

**Programm zur Reduktion von
Lachgas-Emissionen in der Schweizer Landwirtschaft –
Ammonium-stabilisierter Mineraldünger *ENTEC 26***

Programm zur Emissionsverminderung in der Schweiz

Dokumentversion: 2.7
Datum: 15.9.2016

Inhalt

1	Angaben zur Projektorganisation	3
2	Technische Angaben zum Projekt	4
2.1	Projekttyp und Art der Treibhausgasemissionen	4
2.2	Standort und Technologie	4
2.2.1	Projektstandort	4
2.2.2	Technologie	4
2.3	Beschreibung des Projekts	6
2.3.1	Ausgangslage	6
2.3.2	Programmziel und Teilnahmekriterien	7
2.3.3	Referenzszenario	10
2.4	Termine	11
3	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten	12
3.1	Finanzhilfen	12
3.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	12
4	Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen	13
4.1	Systemgrenze	13
4.2	Direkte und indirekte Emissionsquellen	13
4.3	Projektemissionen	15
4.4	Referenzentwicklung	18
4.5	Erwartete Emissionsverminderungen	19
5	Nachweis der Zusätzlichkeit	20
6	Aufbau und Umsetzung des Monitorings	21
6.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	21
6.2	Datenerhebung und Parameter	22
6.3	Prozess- und Managementstruktur	30
7	Anmerkungen zum Eignungsentscheid (von der Geschäftsstelle Kompensation)	32

Anhang

- A1. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A2. Unterlagen zum Monitoring
- A3. Referenzabsatz
- A4. Wirtschaftlichkeitsberechnung
- A5. Plausibilisierung des Faktors K_{direkt}
- A6. Quellenverzeichnis
- A7. Mustervorhaben – Erfüllung der Teilnahmekriterien
- A8. Abkürzungen
- A9. Anmeldeformular für weitere Vorhaben

1 Angaben zur Projektorganisation

Projekttitle (wie er in der Verfügung erscheinen soll)	Programm zur Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Schweizer Landwirtschaft – Ammonium-stabilisierter Mineraldünger <i>ENTEC 26</i>
Version des Dokuments	vgl. Titelblatt
Datum	vgl. Titelblatt

Gesuchsteller ¹	First Climate (Switzerland) AG Brandschenkestr. 51 8002 Zürich
Kontaktperson Gesuchsteller	Urs Brodmann 044 298 2800 consulting@firstclimate.com
Einverständnis zur Veröffentlichung	<input checked="" type="checkbox"/> Ich bin damit einverstanden, dass nach der Registrierung des Projekts durch das BAFU die Daten im Feld „Gesuchsteller“ auf der Internetseite des BAFU aufgeschaltet werden. <input type="checkbox"/> Ich bin damit einverstanden, dass nach der Registrierung des Projekts durch das BAFU die Daten im Feld „Gesuchsteller“ und die Daten im Feld „Kontaktperson Gesuchsteller“ auf der Internetseite des BAFU aufgeschaltet werden.

Projektentwickler/Verfasser der Projektbeschreibung	First Climate (Switzerland) AG
Kontakt	Urs Brodmann Brandschenkestr. 51, 8002 Zürich

Projektpartner	Omya (Schweiz) AG
Kontakt	Lucas Burkhard Alte Strasse 33, 4665 Oftringen
Rolle des Projektpartners im Projekt	Vertrieb von <i>ENTEC 26</i> und Umsetzung des ersten Vorhabens im Rahmen dieses Programms

¹ Hinweis: Bescheinigungen werden lautend auf den Gesuchsteller ausgestellt. Sollte der Gesuchsteller im Laufe des Projektes ändern, so ist dies dem BAFU schriftlich mitzuteilen.

2 Technische Angaben zum Projekt

2.1 Projekttyp und Art der Treibhausgasemissionen

Projekttyp	<input type="checkbox"/> 1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme <input type="checkbox"/> 2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme <input type="checkbox"/> 2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden <input type="checkbox"/> 3.1 Produktion von Biogas ² <input type="checkbox"/> 3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse <input type="checkbox"/> 3.3 Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> 3.4 Solarenergie <input type="checkbox"/> 4.1 Brennstoffwechsel für Prozesswärme <input type="checkbox"/> 5.1 Effizienzverbesserung bei Personentransport oder Güterverkehr <input type="checkbox"/> 5.2 Einsatz von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen <input type="checkbox"/> 6.1 Methanvermeidung: Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methan ³ <input type="checkbox"/> 7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase <input checked="" type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N ₂ O) <input type="checkbox"/> 9.1 Biologische Sequestrierung: Holzprodukte <input type="checkbox"/> andere: <i>Nähere Bezeichnung</i>
-------------------	---

Umsetzungsform

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

2.2 Standort und Technologie

2.2.1 Projektstandort

Die Umsetzung des Programmes findet auf Landwirtschaftsbetrieben in der ganzen Schweiz statt (Situationsplan nicht sinnvoll).

2.2.2 Technologie

Die Anwendung herkömmlicher mineralischer Stickstoff-Dünger in der Landwirtschaft führt zu erheblichen Lachgasemissionen, einerseits im Zuge der Umwandlung von Ammoniumstickstoff zu Nitrat durch spezialisierte Bodenbakterien (sogenannte Nitrifikation), und andererseits bei der bakteriellen Reduktion von Nitrat zu Luftstickstoff (sogenannte Denitrifikation). Der Zusatz des Wirkstoffes DMPP (3,4 Dimethylpyrazolphosphat) zum Dünger hemmt den bakteriellen Nitrifikationsprozess. Dadurch werden die Lachgas-Emissionen markant gesenkt.

Der Wirkstoff DMPP wurde in den Neunzigerjahren von der Firma BASF entwickelt. Auf dem Düngemarkt ist DMPP in Form der *ENTEC*[®]-Düngermischungen der Firma EuroChem Agro GmbH verfügbar.⁴

² Unter diesem Projekttyp sind Projekte aufzuführen, bei denen in landwirtschaftlichen oder industriellen Biogasanlagen Biogas produziert wird und neben der reinen Methanvermeidung *zusätzlich* Bescheinigungen generiert werden aus der *Nutzung dieses Biogases* in Form von Wärme oder aus der Einspeisung in ein Erdgasnetz. Handelt es sich beim Projekt nur um Stromproduktion, welche durch die KEV abgegolten wird und Bescheinigungen nur für den Methanvermeidungsteil generiert, fällt das Projekt unter den Typ „Methanvermeidung: Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methan“

³ Unter diesen Projekttyp fallen Biogasanlagen, die ausschliesslich für die Methanreduktion Bescheinigungen erhalten sowie Deponiegasprojekte.

⁴ EuroChem Agro, <http://eurochemagro.com/products/entec/> (abgerufen am 05.08.2015)

DMPP musste vor der Markteinführung umfangreiche toxikologische und ökotoxikologische Tests bestehen. Bis heute sind diesbezüglich keine negativen Nebeneffekte bekannt [1]. Seit der Markteinführung der Basisformulierung *ENTEC 26*⁵ Ende der Neunzigerjahre sind weitere *ENTEC*-Formulierungen hinzugekommen, welche z.B. auch Phosphat, Kalium sowie weitere Elemente enthalten.

Neben DMPP sind weitere Nitrifikationshemmstoffe (NH) weltweit im Einsatz [1]. Ein Beispiel ist Nitrapyrin, welches vornehmlich in den USA eingesetzt wird und in der Schweiz, Deutschland und Österreich nicht als Düngierzusatzstoff zugelassen ist.⁶ In Europa ist DMPP der wichtigste Nitrifikationshemmer; seine positiven Eigenschaften wurden im Rahmen diverser Studien in den letzten 20 Jahren bestätigt.

Das Verkaufsargument für Ammonium-stabilisierte Dünger gegenüber den Landwirten besteht darin, dass sie die Stickstoff-Verfügbarkeit für die Pflanzen verbessern und damit die Effizienz der Verwertung erhöhen. Zudem empfehlen bzw. fördern gewisse Behörden im europäischen Ausland den Einsatz dieser Dünger aus Gründen des Gewässerschutzes.^{7, 8} Trotzdem konnten sich Ammonium-stabilisierte Dünger bislang nicht am Markt durchsetzen. Europaweit werden heute schätzungsweise 400'000 t *ENTEC*-Dünger vermarktet.⁹ Dies entspricht ca. 0.4% des Verbrauchs an mineralischem Stickstoff in der europäischen Landwirtschaft.¹⁰

In der Schweiz sind seit 2006 fünf verschiedene mineralische Stickstoffdüngermischungen mit Zusatz von DMPP vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) zum Vertrieb zugelassen. Bis heute werden aber nur zwei davon vertrieben, nämlich die Basisformulierung *ENTEC 26* und der Volldünger *ENTEC perfekt* (vgl. Produktbroschüre [2]). Diese sind gleichzeitig die derzeit einzigen Ammonium-stabilisierten Dünger auf dem Schweizer Markt. Auch hierzulande sind diese Dünger somit Nischenprodukte mit einem sehr geringen Marktanteil (vgl. Kapitel 5).

Im internationalen Kontext werden Nitrifikationshemmer als Klimaschutzmassnahme mit einem sehr hohen Reduktionspotential erwähnt, unter anderem durch die dänische Regierung [3], die Europäische Kommission [4], UNFCCC [5] sowie IPCC.¹¹ In Australien sind NH auf der Positivliste für potentielle Klimaschutzprojekte im Rahmen der Carbon Farming Initiative aufgeführt.¹² Als Haupthinderungsgrund für den umfassenderen Einsatz von NH werden meist die prohibitiv hohen Kosten genannt.

⁵ *ENTEC 26* enthält 26% Stickstoff und 13% Schwefel. Vgl. <http://eurochemagro.com/products/entec/>

⁶ Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Nitrifikationshemmer> sowie <https://de.wikipedia.org/wiki/Nitrapyrin> (abgerufen am 05.08.2015)

⁷ Zur Reduktion der Auswaschung wurden NH ursprünglich konzipiert und sie werden weiterhin durch unterschiedliche Behörden für diesen Einsatz empfohlen [1], [10].

⁸ In Deutschland wird der Einsatz von N-stabilisiertem Dünger in Trinkwasserschutzgebieten regionalspezifisch durch eine Vergütung gefördert. Das Beispiel einer freiwilligen Vereinbarung zwischen den Landwirten und den Wasserversorgern im Raum Uelzen ist in [6] dargestellt, die entsprechende Vergütung beträgt zwischen 40 und 60 € pro ha.

⁹ *ENTEC*, <http://entecfertilisers.com.au/ENTEC%20Experiences/The%20European%20ENTEC%20experience> (abgerufen am 05.08.2015)

¹⁰ Der gesamte Stickstoffverbrauch lag in Europa im Jahr 2013 bei 26 Mt N [9].

¹¹ IPCC, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg3/index.php?idp=117> (abgerufen am 06.08.2015)

¹² Australian Government – Department of the Environment, <http://www.environment.gov.au/climate-change/emissions-reduction-fund/cfi/positive-list/activities/application-urease-or-nitrification-inhibitors> (abgerufen am 06.08.2015)

Neben den angerechneten Lachgas-Emissionsreduktionen führt der Einsatz von Mineraldüngerstickstoff mit DMPP zu folgenden positiven Nebeneffekten, welche im Rahmen dieses Programmes nicht genauer quantifiziert werden:

- Beitrag zum Gewässerschutz durch eine Reduktion der Auswaschung von Stickstoff in Form von NO_3^- sowie der Kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ und Na^+ [7].
- Verhinderung toxischer Konzentrationen von NO_3^- für Pflanzen und Konsumenten [1].
- Reduktion der NO_x -Emissionen und ihrer assoziierten negativen Effekte [8].
- Signifikante Reduktion von THG-Emissionen ausserhalb der hier gewählten Systemgrenze (siehe auch Kapitel 4.2, Leakage).

Schematische Darstellung

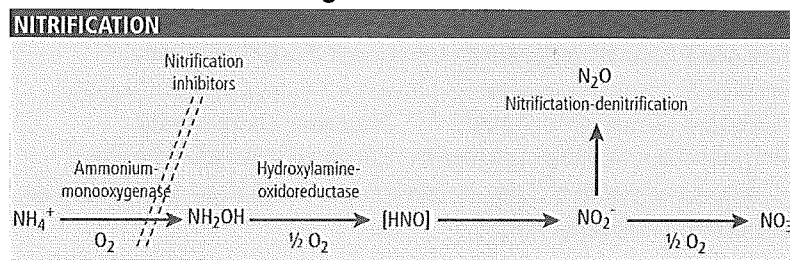


Abbildung 1: Grundsätzliche Wirkungsweise von Nitrifikationshemmern (nitrification inhibitors) [1]

Lachgas entsteht im Boden direkt im Verlauf der Nitrifikation von Ammonium (NH_4^+) sowie auch der Denitrifikation von Nitrat (NO_3^-). Ammonium und DMPP haben im Boden eine geringe Mobilität, während Nitrat mobil ist. DMPP hemmt die Aktivität von Bakterien temporär, welche für die Oxidation von Ammonium-N verantwortlich sind, und stabilisiert dadurch den Stickstoff in seiner Ammoniumform. In der Bilanz mindert DMPP einerseits die **direkten Lachgasemissionen** aus dem Nitrifikations- und Denitrifikationsprozess sowie andererseits die **Auswaschung von Nitrat** und die damit verbundenen, **indirekten Lachgasemissionen**.

2.3 Beschreibung des Projekts

2.3.1 Ausgangslage

Der Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern in der Landwirtschaft führt gemäss Schweizer Treibhausgasinventar [11] über drei Wege zu N_2O -Emissionen:

- N_2O -Direktemissionen** bei der Nitrifikation/Denitrifikation direkt nach der Ausbringung der Stickstoffdünger. Im Inventar wird der von der IPCC empfohlene Standard-Emissionsfaktor von $0.0100 \text{ t N}_2\text{O-N/t N}$ verwendet.¹³ Das bedeutet, dass 1% des ausgebrachten Stickstoffs direkt in Form von N_2O emittiert wird. Gemäss der Studie [14] reduzieren sich diese Emissionen beim Einsatz von DMPP durchschnittlich um 73%. Letztere Feldstudie fand in Deutschland unter mit der Schweiz vergleichbaren Bedingungen statt.
- Indirekte N_2O -Emissionen über die **Auswaschung und den Abfluss von Stickstoff** (überwiegend als Nitrat). 30% des ausgebrachten Mineraldünger-Stickstoffs wird gemäss IPCC ausgewaschen.¹⁴ Eine wissenschaftliche Studie [14] hat gezeigt, dass die Nitratmenge im Boden beim Einsatz von DMPP um 23% reduziert wird, was wiederum zu einer Reduktion der Auswaschung im selben Umfang führt.

¹³ Siehe Seite 290 im Schweizer Treibhausgasinventar (NIR 2015) [20]

¹⁴ Siehe Parameter F_{Aus} im Kapitel 6.2

- C. Indirekte N₂O-Emissionen über die **Verflüchtigung und Deponierung von Ammoniak (NH₃)**. Ein kleiner Teil des Mineraldünger-N verflüchtigt sich in Form von Ammoniak und führt über diesen Weg zu indirekten N₂O-Emissionen. Der Einsatz von DMPP hat keinen Einfluss auf diese Emissionen [18], [19]. Deshalb werden sie im vorliegenden Programmantrag nicht berücksichtigt.

Die in Form von Mineraldünger ausgebrachte Stickstoffmenge in der Schweiz betrug im Jahr 2012 gemäss dem Treibhausgasinventar 45.5 kt.¹⁵ Daraus resultierten N₂O-Direktemissionen im Umfang von 256 kt CO₂eq.¹⁶ Hinzu kamen noch die indirekten Emissionen infolge Auswaschung und Verflüchtigung [13]. Diese Zahlen unterstreichen die Bedeutung der Stickstoffdüngung als Treibhausgas-Emissionsquelle.

Unter Verwendung der im Schweizer Treibhausgasinventar genannten Faktoren belaufen sich die Lachgasemissionen aus dem Einsatz mineralischer Stickstoffdünger über die zwei im Programm berücksichtigten Wege A und B auf insgesamt 5.74 t CO₂eq/t N. Davon entfallen 4.68 t CO₂eq auf die direkten Emissionen (Weg A) und 1.05 t CO₂eq auf die indirekten Emissionen infolge Auswaschung (Weg B; vgl. die Herleitung in Anhang 1).

Der Einsatz von *ENTEC 26* anstelle von herkömmlichen Stickstoffdüngern reduziert diese Emissionen um 3.29 t CO₂eq/t N auf noch 2.45 t CO₂eq/t N (vgl. Herleitung im Kapitel 4.3 und 4.4 sowie Anhang 1).

2.3.2 Programmziel und Teilnahme Kriterien

Das Ziel des Programmes ist es, die Umstellung von herkömmlichen mineralischen Stickstoffdüngern auf *ENTEC 26* durch eine Vergünstigung des Verkaufspreises zu fördern. Zu diesem Zweck reduzieren die am Programm teilnehmenden Vertrieber ihren Verkaufspreis für *ENTEC 26* soweit, dass ihre Nettomarge [REDACTED] des Verkaufserlöses beträgt, [REDACTED]. Die Prozess- und Managementstruktur des Programms wird im Abschnitt 6.3 erläutert.

Die Vorhaben des Programmes definieren sich durch die Identität des Vertriebers. Jeder Vertrieber von *ENTEC 26* kann im Rahmen eines gesonderten Vorhabens am Programm teilnehmen, sofern er alle in Tabelle 1 aufgeführten Teilnahme Kriterien erfüllt. Als Mustervorhaben dient die Firma Omya (Schweiz) AG, Oftringen, welche heute als Alleinimporteurin von *ENTEC 26* fungiert und das Produkt an Zwischenhändler und Endverbraucher in der Schweiz vertreibt (vgl. Anhang 7).

¹⁵ Siehe Seite 275 in Schweizer Treibhausgasinventar [11]

¹⁶ Gemäss [13] Table4.Ds1 sind die Direktemissionen 0.86 Gg N₂O. Umgerechnet mit dem GWP-100 Emissionsfaktor für N₂O von 298 tCO₂eq/tN₂O ergibt dies 256 kt CO₂eq.

Projektbeschreibung

Die Erfüllung der Teilnahmekriterien ist ex post für jede Monitoringperiode nachzuweisen, mit Ausnahme von Kriterium 3.b), für welches ein einmaliger Nachweis bei Aufnahme des Vorhabens in das Programm genügt. Erfüllt ein Vorhaben die Teilnahmekriterien temporär nicht, so wird es von der Teilnahme am Programm ausgeschlossen, bis die Kriterien wieder erfüllt sind.

Das zweite derzeit auf dem Schweizer Markt verfügbare Produkt *ENTEC perfekt* ist von der Teilnahme am Programm ausgeschlossen, weil eine Bescheinigung der damit erzielten Emissionsreduktionen keine ausreichende Vergünstigung dieses Produktes erlaubt. Dies rührt einerseits daher, dass sein Stickstoffgehalt und damit die erzielbare Emissionsminderung deutlich tiefer liegen (14% gegenüber 26% bei *ENTEC 26*). Zum anderen liegen die spezifischen Preise und Margen für Volldünger wie *ENTEC perfekt* deutlich über jenen von *ENTEC 26*.

Tabelle 1: Kriterien für die Teilnahme von Vorhaben am Programm

Kriterium	Beschreibung (und Begründung)
1. Produkt	<p><i>ENTEC 26</i> mit einem DMPP-Gehalt von mindestens 0.8%, bezogen auf den Gehalt an Ammoniumstickstoff (gemäss Herstellerangaben).</p> <p>Begründung: <i>ENTEC 26</i> enthält mindestens 0.8% DMPP.¹⁷ Die Studien zur Wirksamkeit von DMPP bezüglich Lachgas-Emissionsreduktion basieren auf <i>ENTEC 26</i> mit dieser Zusammensetzung. Bei einer (sehr unwahrscheinlichen) Absenkung des DMPP-Gehaltes durch den Hersteller müsste die für das Programm unterstellte emissionsmindernde Wirkung von <i>ENTEC 26</i> hinterfragt werden.</p>
2.a) Bezugsquelle	<p>Der Vertreter importiert das Produkt aus dem Ausland oder weist nach, dass sein Lieferant sowie dessen vorgelagerte Lieferanten ihrerseits nicht am Programm teilnehmen.</p> <p>Begründung: Ausschluss von Doppelzählungen</p>
2.b) Nutzung in der Schweiz	<p>Exporte des Produktes an Abnehmer ausserhalb der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein werden entweder ausgeschlossen oder bei der Berechnung der Emissionsreduktionen in Abzug gebracht.</p> <p>Begründung: Keine Bescheinigung für exportiertes <i>ENTEC 26</i></p>
2.c) Klimamehrwert	<p>Die Abnehmer treten den Klimamehrwert des Produktes an den Vertreter ab und bestätigen, dass sie diesen nicht selber nutzen. Der Vertreter tut dasselbe gegenüber dem Programmkoordinator.</p> <p>Begründung: Ausschluss von Doppelzählungen</p>
3. Nettomarge	<p>a) Vertrieb des Produktes mit <i>Nettomarge</i> (gemäss nachstehender Definition) [REDACTED] des Erlöses aus dem Produktverkauf exkl. MWSt.</p> <p>b) Zudem, falls der Vertreter das Produkt bereits vor der Teilnahme am Programm vertrieben hat: Nachweis einer <i>substanziellen Absenkung</i> (gemäss nachstehender Definition) der durchschnittlichen Nettomarge pro Tonne Produkt</p> <p>Begründung: Gewährleistung der Zusätzlichkeit</p>
4. Unabhängigkeit	<p>Der Vertreter ist vom Hersteller des Produktes sowie von seinen Lieferanten rechtlich und organisatorisch unabhängig.</p> <p>Begründung: Vermeidung einer Verlagerung der Marge zu Lieferanten bzw. Herstellern. Sicherstellung einer absoluten Preisreduktion für die Verbraucher von <i>ENTEC 26</i> (Landwirte).</p>

Für den Nachweis der Erfüllung der Teilnahme Kriterien gelten folgende Definitionen:



¹⁷ Der deutsche Gesetzgeber schreibt einen Wirkstoffgehalt von DMPP in ammoniumhaltigen stickstoffstabilisierten Mineraldüngern von mindestens 0.8% des Gehaltes an Ammoniumstickstoff vor. Produktionsseitig wird mit ca. 0.92% gearbeitet, um unvermeidliche Verluste abdecken zu können und nicht dem Risiko zu unterliegen, in eine Unterkonzentration zu geraten (persönliche Auskunft Hr. Berwinkel, Firma Eurochem Agro, Mannheim, 26.08.2014).

[REDACTED]

[REDACTED]

„**Substanzielle Absenkung**“: Die Absenkung der durchschnittlichen Nettomarge pro Tonne Produkt gilt als substanziell, wenn der Vertreiber anlässlich der Aufnahme des Vorhabens in das Programm nachweist, dass das erwartete Absatzwachstum aufgrund der Preissenkung des Produktes nicht ausreicht, um den absoluten **Margenverlust** innert [REDACTED] zu kompensieren. Das bedeutet, dass die zu erwartende Payback-Dauer für die Investition in Form von Margenverzicht ohne den Ertrag aus Bescheinigungen [REDACTED] beträgt.

„**Margenverlust**“ (in CHF/a) = Differenz zwischen der **Referenzmarge** des Teilnehmers und seiner **zulässigen Marge** bei Teilnahme am Programm, wobei:

„**Referenzmarge**“ (in CHF/a) = durchschnittlicher Produktabsatz (in t/a) des Teilnehmers im **Referenzzeitraum**, multipliziert mit seiner effektiven durchschnittlichen spezifischen Nettomarge (in CHF/t) im Referenzzeitraum, und

„**Zulässige Marge**“ (in CHF/a) bei Teilnahme am Programm = durchschnittlicher Produkteabsatz (in t/a) des Teilnehmers im **Referenzzeitraum**, multipliziert mit der maximal zulässigen spezifischen Nettomarge (in CHF/t). Letztere berechnet sich aus dem mittleren, um die effektive Nettomarge bereinigten Erlös im Referenzzeitraum, multipliziert mit der Obergrenze [REDACTED]; und

„**Referenzzeitraum**“ bedeutet die fünf letzten Jahre vor der Anmeldung des Vorhabens, oder wenn die Absatzhistorie des Teilnehmers kürzer ist, den Zeitraum ab dem Datum seines ersten Absatzes.

2.3.3 Referenzszenario

Das Referenzszenario bezeichnet die zukünftige Absatzentwicklung von *ENTEC 26* in der Schweiz ohne das Bescheinigungsprogramm.

Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von *ENTEC 26* keinen Einfluss auf die insgesamt ausgebrachte Stickstoffmenge hat, da die Empfehlungen des BLW bezüglich Obergrenzen für die Stickstoffdüngung (Normdüngung) nicht vom Einsatz von DMPP abhängt, sondern von anderen Faktoren wie Kulturart, Ertrag und Tierbestand.

Die historische Absatzentwicklung von *ENTEC 26* in der Schweiz seit 2009 ist in Anhang 3 dargestellt. [REDACTED] Diese Daten legen nahe, dass das Produkt im Schweizer Markt seine Sättigungsgrenze erreicht hat und der Absatz ohne das Programm weiter stagnieren würde.

Der Referenzabsatz von *ENTEC 26* während der Programmlaufzeit wird vorerst auf [REDACTED] [REDACTED]. Vgl. die Erläuterungen hierzu im Anhang 3. Während der Programmlaufzeit wird der Referenzabsatz periodisch an die Entwicklung des gesamten mineralischen Stickstoffabsatzes in der Schweiz angepasst. Vgl. hierzu Abschnitt 4.3.

Bei einem unterjährigem Start des Programms ist der Referenzabsatz bis zum Ende des ersten Kalenderjahres auf Monats- bzw. Tagesbasis zu berechnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass *ENTEC 26* hauptsächlich im Zeitraum Oktober bis März verkauft wird. Der Referenzabsatz für das erste Kalenderjahr wird deshalb nicht linear gekürzt, sondern proportional zum durchschnittlichen,

anteiligen Absatz in den jeweiligen Monaten der letzten 5 Jahre berechnet (siehe Anhang 3). Dasselbe gilt analog für die Berechnung des Referenzabsatzes im letzten Jahr der Kreditierungsperiode des Programmes.

Der Referenzabsatz gilt für die Summe aller am Programm teilnehmenden Vorhaben. Im Falle mehrerer Vorhaben wird der Referenzabsatz proportional zum effektiven Absatz jedes Vorhabens im jeweiligen Kalenderjahr aufgeteilt.

2.4 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	Umsetzungsbeginn voraussichtlich zum 1. Oktober 2016	Die Umsetzung des Programms beginnt mit dem Umsetzungsbeginn des ersten Vorhabens Die Belege für den Umsetzungsbeginn werden im Rahmen des ersten Monitorings nachgereicht.
Wirkungsbeginn	Gleichzeitig mit Umsetzungsbeginn	

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Programmes (Programmlaufzeit) (in Jahren):	7 Jahre, zzgl. allfälliger Verlängerungen um jeweils 3 Jahre	Die Programmlaufzeit ist identisch mit der Kreditierungsperiode, zzgl. allfälliger Verlängerungen derselben. Während der der Programmlaufzeit können neue Vorhaben angemeldet werden.
Wirkungsdauer der Vorhaben:	Für die Dauer der Vergünstigung des Produktes durch das Vorhaben, längstens bis zum Ablauf der Kreditierungsperiode des Programmes inkl. allfälliger Verlängerungen derselben	Die Mehrkosten der Vorhaben ergeben sich aus der laufenden Vergünstigung des Produktes. Die Wirkung der Vorhaben hält an, solange das Produkt vergünstigt wird. Das Produkt kann vergünstigt werden, solange die erzielten Emissionsreduktionen bescheinigt werden. Zur Gewährleistung einer Gleichbehandlung der Vorhaben gegenüber Einzelprojekten wird die mögliche Wirkungsdauer auf die Dauer der Kreditierungsperiode beschränkt, d.h. auf zunächst 7 Jahre zuzüglich allfälliger Verlängerungen um jeweils 3 Jahre nach erfolgreicher Revalidierung des Programmes.

	Datum Beginn	Datum Ende
1. Kreditierungsperiode:	Gleichzeitig mit Umsetzungsbeginn des Programmes	Datum Umsetzungsbeginn plus 7 Jahre

3 Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

3.1 Finanzhilfen

Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von *staatlichen* Finanzhilfen berechtigt?

- Ja
 Nein

Wenn im Verlauf des Programms die Inanspruchnahme von staatlicher Finanzhilfe möglich wird, würde die jährliche Finanzhilfe erhoben, so dass eine Wirkungsaufteilung durch die Programmleitung erstellt werden kann.

3.2 Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO₂-Abgabe befreit sind

Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO₂-Abgabe befreit sind?

- Ja
 Nein

Landwirtschaftsbetriebe können sich grösstenteils nicht von der CO₂-Abgabe befreien lassen. Zudem sind die landwirtschaftlichen N₂O-Emissionen in keinem Fall Teil einer Verpflichtung im Rahmen der Befreiung der CO₂-Abgabe.

4 Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

4.1 Systemgrenze

Die Systemgrenze umfasst alle Schweizer Landwirtschaftsbetriebe, welche Mineraldünger mit DMPP einsetzen. Dabei beinhaltet die Systemgrenze alle N₂O-Emissionen aus Stickstoff, welche über die zwei in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Wege entstehen. Die indirekten N₂O-Emissionen über die Verflüchtigung und Deponierung von Ammoniak (NH₃) werden vom Programm nicht tangiert und deshalb nicht innerhalb der Systemgrenze erfasst.

4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Boden-Kohlenstoff	CO ₂	Nein	k.A.
	Anaerober Abbau von Bodenkohlenstoff	CH ₄	Nein	k.A.
	Stickstoff-Dünger mit DMPP (ENTEC 26). ¹⁸ Emissionsquellen A und B gemäss Kapitel 2.3.1	N ₂ O	Ja	Die Emissionen werden anlehnend an das Modell des Schweizer Treibhausgasinventars und unter Berücksichtigung des Einflusses von DMPP berechnet.
	Andere	-	Nein	k.A.
Referenzentwicklung	Boden-Kohlenstoff	CO ₂	Nein	k.A.
	Anaerober Abbau von Bodenkohlenstoff	CH ₄	Nein	k.A.
	Stickstoff-Dünger ohne DMPP. Emissionsquellen A und B gemäss Kapitel 2.3.1	N ₂ O	Ja	Die Emissionen werden anlehnend an das Modell des Schweizer Treibhausgasinventars berechnet.
	Andere	-	Nein	k.A.

Einflussfaktoren

Es gibt nur wenige Einflussfaktoren, welche direkte Einwirkungen auf das Referenzszenario oder die erzielten CO₂eq-Einsparungen haben.

- **Gesetzliche Rahmenbedingungen:** Wie im Kapitel 2.2.2 erwähnt wurden in der Schweiz im Jahr 2006 erstmals NH zugelassen. Die seither eingesetzten NH (ENTEC) besetzen erst eine Nische im Düngemarkt. Aufgrund dieser Entwicklung erscheint ein zukünftiges Verbot, eine staatliche Förderung oder ein Obligatorium von NH in der Schweiz derzeit sehr unwahrscheinlich.

¹⁸ Ein geringer Teil der beobachteten Wirkung von DMPP beruht vermutlich auf der Verminderung anderer Lachgasquellen, namentlich der reduzierten Nitrifikation von mineralischem Bodenstickstoff sowie Stickstoff aus Ernterückständen. Die verschiedenen Wirkungen können nicht einzeln, sondern nur aggregiert erfasst werden. Vgl. hierzu die Beschreibung des Parameters K_{direkt} im Abschnitt 6.2.

- **Technologie und Markt für NH:** Europaweit wird DMPP seit 1999 in der Landwirtschaft eingesetzt. Zum heutigen Zeitpunkt ist kein alternativer NH für Mineraldünger absehbar, welcher während der Programmdauer in der Schweiz eingesetzt werden könnte.
- **Stickstoffmarkt:** Der Preis für Stickstoff kann mitunter stark fluktuieren. Dies hat jedoch praktisch keine Auswirkungen auf die für dieses Programm relevanten *Zusatzkosten* von *ENTEC 26* im Vergleich zu herkömmlichen Düngern.

Leakage

Im Folgenden werden die möglichen Leakage Effekte ausserhalb der Systemgrenze diskutiert. Dabei ist die Schlussfolgerung, dass die Emissionen auch ausserhalb der Systemgrenzen durch das Programm klar reduziert werden. Die Vernachlässigung dieses „negativen“ Carbon Leakage ist konservativ, d.h. die effektiv erzielten Emissionsreduktionen sind um ein Vielfaches höher als die beantragten Bescheinigungen.

Folgende Effekte von DMPP sind in der Berechnung der Emissionsreduktionen des Programms nicht berücksichtigt:

1. Bodenbiologie

Die folgenden Aspekte der Bodenbiologie führen tendenziell zu verminderten Emissionen:

a. CH₄

In einer Studie mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen wurde gezeigt, dass DMPP die Methanoxidation bei ungedüngtem Boden um 14%, bei gedüngtem Boden um 28% erhöht und somit zu einer Reduktion der Methanemissionen (bzw. zu einer Erhöhung der Methan-Senkenleistung der Böden) im selben Umfang führt [14].

b. CO₂

In derselben Studie wurde durch den Einsatz von DMPP eine Reduktion der Mineralisierung des Bodenkohlenstoffs von 28% gemessen [14]. Die damit verbundene Reduktion der CO₂-Emissionen überstieg die Lachgasreduktion um den Faktor 13.¹⁹ Dieser Effekt wurde auch bei einer aktuelleren Studie beobachtet [25].

c. NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen führen indirekt zu N₂O-Emissionen, welche im Schweizer Inventar berichtet werden.²⁰ Gemäss einer Metastudie führt DMPP durchschnittlich zu 36% geringeren NO-Emissionen und zu einer entsprechenden Reduktion dieser indirekten N₂O-Emissionen [15].

2. Landwirtschaftliche Produktion und N-Bilanz

Zwei Effekte führen tendenziell zu verminderten Emissionen:

a. Ertragssteigerung und Ertragssicherung

Gemäss Auskunft von Omya (Schweiz) AG werden mit *ENTEC 26* gleiche oder höhere Erträge erzielt. In vielen Studien wurde eine Ertragssteigerung beobachtet. In manchen Fällen wurde hingegen kein Einfluss, selten sogar ein leichter Ertragsrückgang festgestellt. Eine ertragssteigernde Wirkung kann deshalb nicht pauschal postuliert werden. Plausibel und ein wichtiges Verkaufsargument ist hingegen die *ertragssichernde* Wirkung: Beispielsweise ist bei Niederschlägen nach Düngung mit *ENTEC 26* eine geringere Stickstoff-Auswaschung zu erwarten. Zudem erübrigt der Einsatz von *ENTEC* bei gewissen Kulturen eine oder sogar zwei zusätzliche Düngergaben nach einigen Wochen (vgl. nachstehenden Punkt 3). Damit

¹⁹ Gemäss [14] Tabelle 3 betrug die CO₂-Einsparung von DMPP im Vergleich zur gedüngten Kontrolle rund 550 kg CO₂eq/ha.a, die N₂O-Einsparung hingegen 40 kg CO₂eq/ha.a

²⁰ Siehe [11] ab Seite 268, Figure 6-6

entfällt auch das Risiko, dass diese Nachdüngung nicht wie gewünscht wirkt, z.B. bei anhaltender Trockenheit. Insgesamt dürfte sich das Programm in der Tendenz leicht positiv auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken. Entsprechend sind auch geringere Emissionen pro produzierte Einheit zu erwarten.

b. Reduzierter N-Einsatz

Der Verkauf von *ENTEC 26* ist in der Regel auch mit einer Beratung des Landwirtes verbunden. In Einzelfällen kann dies dazu führen, dass der Landwirt bei Verwendung von *ENTEC 26* die zugeführte N-Menge etwas reduziert, mit entsprechender emissionsmindernder Wirkung. In den meisten Fällen ist es für den Landwirt aber wirtschaftlicher, die N-Menge konstant zu halten und stattdessen den Ertrag zu optimieren.

c. Keine N-Anreicherung im Boden

Mehrere Studien belegen, dass auch bei mehrjährigem Einsatz von DMPP keine Anreicherung von mineralischem Stickstoff im Boden stattfindet [14] [25]. Ein Lachgasschub nach erneuter Umstellung auf konventionelle Dünger ist deshalb auszuschliessen.

3. Ausbringung des Düngers (Treibstoffverbrauch)

Der Masseanteil von DMPP in *ENTEC 26* beträgt lediglich 0.148%.²¹ Zudem enthält der Wirkstoff DMPP auch Stickstoff. Eine Tonne herkömmlicher Mineraldünger ist somit mit einer Tonne *ENTEC 26* ersetzbar. Also sind diesbezüglich keine signifikanten Zusatzemissionen durch erhöhten Transport/Ausbringungsaufwand zu erwarten. Im Gegenteil bietet *ENTEC 26* den Vorteil, dass die Anzahl Gaben im Vergleich zu herkömmlichen Mineraldüngern oft reduziert werden kann, z.B. bei Mais, Getreide und Gemüse. Dies führt zu Emissionsreduktionen durch **reduzierten Treibstoffverbrauch**.

4. Produktion, Vertrieb, Logistik und Beimischung von DMPP in den Dünger

Die Produktion, Vertrieb, Logistik und die Beimischung von DMPP in den Dünger könnten unter Umständen zu zusätzlichen Emissionen führen, welche im Referenzszenario nicht stattgefunden hätten. Aufgrund der geringen Dosierung von DMPP sowie seiner hohen spezifischen Emissionsreduktion ist dieser Effekt aber vernachlässigbar klein.

Unter Berücksichtigung aller vier Aspekte führt das Programm folglich zu einer erheblichen Reduktion der Emissionen ausserhalb der Systemgrenze, welche die im Programm berücksichtigte Reduktion um ein Vielfaches übersteigen kann. Negatives Carbon Leakage ist im Rahmen von Bescheinigungen nicht anrechenbar. Insofern ist die Schlussfolgerung, dass das Carbon Leakage dieses Programmes Null ist.

4.3 Projektemissionen

Der Programmmissionsfaktor berechnet sich anlehnend an die Berechnung im neuesten verfügbaren Schweizerischen Treibhausgasinventar [20] und anhand der Faktoren in Tabelle 2 wie folgt:

$$EF_P = (K_{Aus} * F_{Aus} * EF_{Aus} + K_{direkt} * EF_{direkt}) * U_{N2O-N} * GWP_{N2O} = 2.45 \text{ t CO}_2\text{eq/t N} \quad (1)$$

Berücksichtigt werden in dieser Berechnung die **direkten Emissionen** sowie die **indirekten Emissionen über die Auswaschung** von Stickstoff (vgl. Kapitel 2.3.1, Wege A und B).

²¹ 0.8% in Bezug auf den Ammoniumstickstoff-Gehalt (siehe Tabelle 1). Letzterer beträgt 18.5% [2].

Die Programmmissionen berechnen sich auf der Basis des zusätzlichen Absatzes von *ENTEC 26* $M_{N,P}$ im Vergleich zum Referenzabsatz, welcher durch die Förderung durch das Programm induziert wird:

$$E_P = M_{N,P} * EF_P \quad (2)$$

$$M_{N,P} = \text{MAX}(M_N - M_{N,R}; 0) * (1 - q_{FL}) \quad (3)$$

Die Maximalfunktion wird eingeführt für den Fall, dass der *ENTEC 26*-Absatz während der Programmlaufzeit trotz Förderung durch Bescheinigungen unter den Referenzabsatz zurückgeht. Somit wird sichergestellt, dass keine „negativen“ Bescheinigungen generiert werden.

Der Korrekturterm $(1 - q_{FL})$ bereinigt den Programmabsatz um den in Liechtenstein erzielten Anteil.

M_N ist gleich der Summe der verkauften Menge *ENTEC 26* aller am Programm teilnehmenden Vorhaben i $M_{ENTEC,i}$ multipliziert mit dem Stickstoffgehalt F_N von *ENTEC 26*.

$$M_N = \sum_i F_N * M_{ENTEC,i} \quad (4)$$

$M_{N,R}$ entspricht der Menge an *ENTEC 26*, welche auch ohne das Programm verkauft worden wäre (siehe Definition des Referenzabsatzes im Abschnitt 2.3). $M_{N,R}$ wird ex post aktualisiert, sobald sich der Index I_N für den gesamten Absatz an mineralischem Stickstoff in der Schweiz (inkl. Harnstoff) um mehr als 5% gegenüber seinem Referenzwert verändert:

$$M_{N,R} = \begin{cases} I_N \leq 1.05 & M_{N,R} = M_{N,R,0} \\ I_N > 1.05 & M_{N,R} = M_{N,R,0} * I_N \end{cases} \quad (5)$$

Der Index I_N bezeichnet das Verhältnis zwischen dem gleitenden, durchschnittlichen jährlichen Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff MD_{CH} während der Kreditierungsperiode und dem entsprechenden Referenzwert $MD_{CH,0}$ für die Periode 2010-2014.

$$I_N = \frac{MD_{CH,t}}{MD_{CH,0}} \quad (6)$$

$$MD_{CH,0} = 0.2 * \sum_{i=2010}^{2014} M_{CH,i} \quad (7)$$

$$MD_{CH,t} = 0.2 * \sum_{i=2010+t}^{2014+t} M_{CH,i} \quad (8)$$

wobei $M_{CH,i}$ den Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff in der Schweiz im Jahr i bezeichnet.

Falls der Index I_N den Schwellenwert von 1.05 in einem Jahr t der Programmlaufzeit übersteigt, so werden auch die Referenzwerte neu festgelegt auf $M_{N,R,0} = M_{N,R,t}$ und $MD_{CH,0} = MD_{CH,t}$. Das bedeutet, dass der Referenzabsatz von *ENTEC 26* erst dann erneut angepasst wird, wenn sich der Index I_N wieder um mehr als 5% verändert hat.

Die Berechnungsfaktoren für die Projektemissionen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Programmmissionen – Übersicht der Parameter. Vgl. Kapitel 6.2 für genauere Quellenangaben und Diskussion der gewählten Werte.

Symbol	Beschreibung	Einheit	Bestimmung	Quelle	Wert
EF _P	Programmmissionsfaktor	t CO ₂ eq / t N	ex-ante	Berechnung	2.45
M _N	Gesamter <i>ENTEC 26</i> -Absatz in der Schweiz im Programmjahr	t N	ex-post	Berechnung	-
M _{N,P}	Programmabsatz <i>ENTEC 26</i> im Programmjahr	t N	ex-post	Berechnung	-
M _{N,R}	Referenzabsatz <i>ENTEC 26</i> im Programmjahr	t N	ex-post	Berechnung	-
M _{ENTEC,i}	Im Programmjahr durch den Vertreiber i, verkaufte Menge <i>ENTEC 26</i>	t Dünger	ex-post	Monitoring	-
K _{direkt}	Faktor für die Direktmissionen bei Verwendung von DMPP	-	ex-ante	[14]	0.35
K _{Aus}	Faktor für die Auswaschung bei Verwendung von DMPP	-	ex-ante	[14]	0.77
EF _{direkt}	N ₂ O-Emissionsfaktor für Direktmissionen	t N ₂ O-N/t N	ex-ante	[20]	0.01
EF _{Aus}	N ₂ O-Emissionsfaktor für ausgewaschenes N	t N ₂ O-N/t N	ex-ante	[20]	0.0075
F _{Aus}	Anteil N, welcher ausgewaschen wird	-	ex-ante	[20]	0.3
GWP _{N2O}	GWP-100 Faktor für N ₂ O	t CO ₂ eq/ t N ₂ O	ex-ante	CO ₂ -Verordnung	298
U _{N2O-N}	Stöchiometrische Umwandlung	t N ₂ O/ t N ₂ O-N	ex-ante	Stöchiometrie	1.571
F _N	Anteil Stickstoff in <i>ENTEC 26</i>	t N / t Dünger	ex-post	[2]	26%
E _P	Gesamtemission mit dem Programm im Programmjahr	t CO ₂ eq	ex-post	Berechnung	-
q _{FL}	Anteil von Liechtenstein am Programmabsatz	-	ex-ante	Vgl. Abschnitt 6.2 a)	0.0037
M _{N,R,0}	Ausgangswert für den Referenzabsatz von <i>ENTEC 26</i>	t N	ex-ante	Anhang 3	■
I _N	Index für den Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff in der Schweiz (inkl. Harnstoff) im Programmjahr	t N	ex-post	Berechnung	-
MD _{CH,0}	Referenzwert für den Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff (inkl. Harnstoff, Mittel 2010 – 2014)	t N / a	ex-ante	[31], vgl. Tabelle 4 im Anhang 3	47'783
MD _{CH,t}	Gleitender mittlerer Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff (inkl. Harnstoff)	t N / a	ex-post	NIR Schweiz	-

Konservativität des gewählten Ansatzes

Der beschriebene Ansatz ist konservativ, weil die mit dem Einsatz von *ENTEC 26* verbundenen Emissionsreduktionen infolge erhöhter Methanoxidation, reduzierter Mineralisierung von Bodenkohlenstoff, geringerer NO_x -Emissionen, höherer Pflanzenerträge sowie Treibstoffeinsparungen nicht als Bescheinigungen gelten gemacht werden. Diese Emissionsreduktionen übersteigen die im Programm berücksichtigten Reduktionen um ein Vielfaches (vgl. Kapitel 4.2, Leakage).

Bei der Festlegung des Referenzabsatzes sowie der Parameter für die Berechnung der Emissionen im Projekt- und Referenzfall wurde ebenfalls konsequent auf Konservativität geachtet. Unter anderem wurde für den Faktor K_{Aus} ein Wert gewählt, welcher die Wirkung von DMPP und damit auch die effektiv erzielten Emissionsreduktionen systematisch unterschätzt. Auch für den Faktor K_{direkt} wird ein konservativer Wert verwendet (vgl. Kapitel 6.2).

Ausserdem wird der Referenzabsatz von *ENTEC 26* im Rahmen dieses Programmes nicht mit Bescheinigungen abgegolten. Hingegen hat der Bund die Möglichkeit, die mit dem Referenzabsatz verbundene Emissionsreduktion in seine Treibhausgas-Berichterstattung aufzunehmen. Somit ermöglicht dieses Programm dem Bund eine buchhalterische Emissionsreduktion, für welche das Programm jedoch keine Bescheinigungen beansprucht. Das Programm beansprucht also konservativ weniger Bescheinigungen, als der Bund sich effektiv Emissionsreduktionen anrechnen kann.

4.4 Referenzentwicklung

Der Referenzemissionsfaktor EF_R berechnet sich anlehnend an das Schweizer Treibhausgasinventar und die Werte in Tabelle 2 wie folgt:

$$EF_R = (F_{Aus} * EF_{Aus} + EF_{direkt}) * U_{N_2O-N} * GWP_{N_2O} = 5.74 \text{ t CO}_2\text{eq/t N} \quad (9)$$

Die Referenzemissionen berechnen sich folgendermassen:

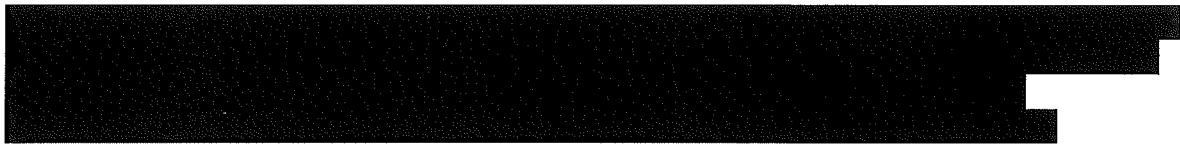
$$E_R = M_{N,P} * EF_R \quad (10)$$

Tabelle 3: Referenzemissionen – Übersicht der Parameter. Vgl. auch Tabelle 2 im Kapitel 6.2 für die bereits verwendeten Parameter.

Symbol	Beschreibung	Einheit	Bestimmung	Quelle	Wert
E_R	Referenzemission im Programmjahr	t CO_2eq	ex-post	Berechnung	-
EF_R	Referenzemissionsfaktor	t $\text{CO}_2\text{eq/t N}$	ex-ante	Berechnung	5.74

Im Programmszenario werden die Emissionen infolge Auswaschung sowie Direktmissionen im Vergleich zum Referenzszenario reduziert.

4.5 Erwartete Emissionsverminderungen



Die nachstehende Tabelle zeigt die erwarteten Emissionsverminderungen während der ersten Kreditierungsperiode. Sie unterstellt den Start des Programms und des ersten Vorhabens zum 1. Oktober 2016.

Wie im Abschnitt 2.3.3 erwähnt sind bei einem unterjährigem Start und Ende des Programms der Referenzabsatz und die darauf aufbauenden Referenzemissionen nicht linear zu kürzen, sondern proportional zur durchschnittlichen monatlichen Absatzverteilung gemäss Anhang 3. Diese Anforderung ist in der nachstehenden Tabelle berücksichtigt. Sie betrifft insbesondere die Werte für die Kalenderjahre 2016 und 2023.

	Erwartete Referenzemissionen (t CO ₂ eq)	Erwartete Programmmissionen (t CO ₂ eq)	Schätzung der Leakage (t CO ₂ eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (t CO ₂ eq)
Okt. - Dez. 2016				147
2017				574
2018				1'001
2019				1'575
2020				2'429
2021				2'990
2022				2'990
Jan. - Sep. 2023				1'964
1. Kreditierungsperiode				13'668
Über die Programmlaufzeit				13'668

Erklärung zu den Annahmen für die Aufteilung der Emissionen auf die verschiedenen Kalenderjahre: Landwirtschaftsbetriebe beschaffen ihren Dünger in der Regel kurzfristig, ohne grössere Lager anzulegen. Die Menge des verkauften Stickstoffs in jedem Kalenderjahr entspricht daher näherungsweise der Menge des auf Schweizer Landwirtschaftsflächen eingesetzten Stickstoffs im betreffenden Jahr.

5 Nachweis der Zusatzlichkeit

Analyse der Zusatzlichkeit

Im Jahr 2012 wurden in der Schweiz weniger als [REDACTED] des Mineraldüngerstickstoffs mit dem Zusatzstoff DMPP ausgebracht.²² Mit dem vorliegenden Programm wird die verbilligte Abgabe von *ENTEC 26* ermöglicht, was zu einem erhöhten Absatz auf dem Schweizer Markt führen soll.

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Im Rahmen des vorliegenden Programms verpflichten sich die Vertreiber von *ENTEC 26*, ihre Nettomarge (siehe Definition in Kapitel 2.3.2) auf [REDACTED] des Erlöses aus dem Produktverkauf zu reduzieren, [REDACTED]. Falls der Vertreiber das Produkt bereits vor der Teilnahme am Programm vertrieben hat, muss er zusätzlich nachweisen, dass die Nettomarge substantiell reduziert wurde. Im Mustervorhaben [REDACTED]

[REDACTED] Mit dem im Rahmen des Programms prognostizierten Mehrabsatz von *ENTEC 26* können diese Ertragseinbussen auch langfristig nicht ausgeglichen werden. Aus Sicht des Vertreibers ist eine solche Massnahme deshalb in keiner Weise wirtschaftlich ohne die zusätzlichen Einnahmen durch die Bescheinigungen. Dieser Befund verändert sich auch nicht, wenn der erwartete zukünftige Absatz in einem plausiblen Rahmen variiert wird ($\pm 10\%$, vgl. Sensitivitätsanalyse im Anhang 4).

Zusätzlich ist hinzuzufügen, dass der Vertreiber ein substanzielles Risiko eingeht, indem er in jedem Programmjahr seinen gesamten Absatz verbilligt, obwohl ihm bis zur Höhe des Referenzabsatzes kein Anspruch auf Bescheinigungen erwächst. Das bedeutet, dass der Vertreiber mit einem erheblichen finanziellen Verlust rechnen muss, falls die im Rahmen des Programms erzielte Absatzsteigerung nicht ausreicht, um die entgangene Marge auf dem Referenzabsatz zu kompensieren.

Übliche Praxis

Der einzige Vertreiber von Mineraldünger mit DMPP in der Schweiz ist heute die Firma Omya (Schweiz) AG. Die Dünger *ENTEC 26* und *ENTEC perfekt* werden für den Einsatz bei gewissen Feldfrüchten verkauft. Omya (Schweiz) AG beliefert sowohl Zwischenhändler wie auch Endkunden (Landwirte). Die Marktdurchdringung der beiden Produkte ist im Vergleich zum gesamten Markt für Mineraldüngerstickstoff wie oben erwähnt bisher sehr klein. Neben der Firma Omya sind keine weiteren Akteure bekannt, welche Mineraldünger mit Nitrifikationshemmern in die Schweiz importieren und hier vertreiben (oder solche Dünger in der Schweiz herstellen).

Wie im Kapitel 2.2.2 „Technologie“ erläutert, beträgt der geschätzte Einsatz von *ENTEC*-Stickstoff im Vergleich zum Gesamtstickstoffverbrauch in Europa schätzungsweise 0.4%. Auch das weist darauf hin, dass eine weitere, wesentliche Erhöhung des Absatzes von *ENTEC* in der Schweiz ohne Förderung durch Bescheinigungen sehr unwahrscheinlich ist.

²² Berechnet anhand des Stickstoff-Gesamtverbrauchs 2012 von 45.5 kt (vgl. Kapitel 2.3.1).

6 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

6.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Beschreibung der Kernparameter für das Monitoring

Für die Berechnung der jährlichen Emissionsreduktionen müssen folgende Parameter ex-post erhoben werden:

- $M_{ENTEC,i}$ Im Programmjahr durch den Vertreiber i verkaufte Menge *ENTEC 26* (in Tonnen)
- F_N Stickstoff-Anteil in *ENTEC 26*
- $MD_{CH,t}$ Mittlerer Gesamtumsatz an mineralischem Stickstoff (inkl. Harnstoff) in der Schweiz in einem gleitenden Fünfjahreszeitraum, gemäss Gleichung 8

Die restlichen Parameter werden ex-post aus anderen Parametern berechnet, bzw. wurden bereits ex-ante bestimmt.

Die ex-post erhobenen Werte können in die Berechnungsvorlage (siehe Anhang 2) eingefügt werden. Daraus wird automatisch die jährliche Emissionsreduktionsleistung errechnet.

Die Menge des verkauften Stickstoffs im Jahr X entspricht annäherungsweise der Menge des auf Schweizer Landwirtschaftsflächen eingesetzten Stickstoffs im Jahr X . Dies weil Dünger in der Regel kurzfristig von Landwirtschaftsbetrieben eingekauft wird, ohne grössere Lager anzulegen.

Zur Gewährleistung, dass die im Kapitel 2.3.2 aufgeführten Teilnahmekriterien des Programmes eingehalten werden, wird zusätzlich jeder Vertreiber verpflichtet aufzuzeigen, dass seine Nettomarge aus dem Verkauf von *ENTEC 26* im jeweiligen Programmjahr XXXXXXXXXX des Erlöses aus dem Verkauf des Produktes beträgt. Hierzu soll der Vertreiber die folgenden Parameter erheben:

- Nettomarge des Vertreibers i aus dem Verkauf von *ENTEC 26* im Programmjahr (in CHF)
- Erlös des Vertreibers i aus dem Verkauf von *ENTEC 26* im Programmjahr (in CHF)

Zudem ist auch die Erfüllung der übrigen Teilnahmekriterien jährlich zu kontrollieren; vgl. hierzu Anhang 7 für das Mustervorhaben.

Plausibilisierung der Absatzdaten

Die Vertreiber stickstoffhaltiger Düngemittel unterliegen der Pflichtlagerhaltungs- und Meldepflicht und den damit verbundenen Prozessen zur Qualitätssicherung der Daten.²³ Jeder Programmteilnehmer ist somit verpflichtet, der Agricura²⁴ monatlich seine Absatzmengen zu melden. Im Falle des Mustervorhabens der Omya (Schweiz) AG werden die gemeldeten Absatzzahlen dem ERP-System (SAP) entnommen. Ende Jahr meldet der Vertreiber der Agricura zudem den Lagerbestand. Diese kontrolliert die Lagerbestände regelmässig vor Ort. Zudem meldet die Zollbehörde der Agricura die importierten Düngermengen. Mit diesen zusätzlichen Daten kann die Agricura die Korrektheit der vom Vertreiber gemeldeten Daten überprüfen.

²³ Die Pflichtlagerhaltungs- und Meldepflicht gilt für die Inverkehrbringung stickstoffhaltiger Düngemittel im Inland (einschliesslich Fürstentum Liechtenstein) oberhalb einer Freigrenze von 100 kg pro Kalenderjahr.

²⁴ Die Agricura ist im Sinne der wirtschaftlichen Landesversorgung eine privatrechtliche Selbsthilfeorganisation der Schweizerischen Stickstoffpflichtlagerhalter. Als Genossenschaft erfüllt sie Aufgaben, die ihr vom Bund im Zusammenhang mit der Pflichtlagerhaltung übertragen werden.

6.2 Datenerhebung und Parameter

Siehe Tabelle 2 und Tabelle 3 für eine Übersicht über die Bestimmung der (ex-ante/ex-post) Parameter. Im Folgenden werden alle Parameter erläutert.

a) Ex-ante festgelegte Parameter

Parameter	EF_P
Beschreibung des Parameters	Der Programmemissionsfaktor beträgt 2.45 t CO₂eq/t N
Einheit	t CO ₂ eq/t N
Datenquelle	Kapitel 4.3

Parameter	EF_R
Beschreibung des Parameters	Der Referenzemissionsfaktor beträgt 5.74 t CO₂eq/t N
Einheit	t CO ₂ eq/t N
Datenquelle	Kapitel 4.4

Parameter	$M_{N,R,0}$
Beschreibung des Parameters	Der Ausgangswert für den Referenzabsatz von <i>ENTEC 26</i> beträgt ████████
Einheit	t N
Datenquelle	Herleitung anhand historischer Verkaufsdaten, siehe Kapitel 2.3.3

Parameter	K_{direkt}
Beschreibung des Parameters	Faktor für die verbleibenden direkten N ₂ O-Emissionen infolge Stickstoffdüngung bei Anwendung von DMPP. Der Wert von K_{direkt} beträgt 35% . Die Reduktion der Emissionen ist folglich 65% (d.h. $1 - K_{\text{direkt}}$).
Einheit	[]
Datenquelle	<p>Datenquelle: Publikation [25]</p> <p>Im Folgenden beschreiben wir den Prozess für die Herleitung des Faktors K_{direkt}.</p> <p>Für die Wahl dieses Faktors wurden veröffentlichte wissenschaftliche Studien verglichen. Die Wahl fiel aus folgenden Gründen zunächst auf die im Abschnitt 2.3.1 genannte Studie [14]:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nutzung von <i>ENTEC 26</i> für die Studie 2. Vergleichbarkeit des Klimas in Giessen (DE) mit der Schweiz 3. Vergleichbare Anbaumethoden 4. Vergleichbare Kulturen (Studie: Mais, Hopfen, Winterweizen) 5. Vergleichbarkeit der gesamten direkten N₂O-Emission im Referenzfall (1.25% +/- 1%) 6. Länge der Datenreihe (3 Jahre) 7. Publikation in <i>peer-reviewed Journal</i>

Abbildung 2 fasst die zentralen Resultate der Publikation [14] zusammen. Untersucht wurden die absoluten N₂O-Emissionen bei Düngung mit ENTEC 26 und einem ansonsten identischen Referenzprodukt ohne DMPP (ASN 26, Ammoniumsulfatnitrat). Als Kontrolle dienten ungedüngte Flächen mit und ohne Zusatz von DMPP. Demnach verursachte die Düngung mit ENTEC 26 zusätzliche Emissionen von 50 g N₂O-N pro Hektare und Jahr, gegenüber 185 g bei Düngung mit dem Referenzprodukt. Dies entspricht einer Reduktion der mit der Düngung verbundenen, direkten Emissionen um 73%.

Bezogen auf die gesamten Emissionen der gedüngten Flächen bewirkte die Zugabe von DMPP eine Emissionsminderung um 49%. Dieser Wert liegt in der Mitte der durch andere Studien ermittelten Bandbreite (vgl. unten).

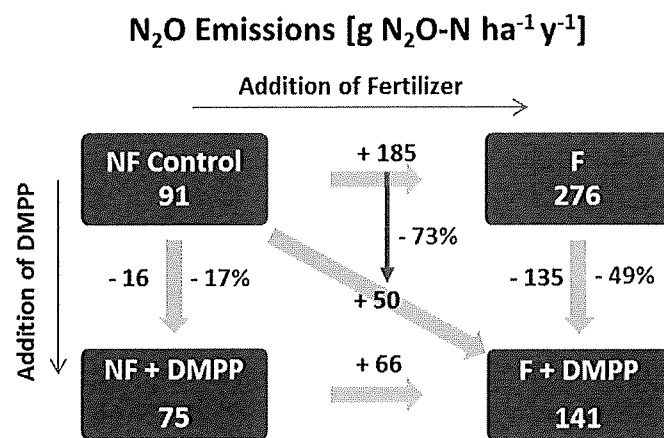


Abbildung 2: Wirkung von DMPP – schematische Darstellung
 Quelle: Publikation [14], Tabelle 1.
 NF= non fertilized, F= fertilized.

Metastudie/Plausibilisierung

Neben der oben zitierten Studie sind viele weitere Studien zur Wirksamkeit von DMPP publiziert worden, wobei aber die Vergleichbarkeit mit den Bedingungen in der Schweiz nicht immer gegeben ist. Zudem geben die meisten Studien die beobachtete Emissionsreduktion nicht relativ zu den direkten Mehremissionen der Düngung an, sondern relativ zu den gesamten Emissionen aus den untersuchten Flächen bei Düngung ohne Zugabe von DMPP. So kommt namentlich die Metastudie [15], welche 12 Studien zur Wirkung von DMPP vergleicht, zum Schluss, dass sich die N₂O-Gesamtemissionen der untersuchten Flächen bei Zugabe von DMPP im Mittel um 50% verminderten (42% bis 55% im 95%-Konfidenzintervall). Dies zeigt, dass die Emissionsreduktion durch DMPP sehr robust ist, selbst wenn man sehr unterschiedliche Bedingungen vergleicht. Gleichzeitig plausibilisiert dies die Resultate der für das vorliegende Programm verwendeten Studie [14], welche eine durchschnittliche Reduktion der Gesamtemissionen um 49% ermittelte, was bezogen auf die Direktmissionen aus dem Düngereinsatz der oben genannten Reduktion um 73% entspricht.

Zur breiteren Abstützung von K_{direkt} wurde im Zuge der Validierung zusätzlich eine jüngere Studie berücksichtigt, welche ebenfalls den Einsatz von DMPP in Deutschland untersuchte [25]. Dabei

	<p>ergab sich wiederum eine mittlere Emissionsreduktion von 73%, bzw. ein K_{direkt} von 0.27. Die entsprechenden Daten sind im Anhang 5 zusammengestellt.</p> <p>Nach Rücksprache mit dem BAFU wurde schliesslich entschieden, für K_{direkt} nicht auf den Durchschnitt der beiden Studien [14] und [25] abzustützen, sondern auf den in Studie [25] beobachteten durchschnittlichen Wert von 0.35. Dieser Wert ist deutlich konservativer als der ursprünglich vorgeschlagene Wert von 0.27.</p> <p>Diese Wahl ist ferner dadurch begründet, dass die N_2O-Emissionen in Studie [25] ganzjährig gemessen wurden, während sich die Messungen in Studie [14] auf den Zeitraum der jeweiligen Ackerkultur beschränkten. Zudem basiert die Studie [25] im Gegensatz zu [14] auf Versuchen mit Gemüsekulturen, was die Repräsentativität für den realen Einsatz von <i>ENTEC 26</i> in der Schweiz erhöht.</p> <p>Auf einen weiteren Sicherheitsabschlag wurde aufgrund der zahlreichen günstigen Klimaeffekte von <i>ENTEC 26</i> ausserhalb des Wirkungsmodells verzichtet, namentlich: (i) Treibstoffeinsparung aufgrund reduzierter Düngegaben, (ii) indirekte N_2O-Minderung aufgrund reduzierter NO_x-Emissionen, (iii) Ertragssteigerungen aufgrund verbesserter N-Effizienz, (iv) Bodenkohlenstoff und Methanemissionen.</p>
--	---

Parameter	EF_{direkt}
Beschreibung des Parameters	Der Emissionsfaktor für die direkten Emissionen beträgt 0.01 t N_2O-N/t N .
Einheit	t N_2O -N/t N
Datenquelle	IPCC 2006 Vol. 4 Table 11.1 und NIR2015, Seite 290 [20]

Parameter	F_{Aus}
Beschreibung des Parameters	Der Stickstoffanteil, welcher ausgewaschen wird, beträgt 30% .
Einheit	t N/t N
Datenquelle	<p>Standardfaktor gemäss IPCC 2006 Vol. 4 Table 11.3. Vgl. auch NIR 2014, Seite 272 [11].</p> <p>Im NIR2015 [20] wird der Wert von 0.218 des Stoffflussmodells MODIFFUS 3.0 [26] verwendet. Dieser Wert berücksichtigt laut NIR2015 (Seite 300) die Auswaschung aller bewirtschafteten Böden der gesamten Schweiz. In der MODIFFUS-Publikation [26], Seite 71 wird gezeigt, dass die Auswaschung für Ackerland (48 kg N/ha/Jahr) rund 2 mal höher ist als für Heimweiden (22 kg N/ha/Jahr) und 4 mal höher als für Grasland (12 kg N/ha/Jahr). Dies trotz vergleichbaren mittleren N-Konzentrationen (2.06 mg/l für Ackerland, 2.00 mg/l für Heimweiden, 1.02 -1.87 mg/l für Grasland; Tabelle 10, Seite 52). Da <i>ENTEC 26</i> nur auf Ackerflächen ausgebracht wird, würde die Verwendung des Mittelwertes gemäss NIR2015 von 0.218 zu einer Unterschätzung der Auswaschung führen. Daher ist die Verwendung des zitierten IPCC-Standardfaktors von 0.3 angebracht und noch immer konservativ.</p>

Parameter	EF_{Aus}
Beschreibung des Parameters	Der N_2O -Emissionsfaktor für den Anteil des ausgewaschenen Stickstoffs beträgt 0.0075 t N_2O-N/t N .
Einheit	t N_2O -N/t N
Datenquelle	IPCC 2006 Vol. 4 Table 11.3 und NIR2015, Seite 299 [20]

Parameter	K_{Aus}
Beschreibung des Parameters	Der Faktor für die Auswaschung von NO_3^- beträgt 77% unter Verwendung von DMPP. Dies entspricht einer Reduktion der Auswaschung um 23% (d.h. $1-K_{Aus}$).
Einheit	[]
Datenquelle	<p>Publikation [14] Für die Wahl dieses Faktors wurden veröffentlichte wissenschaftliche Studien verglichen. Die Wahl fiel aus folgenden Gründen auf die genannte Studie [14]:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nutzung von <i>ENTEC 26</i> für die Studie 2. Vergleichbarkeit des Klimas in Giessen (DE) mit der Schweiz 3. Vergleichbare Anbaumethoden 4. Vergleichbare Kulturen (Studie: Mais, Hopfen, Winterweizen) 5. Vergleichbarkeit der gesamten direkten N_2O-Emission im Referenzfall (1.25% +/- 1%) 6. Länge der Datenreihe (3 Jahre) 7. Publikation in <i>peer-reviewed Journal</i> <p>Plausibilisierung Der in der Publikation [14] rapportierte Faktor von 77% beschreibt das Verhältnis zwischen der totalen Nitrat-Auswaschung bei Düngung mit und ohne DMPP. Die resultierende Reduktion der Auswaschung um 23% ist somit vom rechnerischen Ansatz her vergleichbar mit der beobachteten Reduktion der direkten N_2O-Emissionen um 49% bei Düngung mit und ohne DMPP (vgl. die vorstehenden Ausführungen zu K_{direkt}). Da der Faktor K_{Aus} aber auf die mit der Düngung verbundenen <i>Mehremissionen</i> angewendet wird, müsste für die Zwecke der vorliegenden Programmbeschreibung korrekterweise die Auswaschung der ungedüngten Kontrollflächen von den Werten der gedüngten Flächen subtrahiert werden (analog zur Herleitung von K_{direkt}). Mangels Daten zu solchen Kontrollflächen wird dies hier nicht berücksichtigt. Dieser Ansatz ist konservativ, d.h. die Wirkung von DMPP auf die mit der Düngung verbundene zusätzliche Nitrat-Auswaschung und die daraus resultierende Minderung der indirekten N_2O-Emissionen wird (vermutlich in erheblichem Umfang) unterschätzt.</p> <p>Aktuellere Studien konnten im Vergleich eine Reduktion der Auswaschung ($1-K_{Aus}$) von 22.3% bis 63.3% beobachten.²⁵ Insofern handelt es sich bei der vorliegenden Reduktion von 23% um einen Wert am untersten Rand der beobachteten Spannweite. Dies erhöht nochmals die Konservativität der Berechnung.</p>

²⁵ Gemäß [7] beträgt die Reduktion unter der Verwendung von DMPP mit Harnstoff 57.5% bis 63.3%, gemäß [16] unter der Verwendung von DMPP mit ASN 22.3% bis 51.0% und laut [17] unter der Verwendung von DMPP mit Harnstoff zwischen 44.9% und 56.6%.

Projektbeschreibung

Parameter	GWP_{N_2O}
Beschreibung des Parameters	Der GWP (global warming potential) Faktor über 100 Jahre beträgt für N_2O 298 t CO₂eq/t N₂O .
Einheit	t CO ₂ eq/t N ₂ O
Datenquelle	CO ₂ -Verordnung

Parameter	U_{N_2O-N}
Beschreibung des Parameters	Der stöchiometrische Umwandlungsfaktor von Stickstoff in Lachgas ist 1.571 t N₂O/t N₂O-N .
Einheit	t N ₂ O/t N ₂ O-N
Datenquelle	Berechnung: Masse N ₂ O dividiert durch Masse N ₂ Quelle: http://webbook.nist.gov Masse N ₂ O: http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Name=nitrous+oxide&Units=SI Masse N ₂ : http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Name=nitrogen&Units=SI

Parameter	q_{FL}
Beschreibung des Parameters	Der Korrekturfaktor für die Bereinigung des durch das Programm induzierten Absatzes $M_{N,P}$ um den im Fürstentum Liechtenstein induzierten Absatz beträgt 0.0037 .
Einheit	--
Datenquelle	NIR 2016 der Schweiz [31] sowie des Fürstentums Liechtenstein [30], „Activity data for Direct N ₂ O Emissions from Managed Soils“. q_{FL} ist berechnet als durchschnittlicher Anteil Liechtensteins am gesamten Absatz von „Other mineral fertilizers“ im Fünfjahreszeitraum 2010 – 2014.

Parameter	$MD_{CH,0}$
Beschreibung des Parameters	Der mittlere Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff (inkl. Harnstoff) im Referenzzeitraum 2010-2014 beträgt 47'783 t/a .
Einheit	t N /a
Datenquelle	Berechnet aus NIR2016, Seite 307 [31]; vgl. Anhang 3, Tabelle 4

b) Ex-post erhobene Parameter

Parameter	$M_{ENTEC,i}$
Beschreibung des Parameters	Im Programmjahr durch den Vertreter i verkaufte Menge <i>ENTEC 26</i> , wobei $i=1,2,3\dots$ alle Vertreter repräsentiert, welche am Programm teilnehmen
Einheit	t <i>ENTEC 26</i>
Datenquelle	Verkaufsdatenbank des Vertreibers i
Erhebungsinstrument	Wiegen / Zählen
Beschreibung Messablauf	<p>Gemäss operativen Prozessen des Vertreibers i. Nur Absatz an im Inland (inkl. Liechtenstein) ansässige Abnehmer wird berücksichtigt. Absatz an ausländische Abnehmer ist gesondert auszuweisen und fliesst nicht in die Berechnung der Emissionsreduktionen ein.</p>
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	

Parameter	F_N
Beschreibung des Parameters	Der Anteil Stickstoff im <i>ENTEC 26</i> beträgt 26% .
Einheit	t N/t <i>ENTEC 26</i>
Datenquelle	Aktuelles Spezifikationsblatt des Produktes
Erhebungsinstrument	<p>Gemäss operativen Prozessen des Vertreibers i.</p>
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	

Parameter	Nettomarge _{i}
Beschreibung des Parameters	Nettomarge aus dem Verkauf von <i>ENTEC 26</i> des Vertreibers i im Programmjahr (gemäss Definition der Nettomarge im Kapitel 2.3.2)
Einheit	CHF
Datenquelle	Management-Informationssystem des Vertreibers i (z.B. SAP)
Erhebungsinstrument	<p>Gemäss operativen Prozessen des Vertreibers i. Die Nettomarge aus dem Absatz an ausländische Abnehmer sind gesondert auszuweisen und werden nicht berücksichtigt.</p>
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	

Parameter	Erlös _i
Beschreibung des Parameters	Erlös aus dem Verkauf von <i>ENTECH 26</i> des Vertreibers <i>i</i> im Programmjahr
Einheit	CHF
Datenquelle	Management-Informationssystem des Vertreibers <i>i</i> (z.B. SAP)
Erhebungsinstrument	Gemäss operativen Prozessen des Vertreibers <i>i</i> . Erlöse aus dem Absatz an ausländische Abnehmer sind gesondert auszuweisen und werden nicht berücksichtigt.
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	

Parameter	$MD_{CH,t}$
Beschreibung des Parameters	Gleitender mittlerer Gesamtabsatz an mineralischem Stickstoff (inkl. Harnstoff) in der Schweiz im Programmjahr <i>t</i>
Einheit	t/a
Datenquelle	NIR der Schweiz
Erhebungsinstrument	Berechnet durch den Programmkoordinator als Mittelwert von fünf Jahren gemäss Gleichung 8 (vgl. Abschnitt 4.3) auf Basis des jeweils aktuellsten verfügbaren NIR. Wurden seit der letzten Verifizierung kein neuer NIR oder keine aktuelleren Daten zum gesamten mineralischen N-Absatz publiziert, so darf der letzte verifizierte Wert für MD_{CH} verwendet werden.
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	

c) Ex-post berechnete Parameter

Parameter	M_N
Beschreibung des Parameters	Gesamter <i>ENTECH 26</i> -Absatz aller am Programm teilnehmenden Vorhaben im Programmjahr
Einheit	t N
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.3
Erhebungsinstrument	Berechnung

Parameter	$M_{N,P}$
Beschreibung des Parameters	Programmabsatz <i>ENTECH 26</i> im Programmjahr
Einheit	t N
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.3

Parameter	$M_{N,R}$
Beschreibung des Parameters	Referenzabsatz <i>ENTEC 26</i> im Programmjahr
Einheit	t N
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.3

Parameter	I_N
Beschreibung des Parameters	Index für die Entwicklung des gesamten mineralischen Stickstoffabsatzes (inkl. Harnstoff) in der Schweiz
Einheit	--
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.3

Parameter	E_P
Beschreibung des Parameters	Gesamtemission mit dem Programm im Programmjahr
Einheit	t CO ₂ eq
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.3

Parameter	E_R
Beschreibung des Parameters	Referenzemission im Programmjahr
Einheit	t CO ₂ eq
Datenquelle	Berechnung durch andere Parameter, siehe Kapitel 4.4

6.3 Prozess- und Managementstruktur

Übersicht über die Managementstruktur

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Management-Struktur.

Der Programmkoordinator ist verantwortlich für den Betrieb des Programms und die Beweisführung gegenüber den Prüfstellen (Validierer und Verifizierer) sowie gegenüber dem Bundesamt für Umwelt. Dies beinhaltet unter anderem die Registrierung des Programms sowie die jährliche Berichterstattung für die Ausstellung von Bescheinigungen.

Die teilnehmenden Düngemittelvertreiber (Vorhaben) senken ihre Nettomarge für *ENTEC 26* im vorgeschriebenen Umfang und fördern den Verkauf des Produktes nach Bedarf durch zusätzliche Begleitmassnahmen wie Feldversuche und Marketingmassnahmen. Gleichzeitig stellen die Vertreiber sicher, dass die Landwirtschaftsbetriebe im Gegenzug zur Vergünstigung den Klimamehrwert an den Programmkoordinator abtreten (via Vertreiber). Der Koordinator überträgt den Klimamehrwert zusammen mit den Bescheinigungen an die Stiftung KliK und vergütet die Düngemittelvertreiber.

Der Programmkoordinator meldet neue Vorhaben beim BAFU für die Teilnahme am Programm an, sofern sie die im Kapitel 2.3.2 aufgeführten Teilnahmekriterien erfüllen.

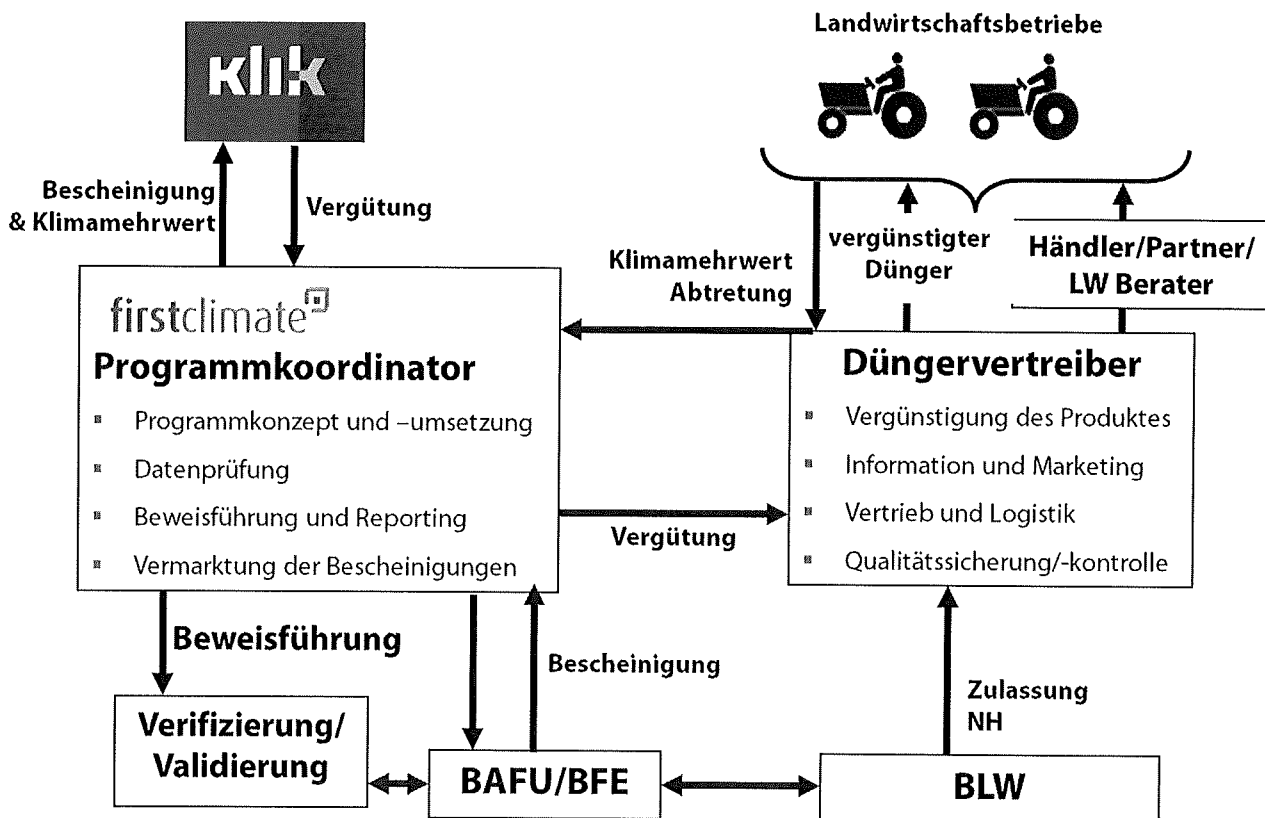


Abbildung 3: Prozess- und Managementstruktur

Erstellen der Monitoringberichte

In einem jährlichen Monitoringbericht werden die Resultate zusammengefasst und dem BAFU mitgeteilt. Der Inhalt der Monitoringberichte wurde bereits in Kapitel 6.1 beschrieben. Die Monitoringberichte werden durch den Programmkoordinator in Zusammenarbeit mit den Düngervertreibern erstellt. Die Düngervertreiber erheben die Daten und sorgen für die Qualitätssicherung gemäss ihren internen Prozessen. Der Programmkoordinator sammelt die Daten, plausibilisiert sie, fasst sie in einen Bericht zusammen, lässt sie durch eine Prüfstelle verifizieren und reicht sie beim BAFU ein.

Marketing und Informationsveranstaltungen für das Programm

Die teilnehmenden Düngemittelvertreiber und der Programmkoordinator führen nach Bedarf ergänzende Marketingmassnahmen durch. Diese können beinhalten:

- Durchführung zusätzlicher Feldversuche mit *ENTECH 26*
- Erstellen von Informationsbroschüren
- Präsenz an Tagungen und Fachkonferenzen mit Referaten und Ständen
- Durchführen eigener Informationsveranstaltungen für gezielte Kundengruppen
- Direkte Kontaktaufnahme mit potentiellen Zwischenhändlern und Endabnehmern (Landwirten)

Datenarchivierung

Der Vertreiber wird im Rahmen des Monitoring alle Daten redundant digital für die gesamte Programmlaufzeit archivieren und diese dem Programmkoordinator übermitteln, welcher sie erneut auf Programmebene archivieren wird.

7 Anmerkungen zum Eignungsentscheid (von der Geschäftsstelle Kompensation)

Der Text wird von der Geschäftsstelle Kompensation im Rahmen der Prüfung des Eignungsentscheids geliefert und enthält die FAR (Forward Action Requests) aus dem Validierungsbericht und/oder gegebenenfalls zusätzliche Punkte aus der Beurteilung durch die Geschäftsstelle Kompensation, die für die Verifizierung des ersten Monitoringberichts zu berücksichtigen sind.

FARs:

1. Die Belege für den Umsetzungsbeginn sind im Rahmen des ersten Monitorings nachzureichen (vgl. Abschnitt 2.4).
2. Die monatlichen Absatzmeldungen der Vertreiber von ENTEC 26 an die Agricura sind vom Verifizierer zur Plausibilisierung der Monitoringdaten einzubeziehen.

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers
Zürich, 15.09.2016	Urs Brodmann, Geschäftsführer

Anhang

A1 Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

Berechnungsschritt	Symbol	Beschreibung Parameter	Einheit	Wert	Quelle / Bemerkungen
Generelle Faktoren					
		Masse N2O	u	44.0128	http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Name=nitrous-oxide&Units=SI
		Masse N2	u	28.0134	http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?Name=nitrogen&Units=SI
		Umrechnungsfaktor	kgN2O/kgN2O-N	1.5711	Berechnung
	U_N2O-N	GWP-100 Emissionsfaktor N2O	tCO2eq/tN2O	298	CO2-Verordnung, Anhang 1
Direktemission	EF_direkt	Referenzszenario N2O-Emission Mineraldünger	N2O-N/Mineraldünger-N	0.0100	Siehe Programmmantrag Abschnitt 6.2
Indirekte Emission aus Auswaschung	F_Aus	Anteil Auswaschung von Gesamt-N Input	tN/tN	0.300	Siehe Programmmantrag Abschnitt 6.2
	EF_Aus	Emissionsfaktor Auswaschung	tN2O-N/tN leaching	0.0075	Siehe Programmmantrag Abschnitt 6.2
Änderung der Faktoren mit Projekt					
	1-K_direkt	Reduktion der direkten N2O-Emissionen		65%	Siehe Programmmantrag Abschnitt 6.2
	1-K_Aus	Reduktion der Auswaschung		23%	Siehe Programmmantrag Abschnitt 6.2
	K_direkt	Relative Direktemission mit DMPP vs. ohne DMPP		35%	Berechnung
	K_Aus	Relative indirekte Emission mit DMPP vs. ohne DMPP		77%	Berechnung
Projektemission	EF_P	Programmemissionsfaktor	tCO2eq/tN	2.45	Berechnung
		Emissionsfaktor Direktemissionen	tCO2eq/tN	1.64	Berechnung
		Emissionsfaktor Auswaschung	tCO2eq/tN	0.81	Berechnung
Referenzemission	EF_R	Referenzemissionsfaktor	tCO2eq/tN	5.74	Berechnung
		Emissionsfaktor Direktemissionen	tCO2eq/tN	4.68	Berechnung
		Emissionsfaktor Auswaschung	tCO2eq/tN	1.05	Berechnung
Emissionsreduktion		Emissionsreduktion pro t N	tCO2eq/tN	3.29	Berechnung
		Anteil Direktemission	tCO2eq/tN	3.04	93%
		Anteil Auswaschung	tCO2eq/tN	0.24	7%
	F_N	Gesamt-N Anteil ENTEC 26		26.00%	Publikation 2
		Emissionsreduktion pro t ENTEC 26	tCO2eq/t ENTEC 26	0.854	Berechnung

A5 Plausibilisierung des Faktors K_{direkt}

Anhang 5: Plausibilisierung des Faktors K_{direkt}

Quelle	Standort	Nitrifikation inhibitor	Dünger	Total angewendet er-Stickstoff (kg N/ha)	Versuchszeit (d)	Anzahl Replikate	Durchschnittliche N ₂ O-Emission von ungedüngtem Boden (kg N ₂ O-N /ha)	Durchschnittliche N ₂ O-Emission von gedüngtem Boden (kg N ₂ O-N /ha)	Durchschnittliche N ₂ O-Emission von gedüngtem, behandeltem Boden (kg N ₂ O-N /ha)	Reduktion der Gesamt- emissionen	Reduktion der emissionen Mehrer- emissionen	EF_Dünger ohne DMPP (kg N ₂ O-N /kg N)	EF_Dünger mit DMPP (kg N ₂ O-N /kg N)	EF_mit vs. EF_ohne durch DMPP
[14]	Deutschland	DMPP	ASN	90	365	4	0,070	0,135	0,080	-41%	-85%	0,07%	0,01%	15%
[14]	Deutschland	DMPP	ASN	160	365	4	0,156	0,340	0,181	-47%	-86%	0,12%	0,02%	14%
[14]	Deutschland	DMPP	ASN	180	365	4	0,046	0,353	0,165	-53%	-61%	0,17%	0,07%	39%
[25]	Deutschland	DMPP	ASN	401	365	4	2,400	8,800	4,700	-47%	-64%	1,60%	0,57%	36%
[25]	Deutschland	DMPP	ASN	401	365	4	1,900	4,700	2,800	-40%	-68%	0,70%	0,22%	32%
Durchschnitt										-46%	-73%	0,53%	0,18%	27%

Kumulierte Daten aus Publikation [14] - Tab. 1	1'095	0,273	0,828	0,425	-48,7%	-73%	27,4%
Kumulierte Daten aus Publikation [25]	730	4,300	13,500	7,500	-44,4%	-65%	34,8%
Durchschnitt der kumulierten Daten von [14] und [25]					-46,6%	-69%	31%

A6 Quellenverzeichnis

- [1] Trenkel ME (2010): *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture*. Second edition, IFA, Paris, France, October 2010
- [2] Omya (Schweiz) AG (2007): Technische Information *ENTEC*
- [3] The Danish Ministry of Climate, Energy and Building (2013): *Catalogue of Danish Climate Change Mitigation Measures*
- [4] European Commission (2011): Commission Staff Working Paper, SEC(2011) 1153 final/2
- [5] UNFCCC (2008): Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector – Technical Paper
- [6] Auszahlungsantrag für das Kalenderjahr 2015 zur Freiwilligen Vereinbarung -CULTAN-stabilisierte Dünger- Kooperation Uelzen
- [7] Yu Q, Ye X, Chen Y, Zhang Z, Tian G (2007): *Influences of nitrification inhibitor 3,4-dimethyl pyrazole phosphate on nitrogen and soil salt-ion leaching*. Journal of Environmental Sciences 20 304–308.
- [8] Kupper T, Bonjour C, Achermann B, Rihm B, Zaucker F, Menzi H (2013): *Ammoniakemissionen in der Schweiz 1990-2010 und Prognose bis 2020*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien, Sektion Luftqualität, 3003 Bern.
- [9] FAO (2012): Current world fertilizer trends and outlook to 2016
- [10] Yu Q, Chen Y, Ye X, Tian G, Zhang Z (2007): *Influence of the DMPP (3,4-dimethyl pyrazole phosphate) on nitrogen transformation and leaching in multi-layer soil columns*. Chemosphere 69, 825–831.
- [11] Filliger P, Bass A, Heldstab J, Fussen D, Rihm B et al. (2014): *Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2012, National Inventory Report 2014, including reporting elements under the Kyoto Protocol*. Bundesamt für Umwelt, Abteilung für Klima.
- [12] Weiske A, Benckiser G, Ottow JCG (2001): *Effect of the new nitrification inhibitor DMPP in comparison to DCD on nitrous oxide (N₂O) emissions and methane (CH₄) oxidation during 3 years of repeated applications in field experiments*. Nutrient Cycling in Agroecosystems 60, 57–64.
- [13] Resultatwerte des Common Reporting Format des Treibhausgasinventars 2014, 1990-2012 CRF Tables v1.7, Website:
<http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/15524/index.html?lang=en>
- [14] Weiske A, Benckiser G, Herbert T, Ottow JCG (2001): *Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during 3 years of repeated application in field experiments*. Biology and Fertility of Soils 34, 109-117.
- [15] Akiyama H, Yan X, Yagi K (2010): *Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis*. Global Change Biology 16, 1837–1846.
- [16] Wu S, Wu L, Shi Q, Wang Z, Chen X, Li Y (2006): *Effects of a new nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on nitrate and potassium leaching in two soils*. Journal of Environmental Sciences 19, 841–847
- [17] Li H, Liang X, Chen Y, Lian Y, Tian G, Ni W (2008): *Effect of nitrification inhibitor DMPP on nitrogen leaching, nitrifying organisms, and enzyme activities in a rice-oilseed rape cropping system*. Journal of Environmental Sciences 20, 149–155.

- [18] Menéndez S, Merino P, Pinto M, González-Murua C, & Estavillo JM (2006): 3, 4-Dimethylpyrazol phosphate effect on nitrous oxide, nitric oxide, ammonia, and carbon dioxide emissions from grasslands. *Journal of environmental quality*, 35(4), 973-981.
- [19] Menéndez S, Merino P, Pinto M, González-Murua C, & Estavillo JM (2009): *Effect of N-(butyl) Thiophosphoric Triamide and 3, 4 Dimethylpyrazole Phosphate on Gaseous Emissions from Grasslands under Different Soil Water Contents*. *Journal of environmental quality*, 38(1), 27-35.
- [20] Filliger P et al., (2015): *Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2013, National Inventory Report 2015, including reporting elements under the Kyoto Protocol*. Bundesamt für Umwelt, Abteilung für Klima.
- [21] Briner S (2014): *Präsentation der Ergebnisse der vom BLW in Auftrag gegebenen Studien*. Bundesamt für Landwirtschaft. Up-Date Agrarpolitik und Wettbewerbsfähigkeit.
- [22] Im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft, B. L. W. (2014): *LANDWIRTSCHAFT–BESCHAFFUNGSSEITE - Vorleistungsstrukturen und Kosten der Vorleistungen*.
- [23] Raaflaub M, & Genoni M (2005): *Preise für landwirtschaftliche Produktionsmittel in der Schweiz*. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL.
- [24] Liu C., Wang K & Zheng X (2013): *Effects of nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on nitrous oxide emission, crop yield and nitrogen uptake in a wheat–maize cropping system*. *Biogeosciences*, 10(4), 2427-2437.
- [25] Pfab H, Palmer I, Buegger F, Fiedler S, Müller T, & Ruser R (2012): *Influence of a nitrification inhibitor and of placed N-fertilization on N₂O fluxes from a vegetable cropped loamy soil*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 150, 91-101.
- [26] Hürdler J, Prasuhn V, Spiess E (2015): *Abschätzung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz - MODIFFUS 3.0*. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).
- [27] Fenaco Genossenschaft (2015): *Landor Düngerliste: Verkaufspreise Lagergeschäft*. Gültig ab 1. September 2015.
- [28] GEISER agro.com ag (2015): *Düngerpreise und Konditionen Geiser agro.com ag*. Gültig ab 1. September 2015.
- [29] Kim D-G, Hernandez-Ramirez G, Giltrap D (2013): *Linear and non-linear dependency of direct nitrous oxide emissions on fertilizer nitrogen input: A meta-analysis*. *Agriculture, ecosystems and environment*, 168, 53-65.
- [30] Heldstab, J et al., (2016): *Liechtenstein's Greenhouse Gas Inventory 1990–2014, National Inventory Report 2016, under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol*. Office of Environment.
- [31] Filliger P et al., (2016): *Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2014, National Inventory Report 2016, including reporting elements under the Kyoto Protocol*. Bundesamt für Umwelt, Abteilung für Klima.
- [32] Hähndel, R., & Zerulla, W. (1999). *Effects of ammonium-stabilized N-fertilizers on yield and quality of vegetables*. In *International Conference on Environmental Problems Associated with Nitrogen Fertilisation of Field Grown Vegetable Crops* 563 (pp. 81-86).
- [33] Pasda, G., Hähndel, R., & Zerulla, W. (2001). *Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops*. *Biology and Fertility of Soils*, 34(2), 85-97.
- [34] Ruser, R., Schilling, R., Steindl, H., Flessa, H., & Beese, F. (1998). *Soil compaction and fertilization effects on nitrous oxide and methane fluxes in potato fields*. *Soil Science Society of America Journal*, 62(6), 1587-1595.

Projektbeschreibung

- [35] Bessou, C., Mary, B., Léonard, J., Roussel, M., Gréhan, E., & Gabrielle, B. (2010). *Modelling soil compaction impacts on nitrous oxide emissions in arable fields*. European Journal of Soil Science, 61(3), 348-363.

A8 Abkürzungen

ASN	Ammoniumsulfatnitrat
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
ENTEC	Produktebezeichnung
CO ₂ eq	CO ₂ -Äquivalente
DMPP	3,4 Dimethylpyrazolphosphat
GWP	Global Warming Potential
kt	Tausend Tonnen
NH	Nitrifikationshemmstoff
NH ₃	Ammoniak (<i>ammonia</i>)
NH ₄ ⁺	Ammonium (<i>ammonium</i>)
NIR	National Inventory Report
NO ₃ ⁻	Nitrat (<i>nitrate</i>)
THG	Treibhausgas

A9 Programm ENTEC 26: Anmeldeformular für weitere Vorhaben

Anleitung: Dieses Formular dient neuen Vorhaben zur Dokumentation ihrer Erfüllung der Teilnahmekriterien gemäss Abschnitt 2.3.2 der Programmbeschreibung. Der Programmkoordinator nimmt nach Bedarf Rücksprache mit dem BAFU und reicht das ausgefüllte und geprüfte Formular zusammen mit dem nächsten Monitoring- und Verifizierungsbericht beim BAFU ein.

Die Erfüllung der Teilnahmekriterien ist für jede Monitoringperiode erneut nachzuweisen. Ausnahme: Für Kriterium 3.b) genügt der einmalige Nachweis bei Aufnahme des Vorhabens in das Programm.

Vorhaben Nr.: *Bitte ausfüllen*
 Teilnehmer: *Bitte ausfüllen – Name der teilnehmenden Firma*
 Kontakt: *Bitte ausfüllen – Ansprechperson mit Email und Telefonnummer*
 Umsetzungsbeginn: *Bitte ausfüllen – Datum des Umsetzungsbeginns. Belege sind beizulegen.*
 Dokumentversion & Datum: *Bitte ausfüllen*

Kriterium	Beschreibung Kriterium	Erfüllung durch das Vorhaben
1. Produkt	ENTECC 26 mit einem DMPP-Gehalt von mindestens 0.8%, bezogen auf den Gehalt an Ammoniumstickstoff (gemäss Herstellerangaben).	<i>Bitte ausfüllen</i>
2.a) Bezugsquelle	Der Vertreter importiert das Produkt aus dem Ausland oder weist nach, dass sein Lieferant sowie dessen vorgelagerte Lieferanten ihrerseits nicht am Programm teilnehmen.	<i>Bitte ausfüllen</i>
2.b) Nutzung in der Schweiz	Exporte des Produktes an Abnehmer ausserhalb der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein werden entweder ausgeschlossen oder bei der Berechnung der Emissionsreduktionen in Abzug gebracht.	<i>Bitte ausfüllen</i>
2.c) Klimamehrwert	Die Abnehmer treten den Klimamehrwert des Produktes an den Vertreter ab und bestätigen, dass sie diesen nicht selber nutzen.	<i>Bitte ausfüllen</i>
3. Nettomarge	a) Vertrieb des Produktes mit Nettomarge ██████████ des Erlöses aus dem Produktverkauf exkl. MWSt. b) Zudem, falls der Vertreter das Produkt bereits vor der Teilnahme am Programm vertrieben hat: Nachweis einer substantziellen Absenkung der durchschnittlichen Nettomarge pro Tonne Produkt.	<i>Bitte ausfüllen</i>
4. Unabhängigkeit	Der Vertreter ist vom Hersteller des Produktes sowie von seinen Lieferanten rechtlich und organisatorisch unabhängig.	<i>Bitte ausfüllen</i>

Weitergehende Erläuterungen zur Erfüllung der Teilnahmekriterien

Bitte ausfüllen