

Methanemissionen in der Schweizer Landwirtschaft

Schweizer Bauernverband
Union Suisse des Paysans
Unione Svizzera dei Contadini



Schweizer Bauernverband
Geschäftsbereich Energie und Umwelt

Herausgeber:

Schweizer Bauernverband
Laurstrasse 10
5201 Brugg
Tel: +41 (0)56 462 51 11
info@sbv-usp.ch
www.sbv-usp.ch

Autor:

Selina Fischer

Ein Wendepunkt in der Debatte

Die Kuh ist nicht «die Klimakillerin», wie sie in der Öffentlichkeit dargestellt wird. Methan ist zwar nach CO₂ das zweitwichtigste von Menschen verursachte Treibhausgas und besitzt eine hohe Klimawirkung, aber dies nur während ca. 20 Jahren. Im Vergleich dazu erwärmt CO₂ das Klima während mehreren Jahrhunderten. Methan ist kurzlebig, das heisst, solange die Methanemissionen nicht zunehmen, verursachen sie nur eine relativ geringe zusätzliche Erwärmung.

Ein weiterer Aspekt, der zurzeit intensiv diskutiert wird, ist die Wahl der Metrik, mit welcher die Klimawirkung von Treibhausgasen berechnet wird. Verbindlich ist das GWP₁₀₀ (Global Warming Potential im Zeitraum von 100 Jahren), das aber die Klimawirkung des kurzlebigen Methans nicht realitätsnahe abbilden kann. Besser eignet sich das in den letzten Jahren entwickelte GWP*. Übertragen auf das Schweizer Treibhausgas-Inventar führt dies für das Jahr 2021 zu einer Abnahme von 4.3 Mio. t CO₂-eq. auf 0.6 Mio. t CO₂-eq.*. Dies ist beträchtlich. Eine weitere Erkenntnis ist, dass nach Klimamodellen Methanemissionen jährlich um ca. 0.3% reduziert werden müssen, damit sie nicht zusätzlich zur Klimaerwärmung beitragen (Neutralität). Während den letzten 20 Jahren (2001-2021) betrug diese Reduktion in der Schweizer Landwirtschaft durchschnittlich ca. 0.17% pro Jahr. Das ist ein wenig mehr als die Hälfte. Doch es gibt eine gute Nachricht: Wird das Potential der Biogasanlagen in den nächsten Jahren umgesetzt, dann können die fehlenden Prozente gut kompensiert werden. Die «Methan-Neutralität» muss also nicht zwangsläufig durch eine Reduzierung des Viehbestands erreicht werden. Dennoch sollten wie bisher Anstrengungen im Bereich der Futtermittelzusätze oder Genetik unternommen werden, da jede zusätzliche Emission über das derzeitige Niveau hinaus zur globalen Klimaerwärmung beiträgt.

All dies sind wichtige, wenn auch nicht immer einfach zu verstehende Argumente, um die zurzeit einseitig geführte Diskussion zurück in einen Dialog zu überführen.

Zusammenfassung

Methan ist nach CO₂ das zweitwichtigste anthropogene Treibhausgas. Dennoch tragen die Methanemissionen in der Schweiz bei weitem nicht so viel zur zusätzlichen Klimaerwärmung bei, wie die CO₂-eq. im Schweizer Treibhausgasinventar nahelegen. Die Kuh als «Klimakillerin» wird in der Öffentlichkeit zu Unrecht an den Pranger gestellt. Solange die Methanemissionen nicht ansteigen, bewirken sie nur eine relativ geringe zusätzliche Erwärmung. Dies ist in der Schweiz im Durchschnitt seit über 30 Jahren der Fall. Eine bedeutende dauerhafte Senkung der Methanemissionen hätte sogar eine einmalige kühlende Wirkung. Hingegen bringt ein Anstieg der Methanemissionen einen bedeutenden Erwärmungsschub mit sich. Um die Methanemissionen zu reduzieren, werden auf nationaler und internationaler Ebene Anstrengungen in den Bereichen Fütterungszusätze, Genetik sowie Hofdüngermanagement (Biogasanlagen) unternommen.

Globale und nationale landwirtschaftliche Methanemissionen

Global machen anthropogene Methanmissionen rund 50-60% der totalen Methanemissionen aus. Wobei der grösste Anteil der Emission aus der Landwirtschaft (ca. 40%), aus fossilen Brennstoffen (ca. 35%) und Abfall (ca. 20%) stammt. In der Schweiz betrug der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Methanemissionen im Jahr 2021 ca. 83%, wobei seit 1990 die Methanemissionen um rund 10% reduziert werden konnten.

Biogenes und fossiles Methan

Methanemissionen von Wiederkäuern sind biogen und wirken weniger klimaerwärmend (27.0 kg CO₂-eq.) als fossile Methanemissionen (29.8 kg CO₂-eq.), weil das nach der Emission beim Methanabbau entstehende Kohlenstoff nicht die atmosphärische Konzentration von CO₂ erhöht, sondern als Teil des Kohlenstoffkreislaufs von Pflanzen aufgenommen wird. Dies im Gegensatz zu fossilem Methan, das aus dem Untergrund stammt. Dieser Unterschied ist international anerkannt und wird nun im Schweizer Treibhausgasinventar berücksichtigt. Bemühungen Methanemissionen zu reduzieren, sollten sich auf fossiles Methan

fokussieren, weil dieses nicht nur einen höheren GWP₁₀₀ besitzt, sondern durch den Einsatz erneuerbarer Energien stark reduziert werden kann.

Methan ist ein kurzlebiges Treibhausgas

Methan bleibt für ca. 12 Jahre in der Atmosphäre und wirkt hauptsächlich über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren. Im Gegensatz dazu verweilt das langlebige CO₂ mehrere Jahrhunderte in der Atmosphäre. Dank der Kurzlebigkeit nimmt das Niveau der Erwärmung ab, «sobald» die Methanemissionen kontinuierlich reduziert werden. Die Reduktion von Methanemissionen ist ein wichtiges Mittel, um die Erwärmung zu verlangsamen. Daher ist es von Bedeutung, dass die Klimawirkung von Reduktionspfaden realitätsnahe abgebildet werden. Doch genau dies kann man mit der heute allgemein verwendeten Umrechnung der Methanemissionen in CO₂-eq. nach GWP₁₀₀ (Global Warming Potential im Zeitraum von 100 Jahren) nicht. Die Umrechnung in CO₂-eq. dient dazu, die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase zu vergleichen. Für diesen Vergleich wurde für das kurzlebige Methan die Metrik GWP* entwickelt, die bei der Betrachtung der zeitlichen Entwicklung von Emissionen (bspw. für die Wirkung von dauerhaften Massnahmen, Reduktionsszenarien, die Einhaltung von Temperaturzielen) deutlich realistischere Werte liefert.

Neuberechnung des Treibhausgasinventars nach GWP*

Die Bilanz der Methanemissionen verringert sich von 4.3 Mio. t CO₂-eq. auf 0.6 Mio. t CO₂-eq.* für das Jahr 2021. Diese Differenz relativiert den Beitrag der landwirtschaftlichen Methanemissionen an die Klimaerwärmung. Da die Umrechnung mit GWP* die Klimawirkung von Methan im Hinblick auf Reduktionspfade oder die Einhaltung der Klimaziele viel realistischer abbildet und sich entsprechend die Wirkung konkreter Massnahmen besser ableiten lässt, sollte eine Einführung des GWP* im Schweizer Treibhausgasinventar gefordert werden, beziehungsweise dass beide Werte (GWP₁₀₀ und GWP*) angegeben werden. Innerhalb der Landwirtschaft verschiebt sich der Anteil zwischen den verschiedenen Emissionen (CO₂, N₂O, CH₄). Methan sinkt anteilmässig von ca. 72% auf ca. 26% und Lachgas nimmt von 27% auf 72% zu.

Erreichung der Klimaneutralität bezüglich Methanemissionen bis 2050

Dank der Kurzlebigkeit muss bei den Methanemissionen, wenn nach GWP* berechnet, bis 2050 nicht Netto-Null erreicht werden, sondern Klimamodelle zeigen, dass die Methanemissionen um ca. 0.3% pro Jahr reduziert (oder durch negative Emissionen kompensiert) werden müssen, damit sie keine zusätzliche Erwärmung verursachen. Im Vergleich dazu betrug die durchschnittliche jährliche Methanreduktion der Schweizer Landwirtschaft in den letzten 20 Jahren 0.17%. Kann der Anteil des Hofdüngers, der in Biogasanlagen gebracht wird, bis 2050 von 4% auf 20% gesteigert werden, ist eine Methanreduktion von mehr als 0.3% pro Jahr gut möglich. Wird mehr als 0.3% pro Jahr reduziert, trägt die Landwirtschaft zu Gunsten anderer Sektoren zusätzlich zur Einhaltung der Temperaturziele bei. Dies muss entsprechend (z.B. mit Emissionszertifikaten) entschädigt werden. Zuchtwerte und Futtermittelzusätze haben Potenzial zur Methanreduktion, aber aufgrund fehlenden oder widersprüchlichen Daten ist Zurückhaltung geboten.

Fazit

Die Schweizer Landwirtschaft trug während den letzten 20 Jahren durchschnittlich nur wenig zur Klimaerwärmung bei. Sie kann «Methan-Neutralität» bis 2050 erreichen, wenn Biogasanlagen ausgebaut werden. Verbleibende bzw. nicht reduzierbare Methanemissionen müssen nicht vollständig durch negative Emissionen ausgeglichen werden, wie bisher in den Energieperspektiven oder der Klimastrategie angenommen, sondern nur zu einem gewissen Prozentsatz.

Un tournant dans le débat

La vache n'est pas "tueuse du climat", comme elle est présentée au public. Le méthane est certes le deuxième gaz à effet de serre d'origine humaine après le CO₂ et possède un fort impact sur le climat, mais cela ne dure qu'environ 20 ans. En comparaison, le CO₂ réchauffe le climat pendant plusieurs siècles. Le méthane a une durée de vie courte. Tant que les émissions de méthane n'augmentent pas, elles ne provoquent qu'un réchauffement supplémentaire relativement faible.

Un autre aspect qui fait actuellement l'objet d'intenses discussions est le choix de la métrique utilisée pour calculer l'impact climatique des gaz à effet de serre. Le PRG₁₀₀ (potentiel de réchauffement global sur une période de 100 ans) est contraignant, mais il ne peut pas refléter de manière réaliste l'effet climatique du méthane à courte durée de vie. Le PRG*, développé ces dernières années, est plus approprié. Appliqué à l'inventaire suisse des gaz à effet de serre, il conduit à une diminution de 4,3 millions de t CO₂-eq. à 0,6 million de t CO₂-eq.* pour l'année 2021. Ceci est considérable. Une autre constatation est que, selon les modèles climatiques, les émissions de méthane doivent être réduites d'environ -0,3% par an pour ne pas contribuer davantage au réchauffement climatique (neutralité). Au cours des 20 dernières années (2001-2021), cette réduction a été d'environ -0,17% par an en moyenne dans l'agriculture suisse. C'est un peu plus de la moitié. Mais il y a une bonne nouvelle : si le potentiel des installations de biogaz est exploité dans les prochaines années, les pourcentages manquants pourront être compensés. La "neutralité méthane" ne passe donc pas obligatoirement par une réduction du cheptel. Comme par le passé, des efforts devront être faits dans le domaine des additifs alimentaires ou de la génétique, car toute émission supplémentaire par rapport au niveau actuel contribue au réchauffement climatique.

Tous ces arguments sont importants, même s'ils ne sont pas toujours faciles à comprendre, pour ramener le débat actuel, souvent unilatéral, vers un dialogue.

Résumé

Après le CO₂, le méthane est le deuxième gaz à effet de serre anthropique le plus important. Pourtant, les émissions de méthane en Suisse sont loin de contribuer autant au réchauffement climatique supplémentaire que ne le suggéraient jusqu'à présent les CO₂-eq. dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre. La vache, "tueuse de climat", est injustement clouée au pilori par l'opinion publique. Tant que les émissions de méthane n'augmentent pas, elles ne provoquent qu'un réchauffement supplémentaire relativement faible. C'est le cas en Suisse depuis plus de 30 ans en moyenne. Une réduction durable importante des émissions de méthane aurait même un effet refroidissant unique. En revanche, une augmentation des émissions de méthane entraîne un réchauffement considérable. Pour réduire les émissions de méthane, des efforts sont entrepris au niveau national et international dans les domaines des additifs alimentaires, de la génétique ainsi que de la gestion des engrais de ferme (installations de biogaz).

Émissions agricoles mondiales et nationales de méthane

A l'échelle mondiale, les émissions de méthane d'origine anthropique représentent environ 50 à 60% des émissions totales de méthane. La majeure partie de ces émissions provient de l'agriculture (env. 40%), des combustibles fossiles (env. 35%) et des déchets (env. 20%). En Suisse, la part de l'agriculture dans les émissions totales de méthane du pays s'élevait à environ 83% en 2021, les émissions de méthane ayant pu être réduites d'environ 10% depuis 1990.

Méthane biogène et fossile

Les émissions de méthane des ruminants sont biogènes et ont un effet de réchauffement climatique moindre (27,0 kg CO₂-eq.) que les émissions de méthane fossile (29,8 kg CO₂-eq.), car le carbone produit après l'émission lors de la décomposition du méthane n'augmente pas la concentration atmosphérique de CO₂, mais est absorbé par les plantes dans le cadre du cycle du carbone. Ceci contrairement au méthane fossile qui provient du sous-sol. Cette différence est reconnue au niveau international et est désormais prise en compte dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre. Les efforts visant à réduire les émissions de

méthane devraient se concentrer sur le méthane fossile, car celui-ci possède non seulement un PRG₁₀₀ plus élevé, mais peut également être fortement réduit par l'utilisation d'énergies renouvelables.

Le méthane est un gaz à effet de serre à courte durée de vie.

Le méthane reste dans l'atmosphère pendant environ 12 ans et agit principalement sur une période d'environ 20 ans. En revanche, le CO₂, qui a une longue durée de vie, reste dans l'atmosphère pendant plusieurs siècles. Grâce à sa courte durée de vie, le niveau de réchauffement diminue "dès" que les émissions de méthane sont réduites de manière continue. Il est donc important que l'impact climatique des trajectoires de réduction soit représenté de manière réaliste. Or, c'est précisément ce que ne permet pas la conversion des émissions de méthane en CO₂-eq. selon le PRG₁₀₀ (potentiel de réchauffement global sur une période de 100 ans), généralement utilisée aujourd'hui. La conversion en CO₂-eq. sert à comparer l'impact climatique de différents gaz à effet de serre. Pour cette comparaison, la métrique PRG* a été développée pour le méthane à courte durée de vie, qui fournit des valeurs nettement plus réalistes lors de l'examen de l'évolution des émissions dans le temps (par ex. pour l'effet de mesures durables, de scénarios de réduction, le respect d'objectifs de température).

Recalcul de l'inventaire des gaz à effet de serre en fonction du PRG*.

Le bilan des émissions de méthane passe de 4,3 millions de t CO₂-eq. à 0,6 million de t CO₂-eq.* pour l'année 2021. Cette différence relativise la contribution des émissions agricoles de méthane au réchauffement climatique. Étant donné que la conversion avec le PRG* reflète de manière beaucoup plus réaliste l'impact climatique du méthane dans la perspective de trajectoires de réduction ou du respect des objectifs climatiques, et qu'il est donc plus facile d'en déduire l'effet de mesures concrètes, il faudrait exiger l'introduction du PRG* dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre, ou que les deux valeurs (PRG₁₀₀ et PRG*) soient indiquées. Au sein de l'agriculture, la part des différentes émissions (CO₂, N₂O, CH₄) se déplace. La part du méthane diminue d'environ 72% à environ 26% et celle du protoxyde d'azote augmente de 27% à 72%.

Atteindre la neutralité climatique en ce qui concerne les émissions de méthane d'ici 2050.

Grâce à leur courte durée de vie, les émissions de méthane, si elles sont calculées selon le PRG*, ne doivent pas atteindre le zéro net d'ici 2050, mais les modèles climatiques montrent que les émissions de méthane doivent être réduites d'environ -0,3% par an (ou compensées par des émissions négatives) afin de ne pas provoquer de réchauffement supplémentaire. En comparaison, la réduction annuelle moyenne de méthane de l'agriculture suisse au cours des 20 dernières années a été de -0,17%. Si la part des engrais de ferme apportés aux installations de biogaz peut être augmentée de 4% à 20% d'ici 2050, une réduction de méthane de plus de -0,3% par an est tout à fait possible. Si la réduction est supérieure à -0,3% par an, l'agriculture contribue en plus au respect des objectifs de température au profit d'autres secteurs. Cela doit être indemnisé en conséquence (par exemple par des certificats d'émission). Les valeurs d'élevage et les compléments alimentaires pour animaux ont un potentiel de réduction du méthane, mais le manque de données ou les données contradictoires imposent une certaine retenue.

Conclusion

Au cours des 20 dernières années, l'agriculture suisse n'a en moyenne que peu contribué au réchauffement climatique. Elle peut atteindre la neutralité climatique en ce qui concerne les émissions de méthane d'ici 2050 si les installations de biogaz sont développées. Les émissions de méthane restantes ou impossibles à réduire ne doivent pas être entièrement compensées par des émissions négatives, comme le supposaient jusqu'à présent les perspectives énergétiques ou la stratégie climatique, mais seulement à hauteur d'un certain pourcentage.



Inhaltsverzeichnis

1. Aktueller Stand und Entwicklung der THG-Emissionen in der Schweiz und in der Schweizer Landwirtschaft.....	8
2. Methanemissionen	9
2.1. Globaler Kontext	9
2.2. Aktueller Stand und Entwicklung der Methanemissionen in der Schweizer Landwirtschaft	10
3. Klimawirkung von kurzlebigen (Methan) und langlebigen (CO ₂) Treibhausgasen.....	11
3.1. Biogenes und fossiles Methan	12
4. Vergleich des GWP und GWP*	13
4.1. Einsatz des GWP* im Treibhausgasinventar der Schweiz.....	14
4.2. Bedeutung für die Schweizer Landwirtschaft	15
5. Klimaneutrale Landwirtschaft bezüglich Methanemissionen bis 2050	16
5.1. Szenarien zur Erreichung der «Methan-Neutralität» der Schweizer Landwirtschaft nach GWP*	17
6. Schlussfolgerung	20

1. Aktueller Stand und Entwicklung der THG-Emissionen in der Schweiz und in der Schweizer Landwirtschaft

Entwicklung der totalen Treibhausgasemissionen: Zwischen 1990 und 2021 sind die Treibhausgasemissionen der Schweiz (-18.2%) zurückgegangen. Abgenommen haben die Emissionen des Sektors Abfall (-50.0%), Haushalt (-32.7%), Dienstleistungen (-24.0%), Industrie (-21.3%), Landwirtschaft (-14.9%) und Verkehr (-6.9%). Hingegen haben Emissionen aus synthetischen Gasen (+17.9%) zugenommen¹.

Entwicklung der Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen: Die Verteilung der Treibhausgasemissionen auf verschiedene Sektoren veränderte sich zwischen 1990 und 2021. Die Sektoren Verkehr (+3.7%), synthetische Gase (+2.7%) und Landwirtschaft (+0.5%) nahmen zu. Abgenommen haben die Anteile des Haushalts (-3.7%), der Dienstleistungen (-0.6%), des Abfalls (-1.6%) und der Industrie (-1.0%) (Abb. 1)¹.

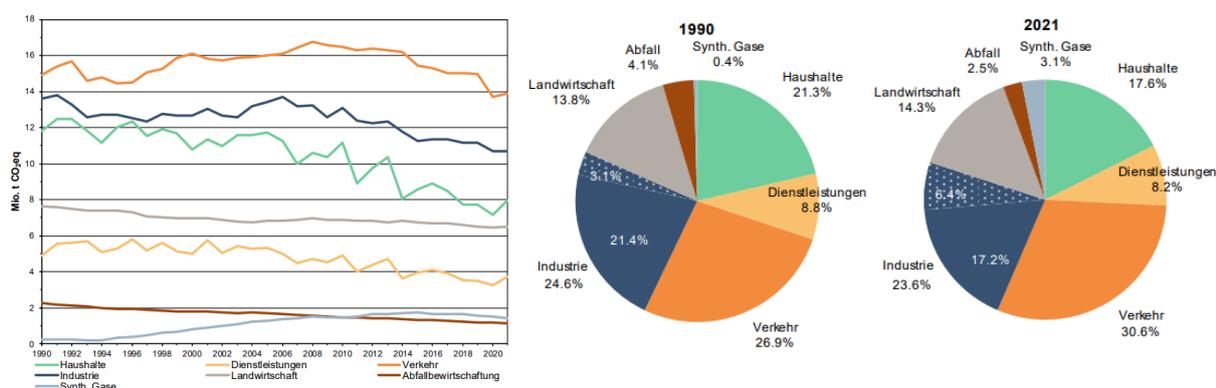


Abbildung 1: Linke Grafik: Entwicklung der Treibhausgasemissionen zwischen 1990 bis 2021 nach Sektoren in Mio. t CO₂-eq. Rechte Grafik: Anteil der Sektoren an den totalen Treibhausgasemissionen im Jahr 1990 und 2021 (Sektor Gebäude = Haushalte und Dienstleistungen; gepunktete Fläche = Emissionen aus der Abfallverbrennung und der Nutzung von Abfällen als alternative Brennstoffe)¹

Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft: In den 1990er Jahren waren die Emissionen aller Treibhausgase in der Landwirtschaft rückläufig. Die Methan- und Lachgasemissionen stagnierten seit den frühen 2000er Jahren, währenddessen die CO₂-Emissionen weiterhin abnahmen. Im Jahr 2021 betrug der Anteil der Landwirtschaft an den totalen Treibhausgasemissionen der Schweiz 14.3%¹.

Entwicklung der Anteile einzelner Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft: Methanemissionen hatten im Jahr 2021 mit Abstand den Hauptanteil an den landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen: 65.5% Methanemissionen, 24.8% Lachgasemissionen und 9.7% CO₂-Emissionen. Seit 1990 veränderte sich Aufteilung nur geringfügig¹.

¹ BAFU. (2023). Kenngrößen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990-2020.

2. Methanemissionen

Die folgenden Unterkapitel zeigen den aktuellen Stand der Methanemissionen weltweit und in der Schweiz auf, als auch deren Entwicklung in den vergangenen Jahren.

2.1. Globaler Kontext

Vom Menschen verursachte Methanemissionen machen rund 50-60% der totalen jährlichen Methanemissionen aus. Wobei der grösste Anteil dieser Emissionen aus der Landwirtschaft (ca. 40%), fossilen Brennstoffen (ca. 35%) und Abfall (ca. 20%) stammt. Die grösste Emissionsquelle in der Landwirtschaft ist die Nutztierhaltung aufgrund der enterischen Fermentation (32%), gefolgt vom Reisanbau (8%)².

Unter den jetzigen Bedingungen werden die vom Menschen verursachten Methanemissionen bis 2030 gegenüber 2010 um mehr als 15% zunehmen und rund 380 Mio. t pro Jahr erreichen. Dies ist eine Zunahme von 8% im Vergleich zum Jahr 2020. In der Landwirtschaft wird aufgrund der zunehmenden Anzahl wiederkäuender Tiere (inkl. Hofdüngermanagement) mit einer Zunahme von 6 Mio. t pro Jahr gerechnet. Mit den bereits bestehenden Massnahmen in der Landwirtschaft könnten die Methanemissionen bis 2030 um ca. 30 Mio. t pro Jahr reduzieren werden. Jedoch schwankt der Reduktionsanteil der einflussreichen Kenngrösse «Nutztierhaltung» zwischen 4 und 42 Mio. t pro Jahr. Die Kosten können je nach Massnahme stark variieren. Daher plädiert die UNEP für eine Verhaltensänderung aller Involvierten bezüglich Foodwaste, Nutztierhaltung und einer gesunden Ernährungsweise sowie für innovative Veränderungen in der Politik. Zusammen könnten in den nächsten Jahrzehnten eine Methanreduktion von 65-80 Mio. t pro Jahr erreicht werden².

Abbildung 2 zeigt das (nach wie vor) aktuellste Methanbudget der emittierten Mengen Methan (in Tg, Teragramm) im Jahr 2017 und der entsprechenden Herkunft sowie Methansenken (in ppb, parts per billion ppb)³.

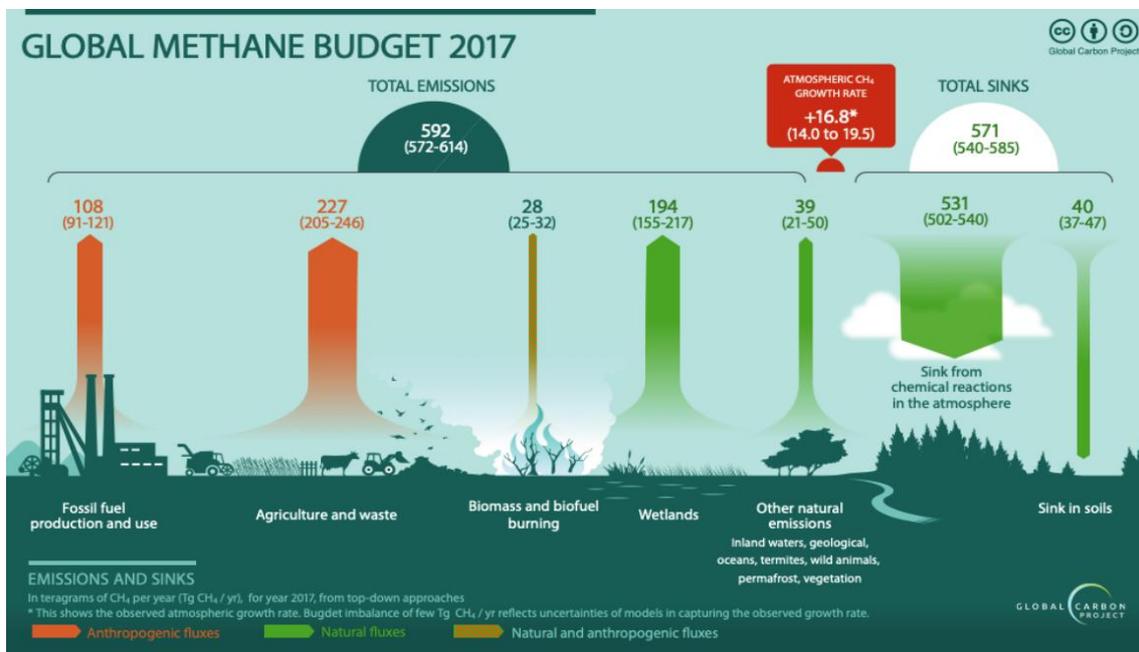


Abbildung 2: Das globale Methanbudget des Jahres 2017. Emissionen werden in Tg und Senken in ppb angegeben³.

² UNEP & CAC. (2021). Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. Nairobi: UNEP

³ Global Carbon Project. (2020). Global Methane Budget. Zugriff am 20.08.21 von https://www.globalcarbonproject.org/methanebudget/20/files/GCP_methaneBudget_2020_v2020-07-15.pdf



Global Methane Pledge: Seit 2021 unterschrieben mehr als 150 Staaten den Global Methane Pledge, so auch die Schweiz. Obwohl kein nationales Ziel vorgegeben ist, verpflichtet sich die Schweiz damit, umfassende Anstrengungen zu unternehmen, um zum kollektiven Ziel von -30% bis 2030 beizutragen. Ob es sich dabei um biogene oder fossile Methanemissionen handelt, ist freigestellt. Wobei es auf der Hand liegt, bei den anthropogenen Quellen anzusetzen⁴.

In Anbetracht, dass in der Schweiz 83% der Methanemissionen aus der Viehhaltung stammt und beispielsweise in den USA nur 36%, stehen teilnehmende Parteien vor unterschiedlichen Ausgangslagen. Es ist eine politische Entscheidung, in welchem Sektor wie viele Methanemissionen reduziert und wie diese an die 30% angerechnet werden. Dass sich die USA auf den Energiesektor fokussieren, ist zu begrüssen, weil fossiles Methan eine grössere Klimawirkung besitzt. Im Vergleich dazu bleibt der Schweiz keine andere Möglichkeit als die Reduktionsmassnahmen in erster Linie in der Landwirtschaft durchzuführen. Dies stösst unweigerlich die Diskussion rund um die Ernährungssicherheit und die direkten Auswirkungen auf das Einkommen der Bauernfamilien an, welche ein Land wie die USA mit Reduktionen im Energiesektor umgehen kann. Die Konsequenzen der Reduktionsmassnahmen unterscheiden sich wesentlich und es kann die Frage aufgeworfen werden, welche Konsequenzen in Kauf genommen werden möchten oder können und welche nicht.

2.2. Aktueller Stand und Entwicklung der Methanemissionen in der Schweizer Landwirtschaft

Methanemissionen im Jahr 2021: Im Jahr 2021 dominierte die Landwirtschaft mit 151.73 kt Methan über alle Sektoren (insg. 182.29 kt Methan). Dies ist ein Anteil von 83.2%. Die Methanemissionen stammen hauptsächlich aus der Rindviehhaltung und der Hofdüngerbewirtschaftung (Tab. 1)⁵.

Tabelle 1: Totale Methanemissionen der Schweizer Landwirtschaft im Jahr 2021⁵

Landwirtschaft	Methanemissionen [kt]	Anteil Methanemissionen innerhalb der Landwirtschaft [%]	Anteil landwirtschaftlicher Methanemissionen an Gesamtmethanemissionen der Schweiz [%]
Nutztierhaltung	129.66	85.45	71.13
<i>Davon Rindvieh</i>	<i>121.43</i>	<i>80.03</i>	<i>66.62</i>
Hofdüngerbewirtschaftung	22.07	14.55	12.11
Total Landwirtschaft	151.73	100	83.24

Entwicklung der Methanemissionen: Zwischen 1990 und 2021 kam es zu einer Abnahme der Gesamtmethanemissionen von 21.6% über alle Sektoren hinweg, währenddessen der Rückgang der landwirtschaftlichen Methanemissionen 10% betrug. Ein Grund für den Rückgang der landwirtschaftlichen Methanemissionen bis in die 2000er Jahre war der abnehmende Milchkuhbestand. Jedoch haben die Methanemissionen deutlich weniger abgenommen als der Milchkuhbestand. Das bedeutet, dass die Methanemissionen pro Milchkuh zugenommen (+22.1%) haben, was mit der Steigerung der Milchleistung erklärt werden kann. Von 1990 bis 2021 gab es eine Steigerung von 13.2 kg auf 19.8 kg Milch/Kuh/Tag. Hingegen nahmen die Methanemissionen pro kg Milch ab (-18.4%)¹.

⁴ Global Methane Pledge. Zugriff am 29.08.22 von <https://www.globalmethanepledge.org/>

⁵ BAFU. (2023). Treibhausinventar der Schweiz: Entwicklungen der Treibhausgasemissionen der Schweiz seit 1990 (April 2023).

3. Klimawirkung von kurzlebigen (Methan) und langlebigen (CO₂) Treibhausgasen

Der Effekt eines Treibhausgases ist primär abhängig davon, wie effektiv es die Energiebilanz der Erde beeinflusst (sogenannter Strahlungsantrieb) und wie lange es in der Atmosphäre verweilt. Nach CO₂ hat Methan als anthropogenes Treibhausgas den grössten Einfluss auf den Klimawandel.

- Methan besitzt einen erheblich höheren Strahlungsantrieb als CO₂ und hat direkt nach der Emission eine bis zu 120 Mal grössere Auswirkung als CO₂.
- Methan als kurzlebiges Treibhausgas mit einer mittleren Lebensdauer von 11.8 Jahren wirkt hauptsächlich über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren.
- Bleiben die Methanemissionen konstant, so wird nach einer gewissen Zeit etwa gleich viel Methan anabgebaut, wie neu dazu kommt. So entsteht nur eine geringe zusätzliche Erwärmung.
- Bei einer dauerhaften Reduktion der Methanemissionen kann relativ bald eine Verringerung der Methankonzentration in der Atmosphäre festgestellt werden. Die Methanreduktion wird als eine der kosteneffizientesten Massnahmen eingeschätzt^{6,7}.

Grundlegendes Verständnis der unterschiedlichen Klimawirkung von kurzlebigen und langlebigen Treibhausgasen: Eine Wanne wird mit Steinen (CO₂) und Wasser (CH₄) gefüllt (Abb. 3). Jeder Stein, der in die Wanne fällt, erhöht den Wasserpegel (Erwärmung) langfristig. Der Stein muss aktiv entfernt werden (negative Emissionen), um den Wasserpegel zu senken. Mit dem Wasserhahn wird das Wasser reguliert. Es gibt zwei Szenarien:

- **Szenario 1: Die Einstellung des Wasserhahns wird nicht verändert.** Fliesst gleichviel Wasser aus dem Wasserhahn in die Wanne, wie abfließt, bleibt der Wasserpegel gleich hoch. Die durch Methanemissionen verursachte Klimaerwärmung befindet sich ungefähr auf gleichem Niveau.
- **Szenario 2: Der Wasserhahn wird zu- oder aufgedreht.** Drehen wir den Wasserhahn zu, fließt das Wasser nach einiger Zeit ab und der Wasserpegel sinkt. Es entsteht ein kühlender Effekt. Die durch Methanemissionen verursachte Klimaerwärmung ist nun weniger hoch. Drehen wir den Wasserhahn auf und fließt mehr Wasser in die Wanne als unten hinausfließt, steigt der Wasserpegel und es entsteht eine höhere zusätzliche Klimaerwärmung.



Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung der Klimawirkung von kurz- und langlebigen Treibhausgasen (nicht 100% realitätsgetreu)

Folglich bedeutet dies: Das CO₂ reichert sich mit der Zeit an und verbleibt über Jahrhunderte in der Atmosphäre. Die Erwärmung durch CO₂-Emissionen nimmt zu, bis die Emissionen auf Netto-Null reduziert werden und nimmt erst ab, wenn CO₂ aktiv aus der Atmosphäre entfernt wird. Hingegen verbleibt Methan nur ca. 12 Jahre in der Atmosphäre. Das Niveau der Erwärmung durch Methanemissionen nimmt ab, «sobald» die Emissionen sinken (Abb. 4).

- ➔ Eine dauerhafte Reduktion der kontinuierlichen Methanemissionen besitzt die gleiche Klimawirkung wie eine einmalige negative CO₂-Emission⁸.

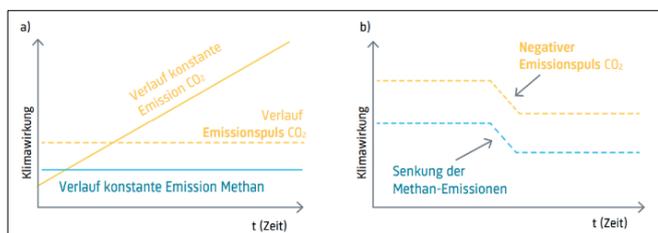


Abbildung 4: Vergleich der Klimawirkung von Emissionsverläufen der CO₂- und Methanemissionen bei einer konstanten Emission (a) und einer Emission

⁶ Balcombe, P., Speirs, J. F., Brandon, N. P. & Hawkes, A. D. (2018). Methane Emissions: Choosing the right Climate Metric and Time Horizon. In Environmental Science: Processes and Impacts.

⁷ UNEP. (2021). Global Methane Assessment.

⁸ Neu, U. (2022). Klimawirkung und CO₂-Äquivalent-Emissionen von kurzlebigen Substanzen. In Swiss Academies Communications, 17 (5).

3.1. Biogenes und fossiles Methan

Methan wirkt bis zu seinem Zerfall in der Atmosphäre klimaerwärmend. Anschliessend ist für die Klimawirkung von Methan entscheidend, ob das daraus resultierende CO₂-Molekül von fossilem oder biogenem Methan stammt (Abb. 5). Diese Unterscheidung setzte der IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in seinem letzten Bericht (AR6, Working Group I) um und listet für biogenes und fossiles Methan unterschiedliche GWP-Werte zur Umrechnung in CO₂-eq⁹. Im nationalen Treibhausgasinventar der Schweiz wird diese Unterscheidung berücksichtigt, indem für das fossile Methan zusätzlich die indirekten CO₂-Emissionen, alle Emissionen nach der Oxidation zu CO₂, miteinberechnet werden¹⁰.

Fossiles Methan entsteht in erster Linie bei der Gewinnung von fossilen Brennstoffen. Vor Millionen von Jahren gebundener Kohlenstoff wird dabei in Form von Methan aus dem Boden in die Atmosphäre emittiert. Dort zerfällt das Methan im Laufe der Zeit, oxidiert schliesslich zu CO₂ und erhöht somit zuerst die Methan- und anschliessend CO₂-Konzentration in der Atmosphäre.

- ➔ Fossiles Methan hat eine stärker erwärmende Wirkung als biogenes Methan.
- ➔ Nach GWP₁₀₀ entspricht 1 kg fossiles Methan = 29.8 kg CO₂-eq.^{9,11}

Biogenes Methan stammt hauptsächlich aus der Landwirtschaft, vor allem aus der enterischen Fermentation. Das beim Zerfall freigesetzte Kohlenstoff wird von der Pflanze aufgenommen, die anschliessend vom Tier gefressen wird, welches wiederum Methan emittiert. Als Teil des Kohlenstoffkreislaufs erhöht biogenes Methan die Methan-Konzentration in der Atmosphäre, nicht aber die CO₂-Konzentration.

- ➔ Biogenes Methan wirkt weniger klimaerwärmend als fossiles Methan.
- ➔ Nach GWP₁₀₀ entspricht 1 kg biogenes Methan = 27.0 kg CO₂-eq.^{9,11}

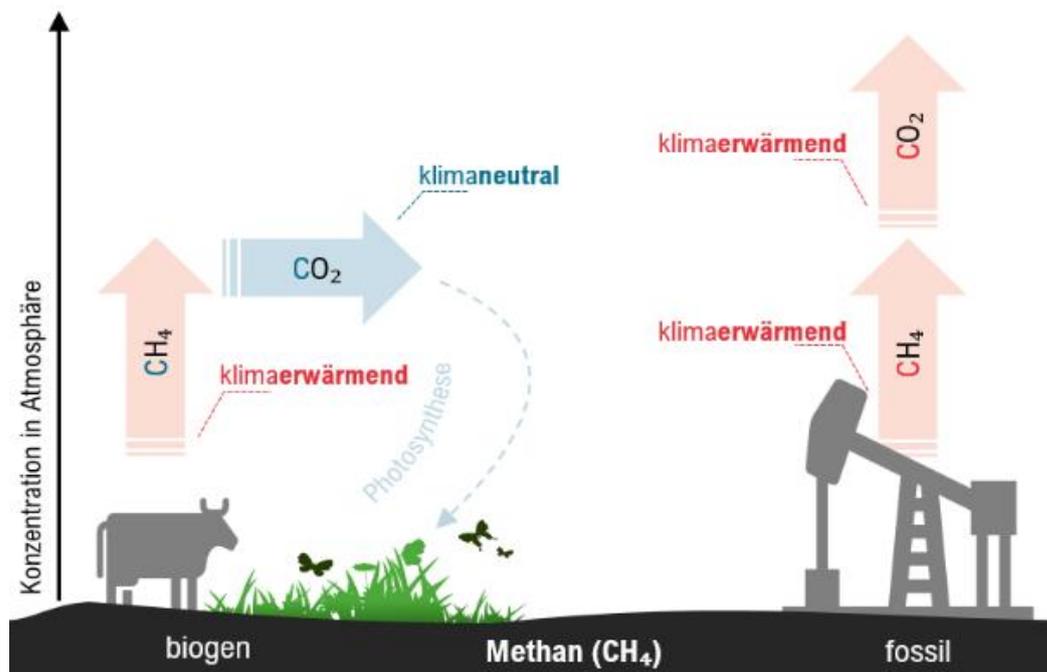


Abbildung 5: Klimawirkung von biogenem und fossilem Methan¹¹

⁹ IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

¹⁰ Schriftliche Korrespondenz mit Daniel Bretscher, Agroscope. 16. Februar 2023.

¹¹ Econcept AG. (2022). Memo Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft.

4. Vergleich des GWP und GWP*

Im Rahmen der internationalen Klimakonvention UNFCCC einigten sich die Teilnehmenden Mitte der 1990er Jahre auf die Verwendung von GWP₁₀₀ (durchschnittliches Erwärmungspotenzial über 100 Jahre) als verbindliche Richtlinie. Dies im Bewusstsein, dass das GWP₁₀₀ für kurzlebige Treibhausgase für gewisse Anwendungsbereiche wie Reduktionspfade, die Wirkung von dauerhaften Reduktionsmassnahmen oder die Einhaltung von Temperaturniveaus nicht repräsentativ ist. Diese Anwendungsbereiche waren damals noch kaum von Bedeutung, stehen jedoch heute im Rahmen des Klimaabkommens von Paris im Zentrum der Klimastrategien und der damit verbundenen Diskussion der Massnahmen. Eine auch für Methan repräsentativ und einfach einsetzbare Umrechnungsmethode, genannt GWP*, wurde erst 2018 entwickelt und stand damals noch nicht zur Auswahl. Wäre dies der Fall gewesen, hätte das GWP* wohl durchaus gewählt werden können. Ob auf internationaler Ebene eine Anpassung erfolgt, werden die nächsten Jahre zeigen.

GWP₁₀₀ eignet sich nicht für Methanemissionen (in Bezug zu den heutig diskutierten Reduktionsmassnahmen, das Netto-Null-Ziel und die Klimaneutralität): Eine Metrik ist nur für jene Fragestellung repräsentativ, für welche sie entwickelt wurde. Im Fall des GWP₁₀₀ ist dies für den Vergleich der Klimawirkung einmaliger langlebiger Treibhausgasemissionen. Folglich kann GWP₁₀₀ die Emissionen von kontinuierlichen kurzlebigen Gasen wie Methan sowie die Wirkung deren Reduktionsmassnahmen nicht korrekt abbilden. Entsprechend können Emissionspfade nicht in jedem Fall realistisch festgelegt werden (Abb. 6)⁸.

Konkret bedeutet dies, dass das GWP₁₀₀

- ➔ die Klimawirkung der Methanemissionen kurzfristig um das Vier- bis Fünffache unterschätzt.
- ➔ die Klimawirkung der Methanemissionen langfristig um das Drei- bis Vierfache überschätzt^{8,12}.

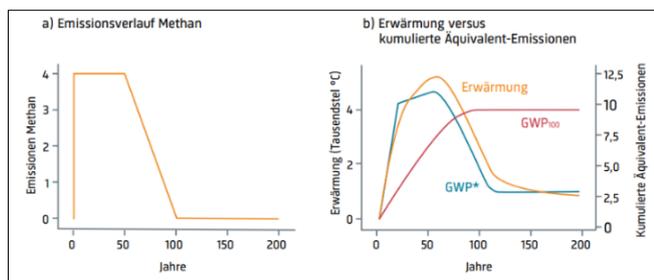


Abbildung 6: Der GWP* kann Zeitverläufe und entsprechend die Klimawirkung kontinuierlicher kurzlebiger Gase im Vergleich zum GWP₁₀₀ besser abbilden⁸.

Ein wesentlicher Kritikpunkt an GWP* ist, dass aktuelle absolute CO₂-Emissionswerte mit der Entwicklung der Emissionen der nahen Vergangenheit (die meisten Autoren rechnen mit einem Zeitraum von 20 Jahren) bei Methan verglichen werden. Somit können Länder oder Emittenten mit hohen vergangenen Emissionen trotz aktuellen hohen Emissionen, ein kleinen oder sogar einen negativen Beitrag zu den CO₂-eq. aufweisen, was «negative Emissionen» nach Rechnung entsprechen würde, obwohl weiterhin THG-Gase auf hohem Niveau emittiert werden. Dies entspreche nicht der Idee des Pariser Abkommens und benachteilige Entwicklungsländer¹³. Das gleiche Problem existiert jedoch auch beim CO₂ im Rahmen des Emissionshandels. Reduktionsvorschriften oder die Verteilung von Emissionszertifikate im Emissionshandel haben als Ausgangspunkt immer Emissionen der nahen Vergangenheit. Auch hier sind Emittenten mit bereits hohen Emissionen im Vorteil und können Reduktionen einfacher vornehmen, beziehungsweise einfacher mit Reduktionen mittels Emissionszertifikate generieren.

Einsatz der Metrik ist abhängig vom Zweck des Vergleichs: Entscheidend ist, die Frage zu stellen, zu welchem Zweck verschiedene Emissionen miteinander verglichen werden sollen. Der SCNAT-Bericht «Klimawirkung und CO₂-Äquivalent-Emissionen von kurzlebigen Substanzen» erklärt die Wahl des GWP und des GWP* anhand des Beispiels Fleischkonsum. Eingesetzt werden soll:

¹² Lynch, J., Cain, M., Pierrhumbert, R. & Allen, M. (2020). Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants. In Environmental Research Letters.

¹³ Rogelj, R. & Schleussner, C.-F. (2019). Unintentional unfairness when applying new greenhouse gas emissions metrics at country level.



- ➔ GWP, wenn es sich um ein einmaliges Ereignis (einmaliger Emissionspuls) handelt. Zum Beispiel der Konsum eines Kilogramms Rindfleisch. Ausschlaggebend ist dann die Wahl des Zeithorizonts, zum Beispiel GWP₂₀ oder GWP₁₀₀.
- ➔ GWP*, wenn es sich um eine dauerhafte Veränderung (wiederkehrende Emissionen) handelt. Beispielsweise eine Reduktion des Fleischkonsums von sechs auf drei Mahlzeiten⁸.

4.1. Einsatz des GWP* im Treibhausgasinventar der Schweiz

Allg. Formel:	$CO_2\text{-eq}^* = GWP_{100} \times [((1-k_s) \times (\Delta E_s / 20) \times 100) + (k_s \times E_s)]$
Formel für Methan:	$CO_2\text{-eq}^* = GWP_{100} \times [(4.24 \times \Delta E_s) + (0.28 \times E_s)]$
Formel für Methan mit GWP ₁₀₀ = 28:	$CO_2\text{-eq}^* = (120 \times \Delta E_s) + (8 \times E_s)$

- Zeitraum: 20 Jahre
- E_s = Emission der Substanz S im betrachteten Jahr
- k_s = für die Substanz S spezifischen Faktor, der die langfristige Anpassung des Klimas an die Klimawirkung berücksichtigt und (unter anderem) von der Lebensdauer der Substanz in der Atmosphäre abhängig ist.

Für langlebige Substanzen wie CO₂, Lachgas usw. ist der Faktor k_s = 1. Dies ergibt einen Wert 0 im ersten Teil der eckigen Klammer und die Formel lautet dann GWP₁₀₀ × E_s. Das ist die Formel für die CO₂-eq. mit GWP₁₀₀. Somit sind für langlebige Treibhausgase die CO₂-eq. mit GWP* identisch mit denjenigen, die mit GWP₁₀₀ berechnet werden (Tab. 2, Tab. 3)¹⁴.

Tabelle 2: THG-Inventar für das Jahr 2021 nach GWP₁₀₀ (Faktor GWP₁₀₀ für CH₄ = 28)

2021	CO ₂ [kt CO ₂ -eq.]	CH ₄ [kt CO ₂ -eq.]	N ₂ O [kt CO ₂ -eq.]	HFC, PFC, SF ₆ , NF ₃ [kt CO ₂ -eq.]	Total [kt CO ₂ -eq.]
Energie	33'644.17	304.15	226.55		34'174.87
Industr. Proz. & Produkthenutzung	2'185.81	6.85	425.17	1'399.24	4'017.07
Landwirtschaft	46.05	4'248.54	1'603.24		5'897.83
Abfall	9.86	543.69	589.76		1'143.31
Andere	14.32	0.78	0.52		15.62
Total	35'900.21	5'104.01	2'845.24	1'399.24	45'248.70

Tabelle 3: THG-Inventar für das Jahr 2021 nach GWP* (Faktor GWP₁₀₀ für CH₄ = 28)

2021	CO ₂ [kt CO ₂ -eq.]	CH ₄ [kt CO ₂ -eq.*]	N ₂ O [kt CO ₂ -eq.]	HFC, PFC, SF ₆ , NF ₃ [kt CO ₂ -eq.]	Total [kt CO ₂ -eq.*]
Energie	33'644.17	-970.92	226.55		32'899.80
Industr. Proz. & Produkthenutzung	2'185.81	7.56	425.17	1'399.24	4'017.78
Landwirtschaft	46.05	565.68	1'603.24		2'214.97
Abfall	9.86	-1'006.52	589.76		-406.90
Andere	14.32	-0.32	0.52		14.52
Total	35'900.21	-1'404.53	2'845.24	1'399.24	38'750.16

In der Tabelle 3 ist erkenntlich, dass einige Sektoren einen negativen Wert erhalten. Dies sind negative Emissionen und können mit den anderen CO₂-eq. und CO₂-eq.* verrechnet werden. Das heisst, diese Sektoren haben in Bezug zu den Methanemissionen nach GWP* bereits die Klimaneutralität erreicht (was sich zukünftig ändern kann, da der GWP* nur Treibhausgasemissionen im Zeitraum von 20 Jahren berücksichtigt) und leisten einen zusätzlichen Beitrag zur Erreichung der Temperaturziele.

¹⁴ Cain, M., Lynch, J., Allen, M. R., Fuglestedt, J. S., Frame, D. J. & Macey, H. (2019). Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. In *Climate and Atmospheric Science*, 29.



4.2. Bedeutung für die Schweizer Landwirtschaft

Die Auswirkung des Einsatzes des GWP* im Treibhausgasinventar auf die Landwirtschaft sind:

1. Veränderte Bedeutung verschiedener Emissionen innerhalb der Landwirtschaft: Die Methanemissionen verlieren an Bedeutung, da eine Senkung von 4.3 Mio. t CO₂-eq. auf 0.6 Mio. t CO₂-eq.* stattfindet. Da jeweils die Umrechnungsfaktoren GWP₁₀₀ = 25, 27 und 28 diskutiert werden, zeigt Tabelle 4 ergänzend die entsprechenden Werte auf.

Tabelle 4: Vergleich GWP₁₀₀ = 25 / 27 / 28 für Methan nach GWP₁₀₀ und GWP* im Jahr 2021

Faktor		GWP ₁₀₀ [Mio. t CO ₂ -eq.]	GWP* [Mio. t CO ₂ -eq.*]
25	vergangener Faktor THG-Inventar	3.79	0.51
27	biogenes Methan	4.10	0.55
28	aktueller Faktor THG-Inventar	4.25	0.57

Der Anteil verschiedener Emissionen innerhalb der Landwirtschaft wird mit einer Neuberechnung des Treibhausgasinventars nach GWP* umverteilt. Jener von Methan nimmt nach GWP* von rund 72% auf 26% ab. Hingegen gewinnen Lachgasemissionen mit einer Zunahme des Anteils von rund 27% auf 72% an Bedeutung (Tab. 5). Dies verändert die Bedeutung der Emissionen aus der Tierhaltung und dem Pflanzenbau, insbesondere in Anbetracht, dass der Anbau zur direkten menschlichen Ernährung gefördert werden soll.

Tabelle 5: Veränderung der Anteile der verschiedenen Emissionen innerhalb der Landwirtschaft im Jahr 2021 (Faktor GWP₁₀₀ für CH₄ = 28)

2021	GWP ₁₀₀ [kt CO ₂ -eq.]	Anteil GWP ₁₀₀ [%]	GWP* [kt CO ₂ -eq.*]	Anteil GWP* [%]
CO ₂	46.05	0.78	46.05	2.08
CH ₄	4'248.54	72.04	565.68	25.54
N ₂ O	1'603.14	27.18	1'603.14	72.38
Total	5'897.73	100	2'214.87	100

2. Veränderte Bedeutung des Anteils der landwirtschaftlichen Emissionen an den Gesamtemissionen: Da negative Emissionswerte vorhanden sind, ist es nicht mehr möglich, die Anteile aller Sektoren an den Gesamtemissionen zu berechnen. Folgende Aussage kann gemacht werden: Der Sektor Abfall konnte in den letzten 20 Jahren eine solch grosse Menge an Methan reduzieren, dass zusammengezählt mit den CO₂-Emissionen und den Lachgasemissionen eine negative Emission von 407 kt CO₂-eq. entstand. Die totalen Gesamtemissionen, inkl. Abzug des Sektors Abfall, belaufen sich noch auf 38'740 kt CO₂-eq.* (Tab. 6).

Tabelle 6: Gesamtemissionen der verschiedenen Sektoren im Jahr 2021 nach GWP und GWP* (Faktor GWP₁₀₀ für CH₄ = 28)

2021	GWP ₁₀₀ [kt CO ₂ -eq.]	Anteil an Gesamt-THG nach GWP ₁₀₀ [%]	GWP* [kt CO ₂ -eq.*]	Anteil an Gesamt-THG nach GWP* [%]
Energie	34'174.87	75.51	32'899.80	X
Industr. Proz. & Produktnutzung	4'017.07	8.88	4'017.78	X
Landwirtschaft	5'897.83	13.03	2'214.97	X
Abfall	1'143.31	2.53	-406.90	X
Andere	15.62	0.03	14.52	X
Total	45'248.70	100	38'740.16	X

5. Klimaneutrale Landwirtschaft bezüglich Methanemissionen bis 2050

Anhand von Klimamodellen wurde berechnet, dass weltweit alle Nicht-CO₂-Substanzen (wie Aerosole oder Methan) pro Jahr um ca. 0.3% reduziert werden müssen, damit die Temperatur stabil bleibt und es nicht zu einer zusätzlichen Erwärmung kommt¹⁴. Eine geringe Reduktion ist nötig, weil die Formel die kurz- und langfristige Klimawirkung der Nicht-CO₂-Substanzen sowie die Veränderungen der Luftchemie berücksichtigt werden. Eine langfristige Klimawirkung entsteht beispielsweise, da sich die Temperatur erst mit einer gewissen Verzögerung, die teilweise mehrere Jahrzehnte dauern kann, an die neue Situation anpasst. Auch Rückkoppelungseffekte über den Kohlenstoffkreislauf werden miteinbezogen. So kommt es zum Beispiel zu Veränderungen in der Luftchemie aufgrund des Methanabbaus. Würden sich die Methanemissionen über längere Zeiträume stabilisieren oder abnehmen, würde auch dieser Prozentsatz sinken.

Bedeutung für die Schweizer Landwirtschaft:

- ➔ Methanemissionen der Schweizer Landwirtschaft (egal ob biogen oder fossil) müssen pro Jahr um ca. 0.3% reduziert oder durch 0.3% negative Emissionen kompensiert werden, damit sie keine zusätzliche Erwärmung verursachen.
- ➔ Verbleibende Methanemissionen müssen bis 2050 nicht auf Netto-Null (Kompensation von 100% durch negative Emissionen) reduziert werden, damit sie keine zusätzliche Erwärmung verursachen. Wenn 2050 deutlich weniger Methan als heute emittiert wird und die Methanemissionen danach konstant bleiben oder leicht sinken, ist die durch Methan verursachte zusätzliche Erwärmung nur noch sehr gering^{8,14}.

Alle Szenarien der IPCC, welche die Beschränkung der globalen Erwärmung auf 1.5°C erlauben, beinhalten bereits eine signifikante Senkung der Methanemissionen von bis zu 50%. Grund dafür ist, dass eine genügend rasche Senkung der CO₂-Emissionen nicht möglich sein wird und deshalb die kühlende Wirkung der Methanreduktion für die Erreichung der Temperaturziel notwendig ist.

- ➔ Die (einmalig) kühlende Wirkung der Reduktion der Methanemissionen leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Temperaturziele.

Reduktionsmassnahmen: Weltweit werden zahlreiche Studien durchgeführt, die Massnahmen zur Methanemissionsreduktion erforschen. Aktuell stehen folgende Massnahmen im Fokus:

- Organische und synthetische Futtermittelzusätze: Zurzeit ist deren Erfolg nicht eindeutig bewiesen. Es gibt Untersuchungen, die zeigen, dass sich der Pansen nach einer bestimmten Zeit an die Futtermittelzusätze gewöhnt und die Methanemissionen wieder zunehmen.
- Genetik: Zuchtwerte zu Methaneffizienz und Futtereffizienz
- Hofdüngermanagement: Potenzial gibt es bei der Verwertung von Hofdünger in Biogasanlagen, in denen Methan energetisch genutzt werden kann.

Es ist wichtig, dass erfolgreiche Reduktionsmassnahmen so schnell wie möglich in der Praxis umgesetzt werden können. Denn eine reine Tierbestandreduktion stellt keine Lösung dar. Insbesondere nicht, wenn die Ernährungsgewohnheiten der Schweizer Bevölkerung sich nicht vermehrt an der Lebensmittelpyramide ausrichten. Der aktuelle Trend zeigt, dass der Konsum von Fleisch in der Schweiz nicht abnimmt, sondern sich in den letzten zehn Jahren ungefähr auf ähnlichem Niveau befindet. Im Jahr 2020 war dies 51.8 kg Fleisch pro Person¹⁵. Daher würde die Schweiz zwar besser dastehen, aber keinen Beitrag gegen die Klimaerwärmung leisten, weil die fehlenden Produkte aus dem Ausland importiert werden und sich die Methanemissionen ins Ausland verlagern würden. Kann jedoch gemeinsam mit der Bevölkerung eine wesentliche Methanreduktion erreicht werden, würde dies nicht nur einen Mehrwert für die Landwirtschaft, sondern für die gesamte Schweiz und insbesondere für die Ernährungssicherheit ergeben.

¹⁵ Proviande. (2021). Der Fleischmarkt im Überblick.



5.1. Szenarien zur Erreichung der «Methan-Neutralität» der Schweizer Landwirtschaft nach GWP*

Generell wird mit der Erreichung der «Klimaneutralität» bei jeglichem Treibhausgas einen bedeutenden Beitrag zur Einhaltung der Temperaturziele geleistet. Dabei werden Emissionen reduziert und verbleibende Emissionen auf Netto-Null gesenkt (oder kompensiert). Eine «klimaneutrale» Handlung, Produkt usw. wirkt nicht mehr zusätzlich erwärmend, aber kann das Klima nach wie vor erwärmen. Weitere Massnahmen, wie die Ausscheidung und Senkung von CO₂ sind daher nötig, um die Temperaturziele zu erreichen.

Somit ist es auch in der Diskussion über landwirtschaftliche Methanemissionen relevant, ob von der «Erreichung der Temperaturziele» oder der «Klimaneutralität bezüglich Methanemissionen» gesprochen wird.

Erreichen der Temperaturziele (bezieht sich auf alle Emissionen): Hierbei lässt sich per se keine «Zahl» für Methan, welche man sich für das Jahr 2050 als Ziel setzen kann, ableiten. Entscheidend ist der Betrag der Veränderung des Emissionsbudgets ab heute. Wer wie viel zu reduzieren hat, ist eine politische Frage. In allen Szenarien der IPCC, die das 1.5°C Ziel berücksichtigen, ist eine starke Methanreduktion bereits einberechnet. Für die Einhaltung der Temperaturziele sind vergangene Emissionen ebenso wichtig, da ein grosser Teil des Emissionsbudgets für eine Erwärmung von 1.5°C bereits ausgeschöpft ist (bisherige Erwärmung: ca. 1.1°C). Die vergangenen Methanemissionen (ca. 20 Jahre) sind verantwortlich für etwa ein Drittel des bereits beanspruchten Emissionsbudgets. Es kann daher gefordert werden, dass eine gewisse Kompensation vergangener Emissionen durch negative Emissionen stattfindet. In diesem Fall reicht für Methan eine konstante Reduktion bestehender Emissionen aus, bei CO₂ braucht es eine Entnahme aus der Luft (negative Emission).

➔ Dennoch gilt: Jede Methanemission trägt im Vergleich zu deren Abwesenheit zur Erwärmung bei und ist relevant für die Erreichung der Temperaturziele (-> Emissionsniveau!).

Methan-Neutralität im Jahr 2050: Wie Klimamodelle zeigen, müssen Methanemissionen um ca. 0.3% pro Jahre reduziert werden. Da es sich dabei um einen Prozentsatz handelt, trifft dies unabhängig von Metrik zu oder ob es sich dabei um absolute Methanemissionen handelt. Damit leicht ersichtlich ist, um wie viel Methan es sich bei der Reduktion handelt, wurden in den Tabellen 7 und 8 die absoluten Methanwerte angegeben und nicht die Klimawirkung der Methanemissionen nach GWP₁₀₀ oder GWP*. Jedoch ist jegliche Aussage zur Klimawirkung nur mittels Umrechnungsmetrik möglich, denn die Angabe von absoluten Methanemissionen sagt nur etwas über die Menge, aber nichts über deren Klimawirkung, beziehungsweise dem Vergleich der Klimawirkung zwischen verschiedenen Treibhausgasen aus.

Nimmt man GWP* als Umrechnungsfaktor, dann muss rein mathematisch gesehen, der GWP*-Wert im Jahr 2050 Null betragen oder negativ (zusätzlicher Beitrag / «kühlender Effekt») sein. Konkret bedeutet dies, dass während den vorherigen 20 Jahren die Methanemissionen durchschnittlich pro Jahr um ca. 0.3%, sprich ca. 6%, reduziert worden sein müssen. Dies gilt unabhängig vom aktuellen Emissionsniveau.

Jedoch ist es unrealistisch, sich rein auf die Erfüllung der Formel nach GWP* zu verlassen. Zum einen ist ungewiss, ob GWP* eines Tages offiziell anerkannt wird oder nicht. Zum anderen ist es unwahrscheinlich, dass die Bedingungen in den vorherigen 20 Jahren genau erfüllt werden können, wenn zuvor nicht schon Massnahmen ergriffen werden. Nicht zu vergessen ist die wichtige Rolle des Emissionsniveau. Damit die Temperaturziele erreicht werden können, gilt nach wie vor, möglichst viele Methanemissionen in möglichst kurzer Zeit zu reduzieren. Denn ein tieferes Emissionsniveau reduziert die Wahrscheinlichkeit des Überschreitens von kritischen Schwellenwerten, dessen Folgen unumkehrbar sein werden und auch mit nachträglichen negativen Emissionen nicht mehr rückgängig gemacht werden können.



In den folgenden Szenarien steht jedoch die Erreichung der Klimaneutralität der Schweizer Landwirtschaft in Bezug zu den Methanemissionen im Vordergrund. Es gibt zwei Ausgangslagen, einmal mit und einmal ohne die Umsetzung von Massnahmen ab 2020 sowie zwei Szenarien. Es gilt die Annahme, dass bis 2050 eine jährliche Reduktion von ca. 0.3% der Methanemissionen stattfinden muss, damit diese nicht zusätzlich zur Klimaerwärmung beitragen. Das Jahr 2020 wurde aus Verständlichkeitsgründen gewählt.

- ➔ Die durchschnittliche Methanemissionsreduktion zwischen 2001 und 2021 betrug pro Jahr 0.17%. Einfachheitshalber beziehen sich die Szenarien auf die Grundlage 2000 bis 2020 mit einer durchschnittlichen jährlichen Methanreduktion von 0.15%

A1 Ausgangslage «weiter wie bisher»: Die durchschnittliche jährliche Methanreduktion der Schweizer Landwirtschaft während den letzten 20 Jahren (-0.15%) wird bis 2050 linear weitergezogen.

A2 Ausgangslage «weiter wie bisher, inkl. Massnahmen» Die durchschnittliche jährliche Methanreduktion der Schweizer Landwirtschaft während den letzten 20 Jahren (-0.15%) wird bis 2050 linear weitergezogen. Abgezogen wird das geschätzte Methanreduktionspotenzial der Massnahmen.

S1 Theoretisches Szenario: Reduktion von ca. 0.3% pro Jahr ab 2030: Dieses Szenario setzt als Ziel, dass genau im Jahr 2050 mit dem GWP* die «Methan-Neutralität» berechnet werden kann. Der GWP*-Wert muss dazu im Jahr 2050 Null betragen oder negativ (kühlender Effekt) sein. Dies wird erreicht, indem die Methanemissionen um durchschnittlich 0.3% pro Jahr zwischen 2030 und 2050, sprich die vorherigen 20 Jahre, reduziert werden. Es ist nicht relevant, wie hoch die Methanemissionsreduktion vor 2030 ist. Das Emissionsniveau spielt ebenfalls keine Rolle. Aus zuvor genannten Gründen ergibt es wenig Sinn dieses rein rechnerische Szenario weiterzuverfolgen, es eignet sich aber als Referenzpunkt.

S2 Realistisches Szenario: Reduktion von ca. 0.3% pro Jahr ab 2020: Dieses Szenario setzt das gleiche Ziel, die Erreichung der «Methan-Neutralität» im Jahr 2050. Da aber auch das Emissionsniveau eine wichtige Rolle spielt, wird mit einer jährlichen Reduktion von 0.3% ab 2020 gerechnet. Eine erfolgreiche Reduktion von ca. 0.3% pro Jahr ab 2020 bedeutet, dass die Landwirtschaft 2040 «methanneutral» wäre. Danach muss die jährliche Reduktion von ca. 0.3% aufrechterhalten werden, damit die Schweizer Landwirtschaft nach GWP* auch nach 20 Jahren klimaneutral wäre.

Folgende Annahmen gelten:

Annahme 1: Die durchschnittliche Methanemissionsreduktion pro Jahr während den letzten 20 Jahren von 0.15% wird linear bis ins Jahr 2050 weitergezogen.

Annahme 2 zur Massnahme Biogas: Der in der Biogasanlage verwertete Hofdünger beträgt von 2020 bis 2030 4% (aktueller Wert), 2030 bis 2040 10% und 2040 bis 2050 20%. Die Hofdüngermenge bleibt ungefähr konstant.

Annahme 3 zum Futtermittelzusatz am Beispiel Agolin Ruminant: Der Pansen gewöhnt sich nicht an das Agolin Ruminant und es kann konstant die gleiche Menge Methan von -8.2% pro Milchkuh pro Tag reduziert werden. Agolin Ruminant wird nur an Milchkuhe (nicht in der Mast oder an Mutterkuhe) verfüttert, deren Bestand bis 2050 weiterhin rückläufig ist. Geschätzt wird, dass 2020 bis 2030 ca. 10% der Milchkuhe Agolin Ruminant erhalten, 2030 bis 2040 ca. 30%, 2040-2050 ca. 50%. Die Alternative Bovaer wurde nicht berücksichtigt. Durchschnittlich beträgt die Wirkung von Agolin Ruminant nur ein Drittel der Wirkung von Bovaer. Alle offenen Fragen und fehlenden Untersuchungen werden ignoriert (keine Langzeitstudien, Zusammenhang Tiergesundheit, Feed-Food-Competition, Wirtschaftlichkeit, Eignung graslandbasierte Systeme,...)



Ergänzung zur Massnahme Zuchtwert: Im April 2023 bestätigte Semex nach ersten Forschungen in Kanada, dass bis 2050 mit einer Methanreduktion von 20-30% gerechnet werden kann. Dies gilt bisher nur für Hohlsteinkühe (in Kanada). Keine weiteren Angaben sind bekannt. Aufgrund fehlender Datengrundlage in der Schweiz und keinen weiteren Details dieser Untersuchungen wird diese Massnahme nicht berücksichtigt.

Die Tabelle 7 vergleicht die Ausgangslage ohne Berücksichtigung der Massnahmen mit den zwei Szenarien. Obwohl beim Szenario 1, Reduktion von 0.3% ab 2030, eine geringere Differenz besteht, ist das Emissionsniveau im Jahr 2050 höher als beim Szenario 2. Wie zuvor besprochen, ist es wichtig, das Emissionsniveau so weit wie möglich zu senken. Anhand des Szenario 2 würde die Schweizer Landwirtschaft die Methan-Neutralität bereits im Jahr 2040 (Differenz 20 Jahre anhand GWP*) erreichen. Die Reduktion von 0.3% pro Jahr muss weiterhin erreicht werden, damit die Landwirtschaft 2050 bezüglich den Methanemissionen nach wie vor klimaneutral ist. Wird mehr als 0.3% pro Jahr reduziert, können diese negative Emissionen zB als Zertifikate verkauft werden, da die Landwirtschaft eine zusätzliche Leistung für die Schweiz erbringt. Orientieren könnte man sich beispielsweise am «Machbaren» oder am Ziel der IPCC-Szenarien von einer Methanreduktion von bis zu 50%.

Tabelle 7: Vergleich der Ausgangslage ohne Berücksichtigung der Massnahmen mit den Szenarien S1 und S2 (absolute Methanemissionen)

Jahr	A1: Ohne Massnahmen CH ₄ [t]	S1: Theoretisch - Reduktion ab 2030 CH ₄ [t]	Differenz CH ₄ [t]	S2: Realistisch - Reduktion ab 2020 CH ₄ [t]	Differenz CH ₄ [t]
2020	151'155	151'155	0	151'155	0
2025	150'025	150'025	0	148'901	1'123
2030	148'903	148'903	0	146'681	2'222
2035	147'789	146'683	1'107	144'494	3'295
2040	146'684	144'496	2'189	142'339	4'345
2045	145'587	142'341	3'246	140'217	5'370
2050	144'499	140'219	4'280	138'126	6'372

Die Tabelle 8 zeigt die gleichen Szenarien, jedoch inklusive der Reduktionsmassnahmen M1 Biogasanlagen und M2 Futtermittelzusätze (FMZ). Um es kurz zusammenzufassen, die Methanemissionsreduktionen mittels Biogasanlagen reichen selbst beim Szenario 1, in welchem von einer Reduktion von 0.3% pro Jahr ab 2020 ausgegangen wird, aus, um restliche Methanemissionen zu kompensieren und Klimaneutralität bezüglich Methanemissionen bis 2050 zu erreichen.

Tabelle 8: Vergleich der Ausgangslage inklusive Massnahmen mit den Szenarien S1 und S2 (absolute Methanemissionen)

Jahr	A1: Ohne Massnahmen CH ₄ [t]	M1 Biogas CH ₄ [t]	M2 FMZ CH ₄ [t]	A2: Mit Massnahmen CH ₄ [t]	S1: Theoretisch - Reduktion ab 2030 CH ₄ [t]	Differenz CH ₄ [t]	S2: Realistisch - Reduktion ab 2020 CH ₄ [t]	Differenz CH ₄ [t]
2020	151'155	2'085	626	148'443	148'443	0	148'443	0
2025	150'025	2'085	612	147'328	147'328	0	146'230	1'098
2030	148'903	2'085	597	146'220	146'220	0	144'050	2'171
2035	147'789	5'212	1'750	140'827	144'040	-3'213	141'902	-1'075
2040	146'684	5'212	1'709	139'763	141'892	-2'129	139'786	-23
2045	145'587	10'424	2'782	132'382	139'777	-7'395	137'702	-5'320
2050	144'499	10'424	2'716	131'358	137'693	-6'334	135'649	-4'290

6. Schlussfolgerung

Um den Druck von den Methanemissionen zu nehmen, reicht es nicht aus, dass die Begründung alleinig auf dem Unterschied zwischen biogenem und fossilem Methan beruht. Für die Vergleichbarkeit der Klimawirkung mit anderen Emissionen und für die zeitliche Einordnung ist eine Umrechnung nach GWP* zu empfehlen. Daher soll GWP* als Umrechnungsmetrik zusätzlich im Treibhausgasinventar aufgenommen werden.

1. **Realistische Abbildung & Sichtbarkeit der Methanreduktion:** Aus wissenschaftlicher Sichtweise sollte GWP* miteinbezogen werden, da GWP₁₀₀ der Aufgabe, die Klimawirkung von Reduktionspfaden kurzlebiger Substanzen abzubilden, nicht gerecht wird. Dies ist fragwürdig, wenn Ziele gesetzt und erreicht werden müssen und ein dafür ungeeignetes Mass verwendet wird. Eine realitätsnahe Abbildung bietet eine hilfreiche Ausgangslage für weitere Diskussionen und Verhandlungen.
2. **Die Methanemissionen der Schweizer Landwirtschaft müssen 2050 nicht Netto-Null erreichen,** wie nach GWP angenommen, oder dann ist es die Erreichung von Netto-Null berechnet nach GWP*. Sprich, dank der Kurzlebigkeit des Methans müssen verbleibende Emissionen nicht zu 100% durch negative Emissionen kompensiert werden, damit Klimaneutralität erreicht werden kann. Dies relativiert die gesetzten Emissionsreduktionspfade und senkt den Beitrag der notwendigen negativen Emissionen zur Kompensation verbleibender Emissionen stark.
3. **Veränderter Anteil der Emissionen innerhalb der Landwirtschaft:** Die Methanemissionen aus der Tierhaltung sind weniger schlimm, wie angenommen. Dies wirkt entlastend. Es findet eine anteilmässige Verschiebung in Richtung Lachgas statt, da die Klimawirkung von Methanemissionen weniger gewichtet wird und jene von Lachgas gleichbleibt.

Das heisst, die Landwirtschaft muss pro Jahr ca. 0.3% (oder während 20 Jahren 6%) der Methanemissionen reduzieren, damit diese nicht mehr zusätzlich zur Klimaerwärmung beitragen. Damit ist die Landwirtschaft bezüglich Methanemissionen klimaneutral, aber trägt darüber hinaus nicht weiter zur Erreichung der Temperaturziele bei. Genau dies wird gefordert, da es darum geht, unter anderem für die Entwicklung und den Ausbau von Techniken zur CO₂-Entnahme aus der Luft, Zeit zu gewinnen. Vor dem Hintergrund der Diskussion rund um die Ernährungssicherheit ist jedoch klar, dass die Priorität in der Erreichung der Klimaneutralität liegt. Sollen mehr als 0.3% pro Jahr reduziert werden, geht dies nur gegen entsprechende (finanzielle) Leistungen.

Nach aktuellem Stand ist die Erreichung der Klimaneutralität bezüglich Methanemissionen bis 2050 mit der Massnahme «Biogasanlage» möglich.

Zu berücksichtigen ist, dass die Diskussion über die Metriken GWP₁₀₀ vs GWP* für kurzlebige Treibhausgase nach wie vor aktuell ist und auf internationaler Ebene weitergeführt wird. Das heisst, in den nächsten Jahren können sich neue Erkenntnisse ergeben.