angewandt, lässt sich ein Klimaeffekt beobachten, welcher dem 28-fachem der entsprechenden CO ₂ -Emission entspricht.
FPCM	Fett-Protein korrigierte Milch. Die Milchinhaltsstoffe je Betrieb schwanken. Für eine Vergleichbarkeit der Betriebe wird die Milchmenge in FPCM umgerechnet (4,2% Fett, 3,4% Eiweiss). Je

	nach Inhaltsstoffen ist die korrigierte Milchmenge höher, oder niedriger.
ISO 14064	<p>Die ISO-Normen 14064 besteht aus 3 Richtlinien und wurde für die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen und die Erarbeitung von Massnahmen zu deren Reduktion entwickelt. Die Normen können auf verschiedene Systeme, Organisationen und Ereignisse angewandt werden.</p> <p>ISO 14064-1 sieht vor, dass der Anwender der Norm, einerseits die Annahmen, Berechnungsmethoden und deren Beschränkungen beschreibt, andererseits die Eingabedaten und Informationen für die Bilanzierung bereitstellt. Die Datengrundlage wird während der Vor-Ort Inspektion validiert. Die Beschreibung der Reduktionsziele wird von der VVS verifiziert. Der WCFS basiert auf dieser ISO-Norm und ist für die Anwendung auf Landwirtschaftsbetrieben spezifiziert.</p>
Label	Bilanzierte Betriebe können einem Label zugeordnet werden. Das Label beschreibt eine Zugehörigkeit zu einer gemeinsamen, übergeordneten Organisation. Dies können lebensmittelverarbeitende Betriebe, Marken, Regionen, oder andere Stakeholder sein.
Landwirtschaftsbetrieb/Betrieb	Beschreibt im WCFS die landwirtschaftliche Produktionseinheit (Landwirtschaftsbetrieb und Betriebsgemeinschaft), welche das WCFT anwendet.
Nettoemissionen	THG-Emissionen reduziert durch (a) eigens realisierte Kohlenstoff-Senken
Pflanzenkohle	Pflanzenkohle ist ein poröses, kohlenstoffhaltiges Material, das durch Pyrolyse von Biomasse hergestellt wird und so verwendet wird, dass der enthaltene Kohlenstoff als Kohlenstoffsenke gespeichert bleibt oder fossilen Kohlenstoff in der industriellen Produktion ersetzt. Sie ist nicht zur Verbrennung für die Energieerzeugung bestimmt.
Projektpartner	Die Projektpartner betreuen den Landwirtschaftsbetrieb, oder die Betriebsgemeinschaft und ist für die Vorbereitung der Betriebsdaten im World-Climate Farm Tool zuständig. Er berechnet die Treibhausgasbilanz und führt Betriebskontrollen durch. Der Projektpartner ist von der VVS für diese Arbeiten zugelassen und qualifiziert und wird regelmässig geschult.
Reduktionsmassnahmen	Der Treibhausgas(THG)-Ausstoss kann mit verschiedenen Reduktionsmassnahmen entgegengewirkt werden. Dies beinhaltet emissionsmindernde Massnahmen, Kohlenstoffsenken und externe Kompensationen.

Standardentwickler und Standardeigner	Der World-Climate Farm Standard wurde von der Carbon Standards International AG (CSI), bio.inspecta AG, und dem Ithaka Institute für Klimastrategien (Ithaka) entwickelt und wird von diesen laufend weiterentwickelt. Der World-Climate Farm Standard ist im Eigentum der Carbon Standards International AG und kann nur mit einer Lizenzvereinbarung durch anerkannte Validierungs- und Verifizierungsstellen (VVS) sowie von Projektpartnern genutzt werden. Die Carbon Standards International AG organisiert den Zulassungsprozess für die VVS.
THG	Treibhausgase (THG) sind die gasförmigen Bestandteile der Atmosphäre, sowohl natürliche als auch anthropogene, die Strahlung bei bestimmten Wellenlängen innerhalb des Spektrums der terrestrischen Strahlung absorbieren und emittieren, die von der Erdoberfläche, der Atmosphäre selbst und von Wolken abgegeben wird. Diese Eigenschaft verursacht den Treibhauseffekt. Wasserdampf (H ₂ O), Kohlendioxid (CO ₂), Distickstoffoxid (N ₂ O), Methan (CH ₄) und Ozon (O ₃) sind die wichtigsten Treibhausgase in der Erdatmosphäre. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Treibhausgasen in der Atmosphäre, die ausschliesslich vom Menschen verursacht wurden, wie die Halogenkohlenwasserstoffe und andere chlor- und bromhaltige Stoffe, die im Rahmen des Montrealer Protokolls behandelt werden. Neben CO ₂ , N ₂ O und CH ₄ behandelt das Kyoto-Protokoll auch die Treibhausgase Schwefelhexafluorid (SF ₆), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC).
THG-Erklärung	Die THG-Erklärung setzt sich aus der Verknüpfung von Annahmen, Methoden und Beschränkungen mit den klimarelevanten Daten des Betriebes zusammen.
Treibhausgasbilanz	Laut ISO 14064-1 ist eine Treibhausgasbilanz eine Liste der THG-Quellen und Kohlenstoffsinken, sowie ihrer quantifizierten THG-Emissionen und Mengen entzogener THG.
Tonnen CO ₂ -Äquivalente (t CO ₂ e)	Vereinheitlichte Masseneinheit für die Klimawirkung von Treibhausgasen: Es gibt Auskunft darüber, wie viel Tonnen CO ₂ es braucht, um die gleiche Klimawirkung zu haben, wie eine Tonne eines anderen Treibhausgases (Methan oder Lachgas in Landwirtschaft). Der Umrechnungsfaktor hängt von der gewählten Metrik ab.
Validierungs- und Verifizierungsstelle (VVS)	Die Validierungs- und Verifizierungsstelle ist für die Zulassung und Schulung der Projektpartner, die Validierung und Verifizierung von

	<p>Treibhausgasbilanzen, das Ausstellen von Zertifikaten und die Verrechnung von Lizenzgebühren zuständig. Die Validierungs- und Verifizierungsstelle ist von der CSI für diese Arbeiten zugelassen und qualifiziert und wird regelmässig geschult..</p>
Vergleichsmetriken	<p>Im WCFS werden zwei unterschiedliche Vergleichsmetriken für die Umrechnung der einzelnen Treibhausgase in CO₂e verwendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GWP100: Global Warming Potential 100, beschreibt den kumulierten Strahlungsantrieb eines Gases in der Atmosphäre über einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren im Vergleich zu CO₂. In einfachen Worten ausgedrückt, wie viel Mal mehr das Gas zum Treibhauseffekt im Vergleich zu CO₂ beiträgt. Hierbei hat Methan (CH₄) einen Faktor von 27, Lachgas (N₂O) einen Faktor von 273. • GTP100: Global Temperature-Change Potential 100, beschreibt wie viel ein Gas tatsächlich zum Temperaturanstieg nach 100 Jahren im Vergleich zu CO₂ beiträgt. Hierbei hat Methan (CH₄) einen Faktor von 5, Lachgas (N₂O) einen Faktor von 233.
WCFL	<p>World-Climate Farm Label – ist das Logo und die Marke, die für die Auszeichnung von Betrieben und Labels verwendet werden kann, wenn diese einen gültigen Lizenzvertrag mit CSI haben und ein gültiges Zertifikat von einer von CSI akzeptierten Validierungs- und Verifizierungsstelle haben.</p>
WCFS	<p>World-Climate Farm Standard – dieser Standard mit den zugehörigen Leitlinien zur Berechnung der Treibhausgasbilanz.</p>
WCFT	<p>Das World-Climate Farm Tool ist eine cloudbasierte IT-Lösung, mit welcher die Daten für die Klimabilanzierung erhoben, die Resultate berechnet und für Auswertungen zusammengefasst werden.</p>

3. Einführung

Die Folgen des voranschreitenden Klimawandels lassen sich auf der ganzen Welt in verschiedenen Bereichen beobachten. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel nimmt die Landwirtschaft eine ambivalente Rolle ein und tritt als Betroffene und als Verursacherin, jedoch auch als Teil der Lösung auf.

Die Landwirtschaft ist von den Folgen des Klimawandels direkt betroffen. Vermehrte extreme Wetter- und Witterungsverhältnisse werden mit den steigenden Temperaturen in Verbindung gebracht. Dazu gehören unter anderem Starkregen, Hitzewellen, Dürreperioden, oder Hagel. Diese Faktoren stellen eine zusätzliche Belastung für die Böden, Kulturen, Tiere und Betriebe dar.

Treibhausgasemissionen (THG) aus der Landwirtschaft umfassen unter anderem Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2). Die Gase werden bei unterschiedlichen Prozessen freigesetzt. Methan entsteht vor allem bei der enterischen Fermentation von Wiederkäuern und bei der Lagerung von Hofdüngern. Lachgasemissionen entstehen in der Tierhaltung (Stall, Hofdüngerlagerung- und Ausbringung), bei der Ausbringung stickstoffhaltiger Dünger und Ernterückständen. Quellen von Kohlendioxid sind die Verbrennung von fossilen Energieträgern, wie beispielsweise Diesel, oder Erdgas.

Durch die Sequestrierung von Kohlenstoff am landwirtschaftlichen Betrieb werden kurz- oder langfristige Kohlenstoffsinken (C-Senken) geschaffen. Durch die Erfassung dieser Senken können bestehende Treibhausgasemissionen innerhalb des Produktionsprozesses teilweise ausgeglichen werden.

3.1 Zweck und Ziel des World- Climate Farm Standards

Der «aktuelle», von Menschen gemachte Klimawandel hat seinen Ursprung in verschiedensten Kulturtechniken, auch die Landwirtschaft leistet einen Beitrag. Einerseits ist in den letzten Jahren die betriebsindividuelle Quantifizierung von Treibhausgasemissionen von landwirtschaftlichen Betrieben in den Fokus der Klimadebatte gerückt. Andererseits sind lebensmittelverarbeitende Betriebe bestrebt, oder gesetzlich verpflichtet, Informationen zu ihren THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette ihrer Produkte zu erlangen. Mit Hilfe des WCFS erlangen die Betriebe einen tiefen Einblick in die emissionsverursachenden Prozesse an ihrem Betrieb. Durch einen wissenschaftlich fundierten Standard erhält der Betrieb Auskunft über seine Klimabilanz, welche Gase, in welcher Quantität, bei welchem Prozess entstehen. Gleichzeitig werden die C-Senken bei verschiedenen Prozessen am Betrieb erfasst. Darüber hinaus verfügt das World-Climate Farm Tool (WCFT) über einen Massnahmenkatalog zur Reduktion von THG, respektive zur Speicherung von Kohlenstoff am Betrieb. Mit diesen umfassenden Werkzeugen soll es dem Betrieb ermöglicht werden ein tieferes Verständnis der Landwirtschaft in Bezug auf den Klimawandel zu erlangen. Durch das tiefere Verständnis und die aufbereiteten emissionsmindernden Massnahmen kann der Betrieb die

Emissionen einfach und gezielt reduzieren, oder C-Senken aufbauen und so einen Beitrag hin zu einer klimafreundlichen Zukunft schaffen.

Auch die Lebensmittelindustrie und der Lebensmitteleinzelhandel sind vermehrt an der Klimaleistung ihrer Lieferanten interessiert. Es ist davon auszugehen, dass sich die Preise für landwirtschaftliche Produkte in Zukunft auch am Qualitätskriterium «Klimabilanz» orientieren oder der Kunde dies bei seinem Kaufentscheid mitberücksichtigt. Dies gibt dem Landwirt die Möglichkeit, mit gezielten Massnahmen im Bereich Klimaschutz, Mehrerlöse zu erzielen. Hinzukommend gibt es privatwirtschaftliche Initiativen und gesetzliche Rahmenbedingungen die ein Nachhaltigkeitsreporting erfordern.

Der WCFS zielt darauf ab eine Wissensgrundlage für den Betrieb und Stakeholder zu schaffen und Potenziale aufzeigen. Wo entstehen Emissionen, in welcher Quantität und wie kann in die Prozesse eingegriffen werden, um die Emissionen weiter zu reduzieren. In diesem Sinne soll eine standortgerechte Kreislaufwirtschaft unterstützt werden. In welcher externe Inputs weitestgehend minimiert werden und Outputs effizient auf hohem Niveau gehalten werden.

3.1.1 Erfüllung von Berichtspflichten

Ein Ziel des WCFT ist es die Anforderungen an verschiedene gesetzliche Grundlagen und privatrechtliche Initiativen in Bezug auf Nachhaltigkeits-Berichterstattung zu erfüllen. Der WCFS basiert auf die ISO-Norm ISO 14064 und folgt in seinen Grundzügen dem GHG Protocol. Die Berechnung der Treibhausgasen folgt der Methodik nach IPCC und wird vom GHG Protocol anerkannt. Somit können vom WCFS Nachhaltigkeits-Berichterstattung Initiativen, welche das GHG Protocol anerkennen, bedient werden.

4. Validierung und Verifizierung

Die Validierung und Verifizierung besteht aus der Datenerhebung gemeinsam mit dem Projektpartner vor Ort, der nochmaligen Überprüfung der Daten seitens einer von CSI zugelassenen VVS und anschliessender Berechnung der Klimabilanz. Der Betrachtungszeitraum für die Klimabilanzierung ist das letzte abgeschlossene Jahr (tatsächlicher Energieverbrauch etc. bekannt). Wenn dieser Prozess erfolgreich durchlaufen wurde, erhält der Betrieb ein Zertifikat von einer zugelassenen VVS, welches bis zum 31. Dezember des Folgejahres gültig ist. Für das Label ist das Zertifikat bis zum 31. Dezember des Folgejahres, nach Projektabschluss gültig.

Die VVS kann einen Projektpartner wählen, welcher insbesondere die folgenden Aufgaben übernehmen kann: Vorbereitung der Betriebsdaten im WCFT, Betriebskontrollen (Einhaltung von

eingereichten Massnahmen), Datenerhebung und Berechnung Treibhausgasbilanz. Der Projektpartner ist vertraglich an die VVS und an die Vertraulichkeit gebunden.

Die Betriebe sind verpflichtet, angemessen detaillierte Aufzeichnungen in den Scope 1, 2 und 3 Daten, welche im WCFT erhoben werden preis zu geben und aufzubewahren und bei der Datenerhebung vorzulegen. Bei der Datenerhebung wird die Richtigkeit und Plausibilisierung der angegebenen Daten im WCFT ein erstes Mal überprüft. Alle Informationen, welche die Betriebe preisgeben, werden von der VVS, dem Projektpartner und der CSI vertraulich behandelt. Die gemeinsame Erhebung und erstmalige Überprüfung der Daten mit dem Projektpartner und nochmalige Überprüfung der VVS führt zu hoher Datensicherheit und minimiert inakkurate Ergebnisse aufgrund mangelnder Datenqualität.

4.1 Ablauf der Validierung, Verifizierung

Der Ablauf der Validierung und Verifizierung läuft gemäss untenstehendem Schema ab:

1. Annahmen, Methoden und Beschränkungen werden im WCFS und WCFT vorgegeben und von der VVS verifiziert.
2. Bereits vorhandene Betriebsdaten werden vom Projektpartner erfasst und ins WCFT eingespielt.
3. Der Betrieb erhält vorab eine Checkliste mit den nötigen vorzubereitenden Daten. Der Projektpartner kommt direkt zum Betrieb, oder setzt sich online mit dem Betrieb in Verbindung und die fehlenden Daten werden gemeinsam vervollständigt.
4. Die VVS überprüft die Daten auf Vollständigkeit und Plausibilität und stellt ein Zertifikat aus.
5. Der Betrieb erhält das Ergebnis der Klimabilanz und das Zertifikat.
6. Der Betrieb hat die Möglichkeit Reduktionsmassnahmen auszuwählen und verpflichtet sich dadurch diese anzuwenden. Werden genügend Massnahmen angewandt, so verändert sich das Zertifikat.

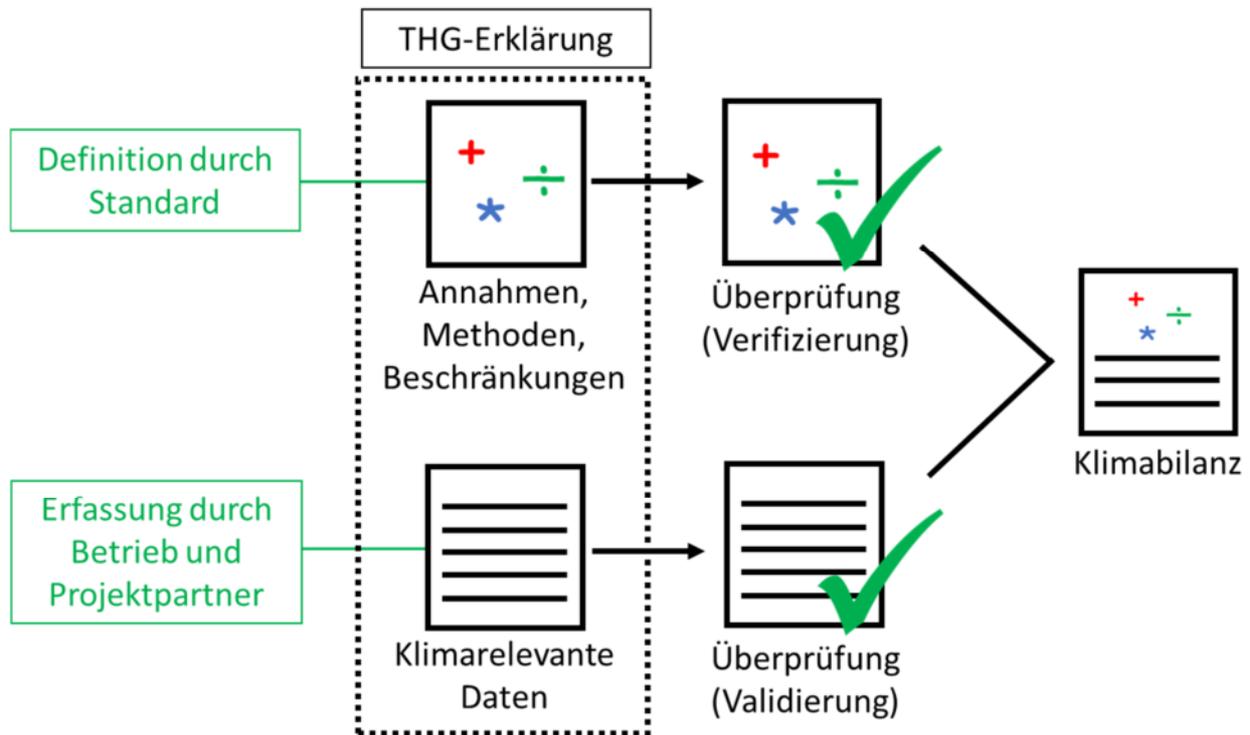


Abbildung 2: Der Weg zur Klimabilanz, Verifizierung und Validierung

Die Berechnungen der Klimabilanzen findet im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit der VVS statt. In diesem Projekt werden eine Laufzeit und die Häufigkeit der Bilanzierung der Betriebe definiert. Z.B. kann der Betrieb bei einem mehrjährigen Projekt nach dem ersten Jahr Massnahmen festlegen und in einem Folgejahr erneut bilanziert werden, um die Emissionsreduktion ersichtlich zu machen. Das von der VVS erstellte Zertifikat steht dem Betrieb zusätzlich als Qualitätsausweis zur Verfügung. Je nach Ergebnis der Klimabilanz wird das Zertifikat unterschiedlich ausgelobt. Ist die Bilanz positiv (mehr CO₂e werden emittiert als gespeichert), dann erhält der Betrieb das Zertifikat «CO₂ gemessen». Ist die Bilanz ausgeglichen, oder negativ (mehr CO₂e werden gespeichert, als emittiert), dann erhält der Betrieb das Zertifikat «CO₂ neutral». Wird das Zertifikat «CO₂ gemessen» ausgestellt und der Betrieb wählt genügend Reduktionsmassnahmen aus, zu denen er sich verpflichtet diese anzuwenden, dann erhält er das Zertifikat «CO₂ reduziert».

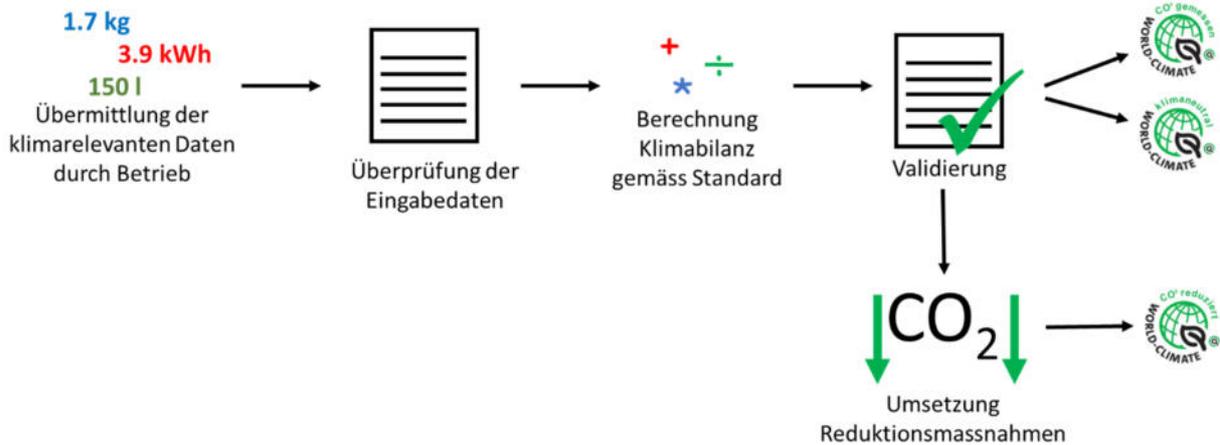


Abbildung 3: Reduktionsziele, Prüfungen und Label

4.1.1 Label

Bilanzierte Betriebe können einem Label zugeordnet werden. Das Label beschreibt eine Zugehörigkeit zu einer gemeinsamen, übergeordneten Stelle. Dies können lebensmittelverarbeitende Betriebe, Marken, Regionen, oder andere Stakeholder sein. Unter Einverständnis der Betriebe erhält das Label Zugriff auf die Klimabilanzen der Betriebe, sowie die angewandten Massnahmen der Betriebe. Das Label erhält ebenfalls ein Zertifikat. Dies kann, wie bei den einzelnen Betrieben «CO₂ gemessen», oder «CO₂ reduziert», sein. Die Auslobung «CO₂ reduziert» wird verliehen, wenn die durchschnittlichen Klimapunkte der Betriebe den Schwellenwert an Klimapunkten erreichen.

4.2 Betriebsgemeinschaften

Landwirtschaftliche Betriebsgemeinschaften können ebenfalls zertifiziert werden. Für eine Bilanzierung ist gemeinsam mit dem Projektpartner und der VVS festzulegen, ob die Betriebe der Betriebsgemeinschaft separat, oder zusammen verifiziert und validiert werden. Wird die Betriebsgemeinschaft zusammen zertifiziert, so wird sie im WCFS als ein Betrieb angesehen. Wird sie separat berechnet, so werden sie als eigenständige Betriebe erachtet. Voraussetzung für eine separate Bilanzierung ist eine gute Abgrenzung des Betriebsmitteleinsatzes je Betrieb der Betriebsgemeinschaft.

4.3 Vorgehen bei Verstössen und Sanktionen

Die VVS entscheidet über den Schweregrad des Verstosses und der entsprechenden Sanktionsstufe. Die schwächste Sanktion ist die Verwarnung mit Frist zur Behebung des Mangels. Die stärkste Sanktion ist die Aberkennung eines Betriebes bzw. die Auflösung des Vertrags mit Zahlung einer Konventionalstrafe und allfälligem Schadenersatz, sowie der Veröffentlichung des

Entscheidungen. Einsprachen gegen Entscheidungen der VVS sind an die VVS zu richten. Rekurse gegen Vollzugsentscheidungen zu den WCFS werden von der unabhängigen Rekursstelle der CSI behandelt.

4.4 Vertrags- und Kontrollpflicht

Die Betriebe, die nach dem WCFS verifiziert und validiert werden wollen, müssen im Verifizierungs- und Validierungsverfahren teilnehmen und können auf die Erfüllung der Richtlinien überprüft werden. Dazu schliessen die Betriebe eine Vereinbarung mit einer von CSI anerkannten VVS ab. Ist der Betrieb einem Label zugeordnet, so kann die Vereinbarung auch über das Label abgeschlossen werden. In diesem Fall regelt das Label die Vereinbarung mit dem Betrieb und der VVS. Die Betriebe und das Label werden durch die Vereinbarung mit der VVS berechtigt das World-Climate Farm Label zu nutzen. Der Vertrag regelt auch die Markennutzung im Verkauf und Handel. Wer die Marke anderweitig nutzen möchte, muss mit der CSI einen separaten Markennutzungsvertrag abschliessen.

4.5 Validierungs- und Verifizierungsstellen (VVS)

Die Zulassung von VVS erfolgt über einen Vertrag mit CSI. VVS müssen von CSI autorisiert sein, um ihre Validierungs- und Verifizierungsdienste anzubieten. Die autorisierten VVS sind auf der Webseite der CSI veröffentlicht. Die VVS wird von CSI für die Umsetzung der Standard-Vorgaben geschult und jährlich auditiert. Grundlage für die Zulassung der VVS bildet die Akkreditierung gemäss 14064-3 und 17029/14065 (jeweils aktuell gültige Version) durch eine anerkannte Akkreditierungsstelle. Für die Zulassung kann sich die VVS auch in einem laufenden Akkreditierungsverfahren befinden.

5. Grundlagen der THG-Erklärung

Die THG-Erklärung setzt sich aus der Verknüpfung folgender Bereiche zusammen:

- Annahmen, Methoden und Systemgrenze: Diese werden durch diesen Standard geregelt und durch die VVS vorab geprüft und anerkannt.
- Klimarelevante Daten: Diese beziehen sich auf die in Kapitel «6. Prozesse» beschriebenen klimarelevanten Daten. Sie werden durch den Betrieb und Projektpartner erfasst und von der VVS geprüft.

Als Resultat der THG-Erklärung ergibt sich die Klimabilanz des Betriebes. In den folgenden Kapiteln wird auf die verschiedenen Bereiche der THG-Erklärung näher eingegangen.

5.1 Systemgrenzen

Bei der Auswahl der Prozesse wurden die Scopes der ISO 14064–1 als Grundlage genommen und detaillierter dargestellt (Anhang 1). Bei der Berechnung der Klimabilanz werden jene THG-Emissionen und C-Senken dargestellt, welche auf dem landwirtschaftlichen Betrieb bis zum Hoftor anfallen, also entlang der Wertschöpfungskette des Betriebes. Die Emissionen werden in Scope 1, 2 und 3 Emissionen untergliedert. Scope 1 Emissionen beschreiben alle Emissionen von kontrollierten Ressourcen des Betriebes. Scope 2 Emissionen beschreiben, alle indirekten Emissionen, die mit der Bereitstellung von Energie zusammenhängen. Zu Scope 3 Emissionen gehören alle Emissionen, die indirekt innerhalb der Wertschöpfungskette auftreten und nicht unter Scope 2 fallen. Am Landwirtschaftsbetrieb gehören hierzu zugekaufte Betriebsmittel und Dienstleistungen.

Die Systemgrenze reicht bis zum ideellen Hoftor des Betriebes und erfasst unverarbeitete Produkte (Ertrag Ackerkulturen, Lebendgewicht bei Tieren, Rohmilch). Die weitere Be- und Verarbeitung von Produkten wird nicht erfasst. Ebenso ist der private Verbrauch von Energie und anderen Prozessen von der Klimabilanz ausgeschlossen.

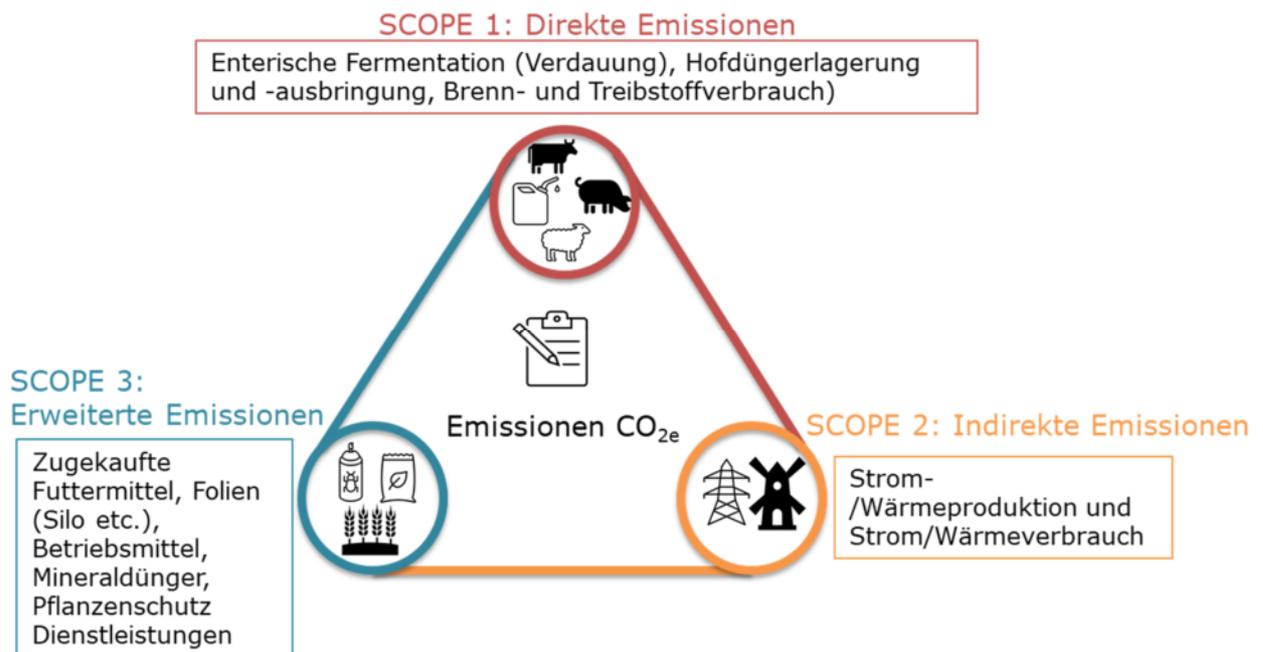


Abbildung 4: Systemgrenzen des WCFT

5.1.1 Spezialfälle in der Systemgrenze

Im Sinne der Vergleichbarkeit von Ergebnissen ist eine einheitliche Systemgrenze wichtig, welche als Hoftor und nicht be- und verarbeitete Produkte festgelegt wurde. Spezialfälle innerhalb dieser Systemgrenze existieren dennoch und betreffen im WCFS Trocknung von Cerealien, Hackfrüchten und Hülsenfrüchten, Lagerung, oder sonstige energieaufwendige Prozesse in Zusammenhang mit

pflanzlicher und tierischer Produktion. In der Regel sind Energieaufwände (Diesel/Strom etc.), die für Trocknung und Lagerung aufgewendet werden von der Datenerfassung ausgenommen. Somit sind die Ergebnisse von Betrieben, welche Produkte ab Feld verkaufen, mit jenen, die dies selbst durchführen, zu vergleichen. Wird der Transport des Gutes vom Feld zum Lager/Verarbeitung von externen durchgeführt, so ist dies aufzunehmen und unter Lohnarbeit im WCFT anzuführen. Unter Absprache und Konsens mit der VVS können energieaufwendige Prozesse in Tierhaltung und Pflanzenbau auch aufgenommen werden. In diesem Fall muss der Betrieb mit höheren Emissionen rechnen, als andere vergleichbare Betriebe.

Wald stellt eine Besonderheit bei der Klimabilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe dar. Einerseits ist der Wald ein eigenes System, das nicht direkt mit der Lebensmittelproduktion in Verbindung steht. Andererseits besitzen viele Betriebe und Betriebsgemeinschaften Wald und bewirtschaften diesen. Nach WCFS wird der Wald in der Datenerhebung berücksichtigt und die Bilanz wird mit und ohne Wald berechnet. Im WCFT kann der Betrieb den Wald in seine Bilanz mittels eines Buttons inkludieren, oder exkludieren. In der Produkt-Klimabilanz ist der Wald nicht als Kohlenstoffsенke inkludiert.

5.2 Nicht quantifizierte Prozesse

Der Landwirtschaftsbetrieb ist ein komplexes System mit vielen verschiedenen Prozessen, die Emissionen verursachen. Die Systemgrenze im WCFT umfasst daher nicht alle Prozesse. Beispielsweise werden Gebäude und bauliche Anlagen, sowie Maschinen nicht berücksichtigt (Emissionen, welche bei der Herstellung entstehen). Ebenso ist in Pflanzen (inkludiert Holz zur Wärmegewinnung) und tierischen Erzeugnissen (das Tier selbst inbegriffen) gespeicherter Kohlenstoff, aufgrund von der kurzen Umsetzungsphase nicht in der Systemgrenze inkludiert. Es wird davon ausgegangen, dass die Menge an CO₂, welches von den Pflanzen während des Wachstums aufgenommen wurde, jener Menge CO₂ entspricht, die bei der Atmung freigesetzt wird. Durch Solarenergie erzeugtes Warmwasser und weitere Prozesse werden ebenfalls nicht erhoben, da sich deren Klimaleistung indirekt durch den geringeren Zukauf von Energie widerspiegelt. CO₂ aus der Mineralisierung von organischen Material im Boden ist ebenfalls nicht inkludiert.

5.2.1 Grad der Sicherheit

Der Grad der Sicherheit setzt sich aus den Daten der Betriebe, welche für die Bilanzierung benötigt werden und den Unsicherheiten der Berechnungsmodelle zusammen.

5.2.1.1 Sicherheit Datenherkunft

Bei der Validierung der Betriebsdaten wird die Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Herkunftsangabe der Daten geprüft. Der Grad der Sicherheit der klimarelevanten Daten wird anhand der Art der Datenbeschaffung bestimmt und von der VVS festgelegt. Es wird davon ausgegangen, dass die erhobenen Daten korrekt sind. Es werden zwischen drei Stufen unterschieden:

- Hoher Sicherheitsgrad: Geprüfte Daten aus nachverfolgbaren Quellen, z.B. Rechnungen, Lieferscheine oder bereits zertifizierte Daten.
- Mittlerer Sicherheitsgrad: Gemessene Werte, z.B. Ertrag pflanzlicher Kulturen, Milchmenge
- Niedriger Sicherheitsgrad: Geschätzte Werte, wenn Messungen nicht vorhanden

5.2.1.2 Unsicherheit Berechnungsmodelle

Hier wird einerseits nach dem Tier System, welches auch von IPCC genutzt wird, klassifiziert und andererseits aus den Datenquellen der Emissions- und Senkenfaktoren. Die Tier-Klassifizierung stellt eine Stufe der methodischen Komplexität dar. In der Regel sind drei Stufen vorgesehen. Stufe 1 ist die einfachste Methode, Stufe 2 die mittlere und Stufe 3 die anspruchsvollste in Bezug auf Komplexität und Datenanforderungen. Die Stufen 2 und 3 werden manchmal als höherwertige Methoden bezeichnet und gelten im Allgemeinen als genauer. Bei Unsicherheiten aus Datenquellen wird für die Emissionsfaktoren aus der Ecoinvent-Datenbank, sowie Emissionsfaktoren aus staatlichen Institutionen von niedriger Unsicherheit ausgegangen. Bei Emissionsfaktoren aus wissenschaftlichen Publikationen wird der Angabe an Unsicherheit aus der Publikation selbst übernommen. Die Methode nach Tier-Klassifizierung, sowie der Unsicherheitsgrad der Emissions- und Senkenfaktoren ist in der zugehörigen Modellbeschreibung bei dem jeweiligen Prozess angeführt. Die Modellbeschreibung ist ein separates Dokument und wird auf Anfrage an die CSI herausgegeben.

5.3 Berechnungsmodelle und Emissionsfaktoren

Die Erstellung der Treibhausgasbilanz beruht auf Berechnungsmodellen, die mit klimarelevanten Daten der Betriebe gefüllt werden. Als Grundlage dafür dienen Gleichungen aus dem Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN 2023), dem Agrammonmodell (Kupper T. 2022), dem Deutschen Treibhausgasinventar (Umweltbundesamt 2023) und teils eigenen Berechnungen, wobei bei letzterem eine Prozesseinheit mit einem Emissionsfaktor multipliziert wird. Die Grundlage für die Emissionsfaktoren, stellen Werte aus der Ecoinvent-Datenbank (Wernet et al., 2016), wissenschaftlichen Publikationen, oder Publikationen von staatlichen Institutionen dar. Die CSI hält die Emissionsfaktoren auf dem neuesten Stand. Unterstützung erhält sie vom Ithaka Institut. Eine

detaillierte Dokumentation der Berechnungsmodelle gibt es in Kapitel «6 Prozesse» und in der Modellbeschreibung.

5.4 Umrechnung in CO₂ Äquivalente

Der Effekt aller Treibhausgase auf das Klima (Klimawirkung) wird durch die Masseinheit „t CO₂e“ (e=Äquivalent) angegeben (Tabelle 3). Betrachtet werden hierbei die Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Im WCFS werden die zwei Umrechnungsmetriken, GWP100 (Global warming potential 100) und GTP100 (Global temperature change potential 100) verwendet.

Das GWP100 gibt die kumulierte Erwärmungswirkung über einen Zeitraum von 100 Jahren an, die durch einen Emissionsimpuls eines Treibhausgases entsteht. Das GWP wird jeweils im Verhältnis zur gleichen Emissionsmenge von CO₂ ausgedrückt. Das bedeutet, dass der GWP-Faktor von CO₂ immer 1 beträgt und der von Methan 27. Somit erwärmt Methan das Klima 27-mal stärker als CO₂. Das GWP100 ist in der Wissenschaft und der Klimapolitik seit Langem etabliert.

Das GTP100 gibt die Wirkung eines Emissionsimpulses eines Treibhausgases auf die durchschnittliche globale Temperaturänderung nach 100 Jahren an. Das GTP100 wird jeweils im Verhältnis zur gleichen Emissionsmenge von CO₂ ausgedrückt. Somit beträgt der GTP100-Faktor von CO₂ immer 1 (als Referenzwert) und von Methan etwa 5. Methan ist in diesem Fall 5-mal klimawirksamer als CO₂. Das GTP100 geht über das GWP100 hinaus und berücksichtigt neben der Strahlungswirkung auch die Temperaturveränderung. Durch die Betrachtung des Zeitpunktes nach 100 Jahren werden kurzlebige Treibhausgase wie Methan niedriger bewertet.

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren CO₂e

Treibhausgase	THG-Potenzial (CO ₂ e)	GWP100	THG-Potenzial (CO ₂ e)	GTP100
Kohlendioxid (CO ₂)	1		1	
Methan (CH ₄)	27		5	
Lachgas (N ₂ O)	273		233	

5.5 Ergebnisaufbereitung und Produktallokation

Im WCFS wird eine gesamtbetriebliche Klimabilanz und eine Produkt-Klimabilanz berechnet. In der gesamtbetrieblichen Klimabilanz sind die Emissionen nach Prozessen gegliedert. In der Produkt-Klimabilanz wird ausgewiesen, wie hoch der Anteil der verschiedenen Prozesse am Produkt ist. Dabei werden die Emissionen zu den jeweiligen tierischen und pflanzlichen Produkten alloziert. Die Ergebnisse sind nach Struktur in Tabelle 3 aufbereitet.

Tabelle 3: Abstufung der Emissionen auf Produkt über verschiedene Bezugseinheiten.

Tierhaltung	Pflanzenbau
Alle Tiere (Alle Milchkühe)	Gesamt ha (Gesamtfläche Weizen)
1 Tier (1 Milchkuh)	1 ha (1 ha Weizen)
1 kg Produkt (1kg FPCM, 1 kg Fleisch-Lebendgewicht)	1 kg Produkt (1 kg Weizen)

6. Prozesse

Untergliedert sind die Prozesse in Scope 1, Scope 2 und Scope 3. Zusätzlich werden kurz- und langfristige C-Senken angeführt. Die detaillierte Beschreibung der verwendeten Berechnungsmodelle und deren Quellen ist im Dokument «World-Climate Farm – Modellbeschreibung» zu finden.

6.1 Scope 1 - Direkte Emissionen

In diesem Kapitel werden alle Treibhausgasemissionen bilanziert, welche direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb entstehen.

6.1.1 Energie

6.1.1.1 Treibstoff, Heizöl, Erdgas

Für die Berechnung der Emissionen aus Energie in Scope 1 werden Treibstoffe (fossil und biologisch), Heizöl und Erdgas berücksichtigt, die am Betrieb verbraucht werden. Der Privatanteil ist davon ausgenommen. Um diese Werte mit einem hohen Grad an Sicherheit zu versehen, sollen sie mit Dokumenten (Rechnungen, Lieferscheinen, Fahrtenbuch, etc.), die einen Rückschluss auf den tatsächlichen Verbrauch ermöglichen, gestützt werden. Ist auf einem Betrieb die Unterscheidung zwischen privaten und betrieblichen Treibstoffverbrauch mit Hilfe der Dokumentationen nicht möglich, ist eine realistische Abschätzung des Betriebsleiters notwendig.

6.1.2 Tierhaltung

In der Tierhaltung werden die Emissionsprozesse in enterische Fermentation und Hofdüngermanagement untergliedert. Den Emissionsprozessen aus der Tierhaltung steht die Energieaufnahme in Bruttoenergie (GE) über das Futter voran. Für Milch- und Mutterkühe werden diese extra berechnet und berücksichtigen folgende Parameter:

- Milchleistung
- Milchfett
- Milcheiweiss
- Erstkalbealter

- Geburten im Jahr
- Schlachalter
- Schlachtgewicht
- Sömmerungstage pro Jahr
- Weidetage pro Jahr
- Weidestunden pro Jahr
- Sommerfütterration
- Winterfütterration

Für Schweine und Geflügel wurden die GE-Aufnahmen aus wissenschaftlicher Literatur abgeleitet, bei den anderen Tiergruppen werden Standardwerte aus dem Schweizer Treibhausgasinventar (FOEN 2023) verwendet.

6.1.2.1 Enterische Fermentation (CH₄)

Im Bereich der Tierhaltung entstehen bei der enterischen Fermentation (Verdauung) von Wiederkäuern und anderen Nutztieren wesentliche Mengen an Methan. Aus diesem Grund soll die durchschnittliche Anzahl aller Tiere, welche sich über ein Jahr am Betrieb befinden, erfasst werden. CO₂-Emissionen aus der Atmung der Tiere gelten als klimaneutral. Die Fütterung hat wesentlichen Einfluss auf die Emissionen, weshalb sie bei Rindern und Schweinen angepasst werden kann.

6.1.2.2 Hofdüngermanagement (CH₄ und N₂O)

Während der Lagerung des Hofdüngers entstehen Emissionen in Form von CH₄ und N₂O. Diese sind spezifisch für die verschiedenen Nutztierarten und für das jeweilige Lagerungssystem. Im WCFT werden Zwischen Gülle, Festmist, Tretmist, Kompost, Biogasgülle, Biogasmist und dem Anteil an Kot und Harn, welche auf der Weide anfallen, unterschieden. Darüber hinaus fließen weitere Parameter in die Berechnung mit ein, welche die Emissionen beeinflussen. Dazu gehören: Mistabdeckung, Güllelager, Häufigkeit des Aufrührens der Gülle, Stallung, Laufhof/Auslauf, sowie für Schweine und Geflügel die Abluftreinigung. Ebenso wird beim Geflügel das Entmistungssystem berücksichtigt.

6.1.3 Bodenemissionen

Bodenemissionen werden durch die Ausbringung von stickstoffhaltigen Düngemitteln, Ernterückständen und Kalk induziert.

6.1.3.1 Ernterückstände (N₂O)

Ernterückstände enthalten Stickstoff und verbleiben am Feld, auch wenn die Ernterückstände abtransportiert werden, verbleibt ein gewisser Teil am Feld und gelangt in den Boden. Ein Teil des Stickstoffs wird als N₂O Emissionen frei.

6.1.3.2 Düngung Mineraldünger (N₂O)

Synthetische N-Düngemittel sind in der konventionellen Landwirtschaft weit verbreitet. Bei der Ausbringung des Düngers auf das Feld wird ein Teil des N als Lachgasemissionen frei. Die Menge an Emissionen hängt von der Menge und dem N-Gehalt des Düngemittels ab. Nitrifikationshemmende Düngemittel sind derzeit noch nicht weit verbreitet und deshalb nicht berücksichtigt.

6.1.3.3 Düngung Biodünger (N₂O)

Biologische N-Düngemittel sind in der viehlosen, biologischen Landwirtschaft weit verbreitet. Bei der Ausbringung des Düngers auf das Feld wird ein Teil des N als Lachgasemissionen frei. Die Menge an Emissionen hängt von der Menge und dem N-Gehalt des Düngemittels ab.

6.1.3.4 Düngung Harnstoff (N₂O)

Harnstoff als N- Düngemittel ist in der konventionellen Landwirtschaft weit verbreitet. Bei der Ausbringung des Düngers auf das Feld wird ein Teil des N als Lachgasemissionen frei. Die Menge an Emissionen hängt von der Menge und dem N-Gehalt des Düngemittels ab, wobei es sich anders verhält als bei synthetischen N-Düngemitteln, weshalb Harnstoff separat angeführt und nach einem eigenen Schema berechnet wird.

6.1.3.5 Harnstoffdüngung und Kalkung (CO₂)

Aufgrund der chemischen Strukturen von Harnstoff und Kohlensaurem Kalk entstehen bei der Düngung und dem folgenden Abbau auch CO₂ Emissionen.

6.1.3.6 Düngung Hofdünger (N₂O)

Ebenso wie Ernterückstände und stickstoffhaltige Düngemittel enthalten auch Hofdünger und Gärreste Stickstoff. Bei der Ausbringung des Düngers auf das Feld wird ein Teil des N als Lachgasemissionen frei. Im WCFT werden die N-Mengen der Tiere, sowie die N-Mengen in den zugekauften Hofdüngern und Gärresten als Ganzes betrachtet und fließen in die Berechnung mit ein. Sollte der Betrieb Hofdünger verkaufen, so wird die N-Menge anteilmässig abgezogen. Einfluss auf die Emissionen der Hofdüngerausbringung nehmen die Ausbringungstechnik, der Ausbringungszeitpunkt, sowie die Einarbeitung der Dünger.

6.2 Scope 2 – Indirekte Emissionen

Alle in Scope 2 angeführten Prozesse fassen jene THG-Emissionen zusammen, die durch die Bereitstellung von Energie für den Landwirtschaftsbetrieb anfallen.

6.2.1.1 Stromverbrauch

Die Stromproduktion durch betriebseigene Solar- und Windanlagen, Pyrolyseanlagen und Biogasanlagen wird als klimaneutral erfasst. Es werden darüber hinaus jedoch keine eingesparten Emissionen (z.B. durch das Ersetzen von Kohlestrom) in der Klimabilanz angerechnet. In der Bilanz des landwirtschaftlichen Betriebes wird nur der CO₂-Fussabdruck des zugekauften Stroms erfasst. Zum Stromverbrauch zählen die Treibhausgasemissionen, die durch den Verbrauch von zugekauftem Strom entstehen. Diese hängen vom jeweiligen Mix ab und können sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. Sollten die Informationen zum CO₂-Fussabdruck des zugekauften Stroms vom Anbieter nicht ausgewiesen werden (z.B. Rechnung, Geschäftspapiere, etc.), wird ein Durchschnittswert des jeweiligen Landes angenommen.

Ist auf einem Betrieb die Unterscheidung zwischen privatem und betrieblichem Stromverbrauch mit Hilfe der Dokumentationen nicht möglich, ist eine realistische Abschätzung des Betriebsleiters notwendig. In diesem Fall muss der private Verbrauch vom Gesamtverbrauch abgezogen und eine Begründung der Annahme angeführt werden. Ist eine Prüfung mittels vorhandener Dokumentationen nicht möglich, wird von einem niedrigen Grad an Sicherheit ausgegangen.

6.2.1.2 Wärmeverbrauch

Bei der Wärmeproduktion aus Biomasse und Solarenergie werden keine für die Bilanz relevanten Emissionen verursacht und deshalb nicht berücksichtigt. Die Wärmeproduktion durch betriebseigene Solar- und Windanlagen, Pyrolyseanlagen und Biogasanlagen fließt nicht direkt in die Klimabilanz ein. Die Erzeugung durch oben genannte Technologien wird als klimaneutral gesehen. Wärmeproduktion durch erneuerbare Energie wird vom Gesamtwärmeverbrauch abgezogen, somit verringert sich die Menge an Wärme, welche zugekauft oder durch Verbrennung fossiler Brennstoffe erzeugt wird. In der Bilanz des landwirtschaftlichen Betriebes wird nur der CO₂-Fussabdruck der zugekauften und durch fossile Brennstoffe erzeugten Wärme erfasst. Zum Wärmeverbrauch zählen die Treibhausgasemissionen, die durch den Verbrauch von zugekaufter Wärme entstehen. Diese hängen vom jeweiligen Mix ab und können sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. Sollten die Informationen zum CO₂-Fussabdruck der zugekauften Wärme vom Anbieter nicht ausgewiesen werden (z.B. Rechnung, Geschäftspapiere, etc.), wird ein Durchschnittswert des jeweiligen Landes angenommen.

Ist auf einem Betrieb die Unterscheidung zwischen privatem und betrieblichem Wärmeverbrauch mit Hilfe der Dokumentationen nicht möglich, ist eine realistische Abschätzung des Betriebsleiters notwendig. In diesem Fall muss der private Verbrauch vom Gesamtverbrauch abgezogen und eine Begründung der Annahme angeführt werden. Ist eine Prüfung mittels vorhandener Dokumentationen nicht möglich, wird von einem niedrigen Grad an Sicherheit ausgegangen.

6.3 Scope 3 – Weitere Indirekte Emissionen

Umfasst alle weiteren indirekten Treibhausgasemissionen, die durch betriebliche Tätigkeiten entstehen. Sollten die entstehenden Emissionen/CO₂-Fussabdrücke des Vorlieferanten bekannt sein (z.B. emissionsmindernde oder klimaneutrale Produktion), sollen diese Werte Anwendung finden. Dies kann im WCFT entsprechend angepasst werden.

6.3.1 Lohnarbeit

Sind manche Maschinen und Geräte nicht am Betrieb vorhanden, so werden die entsprechenden Arbeiten durch benachbarte Betriebe, oder Lohnunternehmer durchgeführt. Die Emissionen die dabei entstehen werden dem Betrieb der die Dienstleistung in Anspruch nimmt angerechnet. Im WCFT sind hierfür alle gängigen Lohnarbeiten im landwirtschaftlichen Bereich angeführt. Sollte eine Arbeit nicht angeführt werden, so ist die Arbeit zu wählen, welche der eigentlichen am ähnlichsten ist und mit einer Notiz zu versehen

Beim Gütertransport innerhalb der Systemgrenze (z.B. zu betriebseigenen Lagerungs- und Verarbeitungsstellen) durch Transportunternehmen werden die Treibhausgasemissionen des Transportunternehmens einkalkuliert.

6.3.2 Zugekaufte Betriebsmittel Tierhaltung

Beinahe jeder tierhaltende Betrieb kauft verschiedene Betriebsmittel zu. Die entsprechenden Emissionen werden dem Betrieb angerechnet, welcher die Betriebsmittel verbraucht. Werden Betriebsmittel auf Vorrat gekauft, dann ist nur jene Menge anzugeben, welche im Berechnungsjahr verbraucht werden. Zu den Betriebsmitteln in der Tierhaltung gehören Futtermittel, Stroh und Silofolie.

6.3.3 Zugekaufte Betriebsmittel Pflanzenbau

Die berücksichtigten Betriebsmittel für den Pflanzenbau sind Saatgut, Pflanzgut und Setzlinge, sowie Kunststoffe im Feldeinsatz und Torf. Werden Betriebsmittel auf Vorrat gekauft, dann ist nur jene Menge anzugeben, welche im Berechnungsjahr verbraucht werden.

6.4 C-Senken

Im WCFS wird zwischen kurz- und langfristigen C-Senken unterschieden (siehe auch Anhang 1). Als kurzfristige C-Senke gelten wachsende Biomasse (Wälder, Bäume, Hecken) und den Aufbau von organischem Material im Boden (Humus). Als langfristige C-Senke wird die Applikation von Pflanzenkohle gesehen.

6.4.1 Wachsende Biomasse

Der Betrieb muss Informationen zu seiner wachsenden mehrjährigen Biomasse geben. Diesbezüglich ist die Anzahl der Hoch- und Niederstammbäume, die Waldfläche und die Hektar (ha) an Hecken anzugeben. Zusätzlich ist auch die Nutzung der wachsenden Biomasse an die VVS zu übermitteln.

6.4.2 Humusbilanz

Der landwirtschaftliche Betrieb hat durch den Aufbau von Bodenkohlenstoff, welcher oft in Form von Humus gebunden wird, eine weitere Möglichkeit, um kurzfristige C-Senken aufzubauen. Hierfür gibt es im WCFT die Möglichkeit verschiedene Massnahmen auszuwählen, die wissenschaftlich belegt zu einer Änderung des Bodenkohlenstoffgehalts führen. Zu folgenden Punkten muss Auskunft gegeben werden:

- Ackerflächen, die im letzten Jahr in Dauergrünlandfläche umgewandelt wurden
- Einsatz von Gründüngung auf den Betriebsflächen
- Ackerflächen mit Zwischenfrüchten
- Ackerflächen mit Untersaaten in Mais und/oder Getreide
- Flächen in denen Getreidestroh und/oder Rapsstroh eingearbeitet wurden

Sollte sich der Betrieb in einem bestehenden Humusaufbauprojekt befinden, hat er die Möglichkeit über diese Messungen Auskunft zu geben.

6.4.3 Pflanzenkohle als C-Senke

Hier wird eine Angabe der Pflanzenkohlemenge, die am Betrieb eingesetzt wurde, eingefordert. Dabei wird nicht berücksichtigt, ob diese als Zusatz in der Silage, Futterzusatz, Güllezusatz, im Kompost oder gemischt mit Düngern eingebracht wurde. Wichtig ist die Angabe der an Trockenmasse ausgebrachten Pflanzenkohle. Des Weiteren ist eine Angabe der am Betrieb hergestellten Pflanzenkohle (in Trockenmasse) und des zertifizierten C-Senken Potentials durch den Global Biochar C-Sink Standard der CSI in % relevant. Die C-Senke kann von der VVS zertifiziert und angerechnet werden. Wichtig ist hierbei das die C-Senke nicht bereits anderweitig verkauft wurde und es somit zu einer Doppelzählung kommen würde.

7. Reduktion der THG-Emissionen

Den landwirtschaftlichen Betrieben stehen einige Techniken zur Verfügung mit deren Anwendung die Emissionen im Produktionsprozess gesenkt, oder vermieden werden können. Alternativ gibt es die Möglichkeit Kohlenstoff am Betrieb zu speichern. Im WCFT wird dem mit einem

Massnahmenkatalog, der jedem bilanzierten Betrieb nach abgeschlossener Zertifizierung zur Verfügung gestellt wird, Abhilfe geleistet.

Die Massnahmen können im WCFT ausgewählt und bei der VVS eingereicht werden. Die Auswahl der Massnahmen greift direkt in die Auslobung des Zertifikates ein. Einige Massnahmen sind direkt vom WCFT vorausgewählt, das bedeutet, dass der Betrieb diese Massnahme bereits angewendet hat. Mit der Auswahl von bestimmten anderen Massnahmen verpflichtet sich der Betrieb diese noch im selben Jahr anzuwenden. Die VVS behält sich vor dies zu kontrollieren und bei Verstössen (nicht Anwendung von gewählten Massnahmen) Sanktionen zu verhängen. Bei der Auswahl der Massnahmen wird der Betrieb vom Projektpartner unterstützt.

7.1 Reduktionsmassnahmen

Der THG-Ausstoss kann durch verschiedene emissionsmindernde Massnahmen reduziert werden. Neben dem reduzierten Einsatz von Betriebsmitteln trägt die Reduktion bzw. das Ersetzen von fossilen Materialien und Energieträgern mit erneuerbaren Alternativen zur Verbesserung der Klimabilanz bei. Darüber hinaus gibt es Arbeitspraktiken und Techniken, die Emissionen gezielt reduzieren können.

7.2 C-Senken

Auf landwirtschaftlichen Betrieben bieten sich verschiedene Möglichkeiten zur Schaffung von C-Senken. Diese umfassen das Bewirtschaften von Wäldern, Bäumen und Hecken, sowie den Aufbau von Kohlenstoffreservoir im Boden mit Humus oder Pflanzenkohle.

Es wird zwischen kurz- und langlebigen C-Senken unterschieden. In kurzlebigen C-Senken (Humus, Wälder, Bäume und Hecken) kann das gebundene CO₂ im Zeitraum von einigen Jahren schnell wieder freigesetzt werden. Als langlebige C-Senke kommt EBC zertifizierte Pflanzenkohle zum Einsatz, welche entweder im Betrieb produziert, oder extern zugekauft werden kann.

7.3 Auswahl der Reduktionsmassnahmen

Bei der Auswahl der Reduktionsmassnahmen muss der Betrieb die Priorität so wählen, dass in erster Instanz mit emissionsmindernden Massnahmen und C-Senken am Betrieb gearbeitet wird. Erst wenn die Prozesse hierfür nicht technisch oder wirtschaftlich durchführbar sind, kann der Erwerb von externen Bescheinigungen als Reduktionsmassnahme in Betracht gezogen werden.

7.4 Zukauf von Emissionsbescheinigungen

Es soll möglich werden, den Betrieb durch die externe Kompensation von Emissionen klimaneutral zu gestalten. Dies erfolgt durch den Zukauf von zertifizierten Emissionsreduktionen oder

Kohlenstoffzertifikaten. Für die Kompensation sind nur Zukäufe von Bescheinigungen aus dem Global C-Sink Registry zulässig.

8. Exklusivität

Der World-Climate Farm Standard ist ein offenes System, in welchem der Betrieb an verschiedenen Kompensationsprojekten teilnehmen kann. Sowohl im Bereich der realisierten Kohlenstoffsinken, als auch im Bereich der Reduktion der Treibhausgas-Emissionen werden heute und in Zukunft verschiedene finanzielle Anreize und Entschädigungsmöglichkeiten realisierbar sein.

Der Landwirtschaftsbetrieb oder die Betriebsgemeinschaft hat im Rahmen der jährlichen Deklaration der Betriebsangaben anzugeben, an welchen Kompensationsprojekten sie allenfalls teilnehmen und welche Massnahmen mit welchen Werten jährlich finanziell entschädigt werden.

Um eine Doppelzählung zu vermeiden, werden diese Werte in der World-Climate Farm Klimabilanz zwar noch ausgewiesen, sind aber nicht mehr als Emissionsreduktion oder C-Senken zertifizierbar. Die VVS prüft die Teilnahme an solchen Kompensationsprojekten und stellt sicher, dass nur jene Leistungen zertifiziert werden, welche nicht schon anderweitig gebucht und abgegolten wurden.

9. World-Climate Farm Tool

Zur optimalen und einfachen Anwendung des WCFS bietet die Carbon Standards International (CSI) das World-Climate Farm Tool (WCFT) an. Die Datenerfassung und Berechnung der Klimabilanzen laufen wie folgt ab:

1. Der Projektpartner bereitet den Betrieb im WCFT für die Datenerfassung vor, in der Regel werden bereits von externen Stellen geprüfte Daten verwendet (Kantonale Amtsstellen, Kontrollstellen, extern validierte Berechnungen auf geprüfter Datengrundlage).
2. Der Projektpartner erfasst die Daten gemeinsam mit dem Betrieb. Dies kann online, oder vor Ort erfolgen. Unter Absprache und Konsens mit der VVS kann auch eine eigenständige Datenerfassung durch den Betrieb erfolgen (Abbildung 6). In diesem Fall erhält der Betrieb eine Einladung und ergänzt die fehlenden Daten im WCFT eigenständig online. Hierbei wird vom Projektpartner eine Frist hinterlegt, bis zu welchem Tag die der Datensatz vervollständigt sein muss (Abbildung 7).

Betriebsdaten
Daten löschen
Daten anfordern
Importiere Excel...
Import XML Daten

Landwirtschaftliche Betriebsdaten

- Energie
- Lohnarbeit
- Tierhaltung
- Pflanzenbau
- C-Senken
- Forstwirtschaftliche Betriebsdaten

Landwirtschaftliche Betriebsdaten
0 / 4 ausgefüllt

Landwirtschaftliche Betriebsdaten

Zone ?

Auswahl v ✓

Nicht relevant

Bewirtschaftungsart ?

Auswahl v ✓

Nicht relevant

Anteil Energie tierische Produkte ?

Wert hier eingeben % ✓

Abbildung 5: Auszug aus dem WCFT

- Anschliessend werden die Daten noch einmal geprüft, verifiziert und die Klimabilanz berechnet. Nach erfolgreichem Abschluss wird ein Zertifikat erstellt. Sollte der Betrieb die Daten selbstständig eingegeben haben, schliesst die Datenerhebung mit dem Button «Daten übermitteln» ab und retourniert somit den Auftrag an den Projektpartner und die VVS, wo die Verifizierung durchgeführt wird.

! [Name] hat Sie aufgefordert, die fehlenden Daten auszufüllen. Bitte tragen Sie die erforderlichen Daten vor Ablauf der Frist ein.

Frist	Ausstehende Tage
31/10/2022	25

Abbildung 6: Darstellung Frist

- Der Betrieb erhält via E-Mail seinen Zugang zum WCFT. Dort kann er seine Ergebnisse einsehen und sich das Zertifikat herunterladen. Resultate werden tabellarisch und graphisch dargestellt und lassen neben dem Aufzeigen von Verbesserungspotentialen auch anonymisierte Vergleiche zwischen Betrieben zu. Des Weiteren wählt der Betrieb verschiedene Massnahmen aus und reicht diese WCFT über den Button «Massnahmen einreichen» an die VVS. Ein Report der ausgewählten Massnahmen stehen ebenfalls zum Download bereit.
- Ein neues Zertifikat wird bei der Überschreitung einer gewissen Anzahl an Klimapunkten, unmittelbar nach dem Einreichen der Massnahmen, erstellt (Abbildung 8).

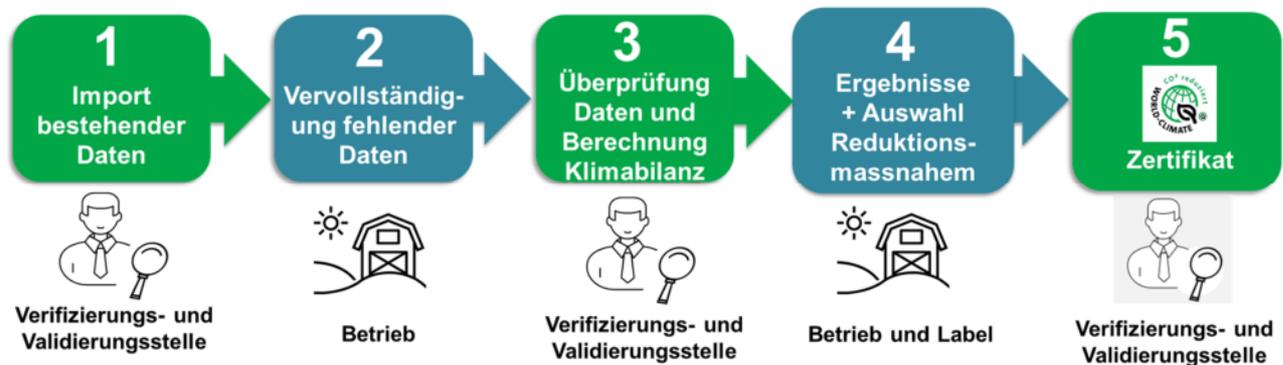


Abbildung 7: Ablauf Klimabilanzierung

10. Treibhausgasbericht

Der THG-Bericht besteht aus der Klimabilanz und den Leistungsindikatoren

10.1 Klimabilanz

Das Ergebnis der THG-Erklärung wird in der Klimabilanz dargestellt. Die Klimabilanz ist das Resultat des gesamten Prozesses. Sie besteht aus den Emissionen einerseits und Kohlenstoffsenken andererseits. Die Differenz daraus bildet die Bilanz. Je nachdem, ob positiv, oder negativ und der angewandten Massnahmen wird das Zertifikat unterschiedlich ausgelobt.

Die Klimabilanz wird in mehreren Tabellen und Grafiken dargestellt und ermöglicht so einen hohen Detaillierungs- und Informationsgrad. Dies geschieht sowohl für die gesamtbetriebliche Klimabilanz, als auch für die Produkt-Klimabilanz. In der Gesamtbilanz werden die Emissionen für den gesamten Betrieb nach verschiedenen THG, Scopes, Prozessen etc. dargestellt. In der Produkt-Klimabilanz werden die Emissionen aus der Gesamtbilanz über einen Schlüssel den Tier- und Pflanzengruppen anteilmässig zugeteilt. Ebenso werden die Kohlenstoffsenken anteilmässig zugeteilt.

10.2 Leistungsindikatoren

Um die Klimabilanz verschiedener teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe miteinander vergleichen zu können, werden ausgehend von den Resultaten der Bilanzierung Leistungsindikatoren berechnet. Diese umfassen:

- Nettoemissionen aus der berechneten Klimabilanz (in t CO₂e/Jahr)
- Nettoemissionen pro landwirtschaftliche Fläche (in t CO₂e/ha/Jahr)
- Nettoemissionen pro produzierte Lebensmittel (in kg CO₂e/kg/Jahr)

Die Leistungsindikatoren werden im WCFT in anonymisierter Form veröffentlicht. Hierbei wird auch der Medianwert sämtlicher Betriebe angegeben. Für jeden Leistungsindikator werden die berechneten Werte der Landwirtschaftsbetriebe als Tabelle und Histogramm dargestellt.

11. Zertifikate und Report

Die Verifizierung des WCFS, sowie die Validierung der Eingabewerte der Betriebe, werden von einer von der CSI anerkannten VVS durchgeführt. Die von der VVS ausgestellten Zertifikate und Bilanzen können direkt im WCFT eingesehen und bei Bedarf als Report exportiert werden.

12. Zertifikats-Auslobung

Wurde der Betrieb erfolgreich verifiziert, so kann er je nach Status das entsprechende Zertifikat zu Auslobung seines Betriebes, oder der hergestellten Produkte verwenden. Dies kann der Betrieb unabhängig vom dazugehörigen Label machen.

Tabelle 4: Labels

Label	Beschreibung
	Den Status «CO ₂ gemessen» erreicht der Betrieb, nachdem eine Klimabilanz berechnet und verifiziert wurde.
	Den Status «CO ₂ reduziert» kann der Betrieb erreichen, nachdem eine definierte Schwelle an Klimapunkten durch Anwendung von Massnahmen erreicht wurde. (Durch die Anwendung der Massnahmen verpflichtet sich der Betrieb diese anzuwenden. Dies kann von der VVS kontrolliert und bei Verstoss sanktioniert werden.
	Den Status «klimaneutral» erreicht ein Betrieb, wenn seine Klimabilanz ≤ 0 t CO ₂ e ist.

12.1 Auslobung Label

Die Verwendung der Label und Marken muss dem Designmanual der CSI entsprechen, welches auf der Website publiziert ist.

Für Verarbeitungs- und Handelsbetriebe sowie im Detailhandel kann das WCF-Label dann verwendet werden, wenn die Landwirtschaftsbetriebe oder die Betriebsgemeinschaften gemäss dem WCFS zertifiziert sind. In der Regel müssen $\geq 75\%$ der Betriebe des Labels nach dem WCFS bilanzieren und zertifiziert werden. Unter Vereinbarung mit CSI und der VVS kann die Anzahl an Betrieben auch individuell vereinbart werden. Als Grundlage für die Auslobung des Zertifikates gelten die zertifizierten Betriebe des betreffenden Jahres, respektive die Summe aller zertifizierten Betriebe über den Zeitraum der Projektlaufzeit. Ebenso wie bei den Einzelbetrieben erhält auch das Label zunächst das Zertifikat «CO₂ gemessen». Wenn die Betriebe Massnahmen einreichen und

die Mittleren Klimapunkte je Betrieb den Schwellenwert überschreiten, dann wird das Zertifikat «CO₂ reduziert» ausgelobt. Wenn keine Massnahmen durch die Betriebe eingereicht werden, dann kann auch kein Zertifikat «CO₂ reduziert» ausgestellt werden. Bei Projektlaufzeiten über mehrere Jahre, sollten pro Jahr etwa gleich viele Betriebe berechnet werden, bis im letzten Jahr alle berechnet wurden.

Beispiel: Projektlaufzeit: 4 Jahre, 100 Betriebe, jedes Jahr werden 25 Betriebe zertifiziert

1. Jahr: 25 Betriebe zertifiziert, Summe: 25 Betriebe → Label Zertifikat beruht auf diesen 25 Betrieben.
2. Jahr: 25 Betriebe zertifiziert, Summe: 50 Betriebe → Label Zertifikat beruht auf diesen 50 Betrieben.
3. Jahr: 25 Betriebe zertifiziert, Summe: 75 Betriebe → Label Zertifikat beruht auf diesen 75 Betrieben.
4. Jahr: 25 Betriebe zertifiziert, Summe: 100 Betriebe → Label Zertifikat beruht auf diesen 100 Betrieben.

13. Referenzen

- AGRIDEA. (2020). *Wegleitung Suisse-Bilanz*. 1–27.
- Aguirre-Villegas, H. A., & Larson, R. A. (2017). Evaluating greenhouse gas emissions from dairy manure management practices using survey data and lifecycle tools. *Journal of cleaner production*, *143*, 169-179.
- Alig, M. T., Tschümperlin, L., & Frischknecht, R. (2017). Treibhausgasemissionen der Strom- und Fernwärmemixe Schweiz gemäss GHG Protocol. *Im Auftrag von Sustainerv GmbH, UBS Fund Management, Die Schweizerische Post und pom+ Consulting. treeze Ltd., Uster.*
- Bachmann, P. (n.d.). Wachstum des einzelnen Baumes. *WSL*, 1-27.
- Benavides, P. T., Lee, U., & Zarè-Mehrjerdi, O. (2020). Life cycle greenhouse gas emissions and energy use of polylactic acid, bio-derived polyethylene, and fossil-derived polyethylene. *Journal of Cleaner Production*, *277*, 124010.
- Brentrup, F., Hoxha, A., & Christensen, B. (2016, October). Carbon footprint analysis of mineral fertilizer production in Europe and other world regions. In *Conference Paper, The 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Food 2016)*.
- Bundesamt für Umwelt. (2022). *CO₂-Emissionsfaktoren des schweizerischen Treibhausgasinventars*, 2–6.
- Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Beral, C., Barthès, B. G., Dupraz, C., & Chenu, C. (2017). Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *236*, 243-255.
- Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L., & Bernoux, M. (2018). Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environmental Research Letters*, *13*(12), 124020.
- Clauss, M., Dittmann, M., Vendl, C., Hagen, K., Frei, S., Ortman, S., . . . Kreuzer, M. (2020). Review: Comparative methane production in mammalian herbivores. *Animal*, *14*(S1), S113-S123.
- Conant, R. T., Paustian, K., & Elliott, E. T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological applications*, *11*(2), 343-355.
- Cooper, J., Baranski, M., Stewart, G., Nobel-de Lange, M., Bärber, P., Fließbach, A., ... & Mäder, P. (2016). Shallow non-inversion tillage in organic farming maintains crop yields and increases soil C stocks: a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, *36*(1), 1-20.
- De Stefano, A., & Jacobson, M. G. (2018). Soil carbon sequestration in agroforestry systems: a meta-analysis. *Agroforestry Systems*, *92*(2), 285-299.
- Deutsches Institut für Normung (2019). DIN EN ISO 14064-1, Treibhausgase – Teil 1: Spezifikation it Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene (ISO 14064-1:2018), Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

- Dieth, M. (2021). Landwirtschaft Aktiv 2021. *Landwirtschaft Aargau*. Drexler, S., Gensior, A., & Don, A. (2021). Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone. *Regional Environmental Change*, 21(3), 1-14.
- Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Nगरा, T., & Tanabe, K. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*.
- Eriksson, O., & Finnveden, G. (2009). Plastic waste as a fuel-CO₂-neutral or not?. *Energy & Environmental Science*, 2(9), 907-914.
- FOEN. (2023). Switzerland's National Inventory 1990-2021: National Inventory Document - Submission of April 2023. www.bafu.admin.ch/climate
- Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., & Niggli, U. (2012). Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44), 18226-18231.
- Hillier, J., Hawes, C., Squire, G., Hilton, A., Wale, S., & Smith, P. (2009). The carbon footprints of food crop production. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(2), 107-118.
- Hörtenhuber, D. I. S. Treibhausgasemissionen von Rind und Schweinefleisch entlang der Produktionskette Landwirtschaft bis Großküche unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktionsform.
- International Organization for Standardization. (2018). *Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene* (ISO 14064-1:2018).
- International Organization for Standardization. (2019). *Treibhausgase - Teil 2: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung, Überwachung und Berichterstattung von Reduktionen der Treibhausgasemissionen oder Steigerungen des Entzugs von Treibhausgasen auf Projektebene* (ISO 14064-2:2019).
- International Organization for Standardization. (2019). *Treibhausgase - Teil 3: Spezifikation mit Anleitung zur Validierung und Verifizierung von Erklärungen über Treibhausgase* (ISO 14064-3:2019).
- IPCC. (2019). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions From Livestock and Manure Management. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 4–209.
- ISO (2019a). ISO 14064-2: Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements, CP 401 • Ch. de Blandonnet 8, CH-1214 Vernier, Geneva
- ISO (2019b). ISO 14064-3: Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements, CP 401 • Ch. de Blandonnet 8, CH-1214 Vernier, Geneva
- Klevenhusen, F., Kreuzer, M., & Soliva, C. R. (2011). Enteric and manure-derived methane and nitrogen emissions as well as metabolic energy losses in cows fed balanced diets based on maize, barley or grass hay. *Animal*, 5(3), 450-461.

- Krebs, L., Frischknecht, R. (2021). Umweltbilanz Strommixe Schweiz 2018. *Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. treeze Ltd., Uster.*
- Kupper, T., Häni, C., Neftel, A., Kincaid, C., Bühler, M., Amon, B., & VanderZaag, A. (2020). Ammonia and greenhouse gas emissions from slurry storage-A review. *Agriculture, ecosystems & environment*, 300, 106963.
- Mehr, J., Hellweg, S., (2018). Studie zum ökologischen Vergleich der Produktion von Phosphorsäure aus Klärschlammasche mittels Phos4life-Verfahren mit der Primärproduktion von P Säure aus Rohphosphat. *ETH Zürich.*
- Menegat, S., Ledo, A., & Tirado, R. (2022). Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture. *Scientific Reports*, 12(1), 1-13.
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., & Gaillard, G. (2005). *Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker-und Futterbau* (p. 155). Zürich, Schriftenreihe der FAL: Agroscope FAL Reckenholz.
- Poepflau, C., & Don, A. (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops—A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41.
- Poepflau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B. A. S., Schumacher, J., & Gensior, A. (2011). Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone—carbon response functions as a model approach. *Global change biology*, 17(7), 2415-2427.
- Poepflau, C., Vos, C., & Don, A. (2017). Soil organic carbon stocks are systematically overestimated by misuse of the parameters bulk density and rock fragment content. *Soil*, 3(1), 61-66.
- SBTi. (2020). SBTi Criteria and Recommendations – TWG-INF/Version 4.1. *Science Based Targets Initiative*
- Schmidt, H., Hagemann, N., Abächerli, F., Leifeld J., Bucheli, T. (2021). Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. *Agroscope Science*, 112, 71.
- Schmidt, H., Kammann, C. (2018). Klimapositive Landwirtschaft. *Ithaka Journal*.
- Schmitz, A., Kamiński, J., Scalet, B. M., & Soria, A. (2011). Energy consumption and CO2 emissions of the European glass industry. *Energy policy*, 39(1), 142-155.
- Schulze, E. D., Rock, J., Kroiher, F., Egenolf, V., Wellbrock, N., Irslinger, R., ... & Spellmann, H. (2021). Klimaschutz mit Wald: Speicherung von Kohlenstoff im Ökosystem und Substitution fossiler Brennstoffe. *Biologie in unserer Zeit*, 51(1), 46-54.
- Shi, L., Feng, W., Xu, J., & Kuzyakov, Y. (2018). Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. *Land Degradation & Development*, 29(11), 3886-3897.
- Spuhler, M., Fliessbach, A., Steffens, M., Leifeld, J., & Weisskopf, P. (2020). Faktenblatt Humus und Klima. Zusammenfassung des AGRIDEA-Kurses vom 8.6. 2020.

Umweltbundesamt.at (2022). Emissionskennzahlen 2022.

Umweltbundesamt. (2023) Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2023 - National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2021, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau, ISSN 1862-4359.

Van Lingen, H. J., Edwards, J. E., Vaidya, J. D., Van Gastelen, S., Saccenti, E., Van den Bogert, B., ... & Dijkstra, J. (2017). Diurnal dynamics of gaseous and dissolved metabolites and microbiota composition in the bovine rumen. *Frontiers in microbiology*, 8, 425.

WBCDS, WRI. (2004). The greenhouse gas protocol. *A corporate accounting and reporting standard, Rev. ed. Washington, DC, Conches-Geneva.*

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, [online] 21(9), pp.1218–1230.

Wiesmeier, M., Mayer, S., Paul, C., Helming, K., Don, A., Franko, U., ... & Kögel-Knabner, I. (2020). CO₂-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen. *BonaRes Series*, 1, 1-24.

Zhang, W. F., Dou, Z. X., He, P., Ju, X. T., Powlson, D., Chadwick, D., ... & Zhang, F. S. (2013). New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(21), 8375-8380.

Zihlmann, U., Weisskopf, P., Chervet, A., Bern, L. K., Seitz, B., Masson, S., ... & AGRIDEA, A. D. (2019). Humus in Ackerböden–vermehrten statt verzehren. *Agridea, Merkblatt, Lindau-Eschikon.*

Anhang 1

Systemgrenzen

Treibhausgasemissionen

	Quelle	Gas	Erklärung
Scope 1	Energie: Treibstoffe, Heizöl, Erdgas	CO ₂	Emissionen die direkt mit der landwirtschaftlichen Aktivität verbunden sind. Der private Verbrauch wird abgeschätzt und abgezogen
	Tierhaltung: Enterische Fermentation	CH ₄	Emissionen aus Verdauung
	Hofdüngermanagement	CH ₄ , N ₂ O	Emissionen aus Lagerung von Hofdüngern
	Ernterückstände	N ₂ O	Emissionen aus Stickstoffeintrag durch Ernterückständen in den Boden.
	Düngung Mineraldünger	N ₂ O	Emissionen aus Stickstoffeintrag durch Mineraldünger in den Boden.
	Düngung Harnstoff	N ₂ O	Emissionen aus Stickstoffeintrag durch Harnstoff in den Boden.
	Harnstoffdüngung und Kalkung	CO ₂	Emissionen aus Abbau der Stoffe im Boden.
	Düngung Hofdünger	N ₂ O	Emissionen aus Stickstoffeintrag durch Wirtschaftsdünger in den Boden. Inkludiert Biogasmist und Biogasgülle, sowie zugekaufte Wirtschaftsdünger.
Scope 2	Stromverbrauch	CO ₂	Emissionen aus Zukauf von Strom. Eigenverbrauch aus Eigenproduktion wird abgezogen. Privatanteil ist davon ausgenommen.
	Wärmeverbrauch	CO ₂	Emissionen aus Zukauf von Wärme. Eigenverbrauch durch Biomasse und Solarenergie wird als CO ₂ -neutral angesehen. Privatanteil ist davon ausgenommen.
Scope 3	Lohnarbeit	CO ₂	Emissionen aus Lohnarbeit durch Inanspruchnahme des Betriebes. Inkludiert Gütertransport.
	Zugekaufte Betriebsmittel Tierhaltung	CO ₂	Emissionen der Herstellung aus Zukauf von Betriebsmitteln wie Futtermitteln, Stroh und Silofolie.

Zugekaufte Betriebsmittel Pflanzenbau	CO ₂	Emissionen der Herstellung aus Zukauf von Betriebsmitteln wie Saatgut, Pflanzgut, Setzlingen, Kunststoffen und Torf.
---------------------------------------	-----------------	--

Kohlenstoff-Senken

	Quelle	Gas	Inkludiert?	Erklärung
Baseline	Langfristige C-Senken	CO ₂ e	Ja	Der Einsatz von EBC zertifizierter Pflanzenkohle kann als langfristige C-Senke betrachtet werden. Langfristige C-Senken werden im C-Senken Portfolio dargestellt.
	Kurzfristige C-Senken	CH ₄	ja	Holzige Biomasse (Wald, Einzelbäume, Hecken, etc.) und Humusaufbau können als kurzfristige C-Senken angesehen werden. Kurzfristige C-Senken können als Kompensation für Methanemissionen herangezogen werden. Auch kurzfristige C-Senken haben aus Sicht der globalen Klimaerwärmung eine grosse Bedeutung und werden im C-Senken Portfolio dargestellt.