

Maßnahmenkatalog Landwirtschaft



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: BMLRT, Sektion I Wasserwirtschaft; Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt; WPA Beratende Ingenieure GmbH (Erstfassung 2007)

Gesamtumsetzung: BMLRT

Fotonachweis: BMLRT/Alexander Haiden (Titelbild)

Wien, 2020. Stand: 8. Februar 2021

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an service@bmlrt.gv.at.

Inhalt

Einleitung	4
1 Grünland statt Ackerland	8
2 Grünbrache	14
3 Landschaftselemente	20
4 Begrünung von Ackerflächen	24
5 Terrassierung	32
6 Bodenbearbeitung	34
7 Fruchtfolgenauflagen	41
8 Bedarfsgerechte Düngung und Düngebeschränkung	46
9 Düngung nach Nährstoffgehalt im Boden.....	57
10 Bodennahe Ausbringung	64
11 Erstellen von Nährstoffbilanzen.....	67
12 Schulung, Weiterbildung und Bewusstseinsbildung.....	73
13 Beschränkung des Viehbestandes	75
14 Fütterung.....	76
15 Wirtschaftsdüngerlager, Wirtschaftsdüngerverbringung.....	77
16 Literaturverzeichnis.....	81
17 Abkürzungen.....	89
18 Tabellenverzeichnis.....	90
19 Abbildungsverzeichnis.....	92

Einleitung

Der Maßnahmenkatalog gibt einen Überblick über mögliche Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft zur Reduktion diffuser Einträge von Stickstoff und Phosphor in das Grundwasser und die Fließgewässer. In seiner Erstfassung wurde der Maßnahmenkatalog als Begleitdokument zum 1. Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 im Rahmen einer Zusammenarbeit von wpa Beratende Ingenieure GmbH und dem Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt verfasst. Für den 2. Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 wurde der Maßnahmenkatalog im Lichte neuerer Erkenntnisse hinsichtlich der Maßnahmenwirksamkeit sowie der Erfahrungen in Hinblick auf Umsetzung und Akzeptanz der Maßnahmen überarbeitet.

Für die Erstellung des 3. NGP 2021 wurde das Dokument aktualisiert. Die dargestellten Maßnahmen des Agrarumweltprogramms ÖPUL 2015 werden bis Ende 2022 angeboten. Ab 2023 wird das Agrarumweltprogramm in überarbeiteter Form im Rahmen des nationalen GAP-Strategieplans angeboten werden. Die Maßnahmen mit Schwerpunkt Gewässerschutz werden weiterhin ein zentraler Bestandteil des Agrarumweltprogramms sein.

Im Maßnahmenkatalog sind die wesentlichsten zu Grunde liegenden Quellen und Annahmen bei der Bewertung der Wirkung und der Kosten der im Katalog enthaltenen Maßnahmen dargestellt. Der Katalog enthält ferner zusätzliche Informationen, die bei der Auswahl von Maßnahmen zur Erstellung von Maßnahmenprogrammen von Bedeutung sein können, insbesondere Angaben zu möglichen Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz sowie eine Einschätzung der Kontrollierbarkeit der Maßnahmen.

Bei den Quellen zur Bewertung der Frachtreduktion wurde in erster Linie auf in Österreich in der jüngeren Vergangenheit durchgeführte Studien zurückgegriffen, die zum Ziel hatten, die Wirkung einzelner Gewässerschutzmaßnahmen der Landwirtschaft zu bewerten. Da sich die Ergebnisse der Studien meist auf mehrere Bundesländer beziehen (insbesondere jene mit relevantem Anteil an den Ackerbaugebieten), sind die Angaben in diesem Katalog weitgehend repräsentativ für ganz Österreich. Die den verwendeten Studien zu Grunde liegenden Arbeiten und Literaturstellen sind meist sehr umfangreich und wurden hier nicht nochmals eigens angeführt oder zitiert.

Weitere Literaturstellen wurden für die Erstellung des Katalogs nur dort herangezogen, wo die für weite Teile Österreichs repräsentativen Studien bestimmte Aspekte oder Maßnahmen des Gewässerschutzes in der Landwirtschaft nicht abdecken.

Allgemein geltende Annahmen und Voraussetzungen

Die Wirkung der Maßnahmen wurde im Katalog als Reduktion der Emissionen relativ zu ihrem Ausgangswert angegeben, wobei die Wirkung der einzelnen Maßnahmen in vier Klassen eingeteilt wurde:

Tabelle 1 Angaben zur Wirksamkeit von Maßnahmen in Klassen

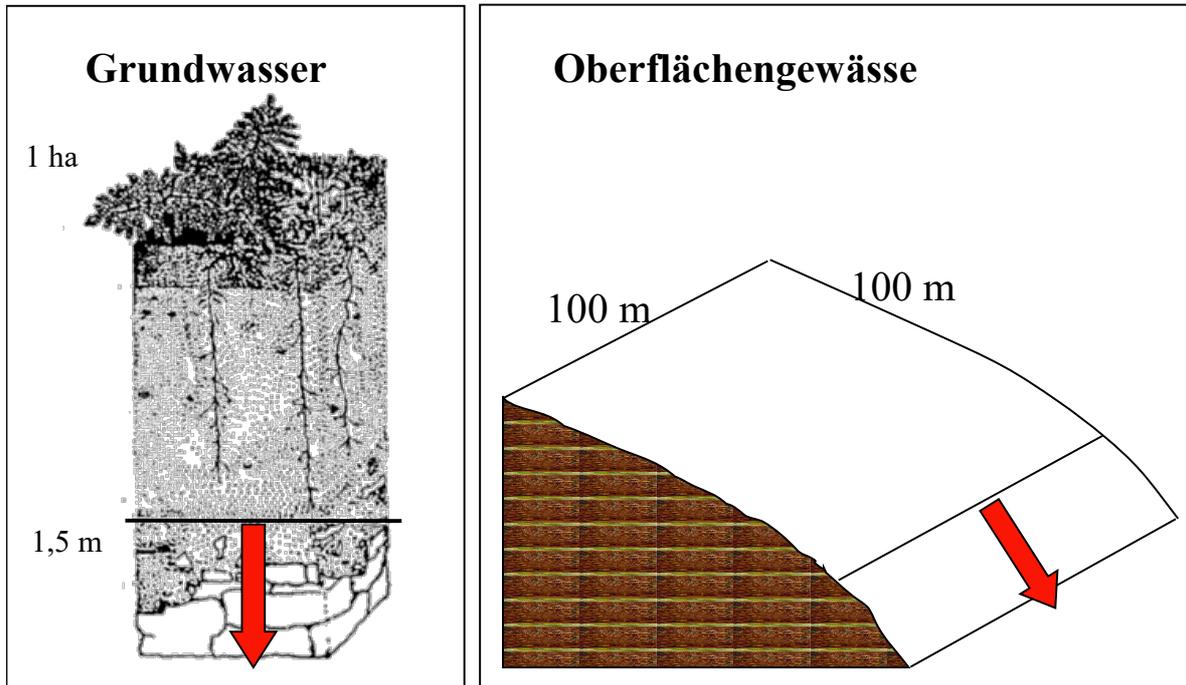
Wirkung	Angabe im Katalog	Klasse
niedrige Wirkung	+	0 – 25 %
mäßige Wirkung	++	>25 – 50 %
hohe Wirkung	+++	>50 – 75 %
sehr hohe Wirkung	++++	>75 – 100 %

Für eine Bewertung der Frachtreduktion in absoluter Höhe sind nicht nur die in diesem Katalog angeführten Wirkungen, sondern auch die tatsächlichen Emissionen für den jeweiligen Standort zu ermitteln.

Die Nährstoffemissionen in Richtung Grundwasser bzw. deren Reduktion wurde für Nitrat und Phosphat angegeben, in Richtung Oberflächengewässer, wenn nicht bei den einzelnen Maßnahmen anders angegeben, für den gesamten Stickstoff bzw. den gesamten Phosphor.

Als Grenzen für die Bereiche, aus denen emittiert wird, wurden für das Grundwasser die Durchwurzelungstiefe (1,5 m) und für die Emission von Gesamt N und Gesamt P der Bodenabtrag von einem quadratischen Ausschnitt der Landoberfläche gewählt (Abbildung 1).

Abbildung 1 Systemgrenzen für die Bewertung der Emissionen



Bei der Anwendung des Katalogs für die Reduktion der N-Belastung von Oberflächengewässern ist zu berücksichtigen, dass diese auch über das Grundwasser erfolgen kann und in diesen Fällen auch Maßnahmen zum Grundwasserschutz zielführend sind.

Der Katalog stützt sich auf bestehende Untersuchungen und Berechnungen in verschiedenen Produktionsgebieten Österreichs. Diese wurden vor allem in den Ackerbaugebieten Oberösterreichs (Traun-Enns-Platte, Welser Haide, Eferdinger Becken), in den Trockengebieten Ostösterreichs (Weinviertel, Marchfeld) und in der Steiermark (Oststeirisches Hügelland, Leibnitzer Feld) durchgeführt. Die Bewertung der Maßnahmenwirkung im Begleitband stellt eine qualitative Bewertung auf Grund von Literaturquellen bzw. einer Experteneinschätzung dar. Die Bewertung der Kosten erfolgt für die Maßnahmen der Landwirtschaft pro ha Fläche, da der überwiegende Teil der Maßnahmen auf der Fläche umzusetzen ist. Wo dies nicht der Fall ist (z.B. Lagerraum für Gülle) werden die zur Umrechnung verwendeten Annahmen dargelegt.

Die Kosten je Maßnahme wurden in 4 Klassen eingeteilt:

Tabelle 2 Angaben zu Kosten von Maßnahmen in Klassen

Kosten	Angabe im Katalog	Klasse
niedrige Kosten	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
mäßige Kosten	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
hohe Kosten	€€€	>200 – 300 Euro/ha/Jahr
sehr hohe Kosten	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr

Bei der Betrachtung des Zeithorizonts ist zu beachten, dass fast alle Maßnahmen jährlich zu wiederholen sind, um im entsprechenden Zeitraum die angegebene Wirkung zu entfalten. Ausnahmen sind z.B. die Terrassierung im Obst- und Weinbau, der Güllegrubenraum oder Schulungsmaßnahmen zu einem bestimmten Thema.

Die Kontrollierbarkeit einer Maßnahme bezieht sich auf die Kontrolle der Durchführung und Erhaltung der Maßnahme unter derzeitigen Rahmenbedingungen. Unter leichter Kontrollierbarkeit ist somit zu verstehen, dass sehr leicht überprüft werden kann, ob die Maßnahme durchgeführt wurde beziehungsweise korrekt ausgeführt/angelegt wurde. (Zeitliche) Einschränkungen bzw. Notwendigkeiten zur Kontrollierbarkeit einer Maßnahme sind explizit festgehalten.

1 Grünland statt Ackerland

Beschreibung der Maßnahme

Ziel ist es, die stofflichen Einträge in das Grundwasser über Versickerung und in die Oberflächengewässer über Erosion zu reduzieren. Die Maßnahme beinhaltet, dass Grünland als solches erhalten bleibt bzw. Ackerflächen in Grünland umgewandelt, als solche bewirtschaftet und nicht mehr umgebrochen werden.

Die Nitratversickerung in das Grundwasser ist unter Grünlandflächen etwa um den Faktor 10 geringer als unter Ackerflächen (Eder et al., 2014). Aufgrund der durchgehenden Bodenbedeckung von Grünland ist der erosive Eintrag in Fließgewässer ebenfalls deutlich geringer im Vergleich zu Ackerflächen. Die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland ist zwar eine sehr einschneidende, jedoch bezüglich Grundwasserschutz eine hocheffiziente Maßnahme.

Gemäß EU-Direktzahlungsverordnung (1307/2013) ist das Grünlandflächenausmaß in Österreich insgesamt zu erhalten. Der Grünlandanteil wird als Verhältnis von der als Dauergrünland genutzten Fläche zu der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche angegeben. Ein Umbruch von Dauergrünland ist daher im Mehrfachtantrag Flächen zu melden. Wird festgestellt, dass das Grünlandverhältnis abnimmt, sind die österreichischen Behörden verpflichtet, einen Grünlandumbruch der Betriebe nur mehr gegen vorherige Bewilligung zu erlauben oder die Wiederanlage von Dauergrünland vorzuschreiben.

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Tabelle 3 Inhalte verschiedener Maßnahmen

Maßnahme	Beschreibung	ÖPUL 2015
Erhaltung des Grünflächenausmaßes	das Grünflächenausmaß bleibt auf Betriebsebene erhalten; wenn Grünflächen umgebrochen werden, müssen diese auf anderen Ackerflächen des Betriebes wieder angelegt werden (keine standörtliche Fixierung der Grünlandflächen)	ja
Verbot des Grünlandumbruchs	Grünlandflächen dürfen nicht umgebrochen werden bzw. ist eine Grünlanderneuerung durch Umbruch nicht zulässig (standörtliche Fixierung der Grünlandflächen)	ja
Umwandlung von Acker in Grünland	Ackerflächen werden als Grünland bewirtschaftet und nicht mehr umgebrochen	ja

Die Erhaltung des Grünlandausmaßes ist Bestandteil der Verpflichtungen der ÖPUL 2015-Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1) und „Biologische Wirtschaftsweise“ (20), wobei als Referenzmaß die Grünlandfläche im 1. Jahr der Verpflichtung plus das im Jahr davor umgebrochene Flächenausmaß herangezogen wird.

Im Rahmen der ÖPUL 2015- Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16) herrscht ein absolutes Grünlandumbruchverbot und Verbot der Grünlanderneuerung mit Umbruch gemäß Gebietskulisse. Ferner ist ein Umbruchsverbot von Dauergrünlandflächen in der nationalen Invekos-CC-Verordnung für spezifische Fälle festgelegt.

Die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland wird als Vorhabensart (Begrünte Ackerflächen mit Wiesennutzung) in der ÖPUL 2015-Maßnahme „Naturschutz“ (19) mit den entsprechenden Förderungsverpflichtungen erwähnt.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 4 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Erhaltung des Grünflächenausmaßes	++++		++++	++++
Grünlandumbruchsverbot	++++		++++	++++
Umwandlung von Acker in Grünland	++++		++++	++++

Die Erhaltung des Grünlandausmaßes und ein Grünlandumbruchverbot erzielen emissionsseitig keine Verbesserung, vermeiden jedoch eine Verschlechterung. Beim Umbruch von Grünland werden in den Folgejahren wieder große Mengen an Stickstoff mineralisiert und stellen ein höheres Nitratauswaschungsrisiko dar. Das Risiko einer Stickstoffauswaschung durch Grünlandumbruch wird durch die Neuanlage von Grünland nicht im vollen Umfang kompensiert. Daher sind Maßnahmen mit standörtlicher Fixierung des Grünlands von hoher Wirkung.

Hingegen ist die Umwandlung von Acker in Grünland eine Maßnahme mit deutlicher Reduktion der Emissionen ins Grundwasser.

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Da die laufende Bewirtschaftungsweise bei der Erhaltung des Grünlandausmaßes nicht geändert werden muss, sind die Voraussetzungen für eine Akzeptanz gut. Günstig ist

weilers für die Akzeptanz, dass eine gewisse Freiheit besteht, die Grünlandflächenauswahl anzupassen.

Bei standörtlicher Fixierung (z.B. Grünlandumbruchsverbot) vermindert sich jedoch die Flexibilität für die Landwirte.

Eine Umwandlung von Acker in Grünland bedingt eine tief greifende Änderung der Bewirtschaftung. Dies ist auch aufgrund der natürlichen Gegebenheiten zum Teil nur eingeschränkt möglich. Eine Akzeptanz ist am ehesten für ausgewählte Flächen mit beschränktem Umfang zu erwarten.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 5 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Erhaltung des Grünflächenausmaßes, Grünlandumbruchsverbot, Umwandlung von Acker in Grünland	<p>In einem Langzeitversuch von über 17 Jahren wurden von Dressel (1992) die N-Verluste durch Versickerung ins Grundwasser unter Grünland gemessen. Im letzten Jahr wurde das Grünland umgebrochen und Wintergetreide angebaut. Die Nitratauswaschung auf dem umgebrochenen Boden wurde den Messungen in den Jahren zuvor unter Grünland gegenübergestellt. Die Versuche wurden am Limburgerhof durchgeführt und können aufgrund der klimatischen Lage für Ostösterreich übernommen werden.</p> <p>In einer Studie wurde anhand von Lysimetermessungen das Verhältnis von Stickstoffinput und Stickstoffversickerung einer Fläche, berechnet, woraus der Beitrag der N-Versickerung zu Österreichs berichtspflichtigen Lachgasemissionen quantifiziert wird (Eder et al., 2014). Diese Datengrundlage zeigt für den Zentralraum, die Steiermark und das niederösterreichische Alpenvorland,</p>	<p>Das Modell BOBB (Bodenerosion, Beratung und Berechnung, Strauss et al., 2013) ermöglicht eine vergleichende Berechnung der Schutzwirkung von Dauergrünland gegenüber einer konventionellen Ackernutzung mit unterschiedlicher Fruchtfolgen.</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete wurden von Zessner et al. 2012 die Wirksamkeit von Maßnahmen auf die Reduktion der N- und P- Emissionen in den Austragspfaden des MONERIS-Modells und auf die Gesamtemissionen in die Fließgewässer berechnet. Für die Maßnahme durchgehende Bodenbedeckung auf Ackerflächen wurde, ausgehend von einer Umsetzung der Maßnahme auf 7% der Ackerflächen, eine geringfügige P-Emissionsreduktion in die Fließgewässer berechnet. Eine deutliche Steigerung der Umsetzungsflächen oder eine Umsetzung der Maßnahme auf den steilsten Hängen des Einzugsgebietes würde den Effekt der Maßnahme etwas</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>dass die Stickstoffversickerung unter Grünland im Durchschnitt etwa ein Zehntel jener unter Ackerland ist.</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete wurden von Zessner et al. 2012 die Wirksamkeit von Maßnahmen auf die Reduktion der N- Emissionen in den Austragspfaden des MONERIS-Modells (Emissionen ins Grundwasser) berechnet. Für die Maßnahme durchgehende Bodenbedeckung auf Ackerflächen wurde, ausgehend von einer Umsetzung der Maßnahme auf 7% der Ackerflächen, eine geringfügige N-Emissionsreduktion ins Grundwasser berechnet. Bei deutlicher Steigerung der Umsetzungsflächen würde ein höheres Reduktionspotential für Emissionen bestehen, dies erscheint in der Umsetzung jedoch unrealistisch.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>	<p>verbessern. Würde die Maßnahme auf 7% der eintragsrelevanten Flächen umgesetzt, würde dies zu einer sehr hohen Reduktion des P-Emissionen über Erosion und zu einer deutlichen Reduktion der gesamten P-Emissionen in die Fließgewässer führen,</p> <p>→Berechnung</p>

Bewertung der Kosten

Die ÖPUL 2015 Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1) gewährt Prämien zur Deckung der Kosten und Einkommensverluste für Grünland zwischen 15 Euro/ha (Nicht-Tierhalter) und 45 Euro/ha (tierhaltende Betriebe), die bei Teilnahme an der Maßnahme durch die verpflichtende Umsetzung der Vorgaben entstehen. Die Erhaltung des Grünlandausmaßes stellt da nur eine von insgesamt sechs Förderverpflichtungen dar.

Das Grünlandumbruchsverbot wird in der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16) mit 100 Euro/ha in der entsprechenden Gebietskulisse gefördert.

In der ÖPUL 2015-Maßnahme „Naturschutz“ (19) werden Prämien für Kosten und Einkommensverluste zur Einhaltung der Naturschutzauflagen mit Förderobergrenzen von 700-900 €/ha gewährt. Die Höhe dieser Prämien ergibt sich aus der Summe der

Teilprämien für die einzelnen Verpflichtungen, wobei eine Teilprämie für eine Verpflichtung „Umwandlung von Acker in Grünland“ separat nicht ausgewiesen ist.

Zessner et al (2014) geben Kosten für die Maßnahme „Durchgehende Bodenbedeckung mit Nutzung (Grünland)“ – entspricht dem Maßnahmentyp Umwandlung von Ackerland in Grünland – mit 314 €/ha an.

Tabelle 6 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Erhaltung Grünlandausmaß	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Grünlandumbruchs-verbot	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Umwandlung von Acker in Grünland	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr

2 Grünbrache

Beschreibung der Maßnahme

Die Nitratauswaschung ins Grundwasser wird in einem Einzugsgebiet vor allem dann wirksam reduziert, wenn Ackerflächen, die besonders auswaschungsgefährdet sind, von **Stilllegungsmaßnahmen** erfasst werden. Eine Stilllegung durch die Anlage einer Grünbrache erfolgt durch Gräsereinsaat. Leguminosen sind dabei aus Sicht des Grundwasserschutzes ungünstig. In den Folgejahren muss die Grünbrache gepflegt werden, sie darf jedoch nicht umgebrochen werden.

Gewässerrandstreifen umfassen die an Gewässer landseits der Böschungsoberkante angrenzenden Bereiche und dienen als naturnahe Pufferzonen. Gewässerrandstreifen sind unterschiedlich breite Grasstreifen, die extensiv bewirtschaftet werden, oder als Brachefläche dienen und je nach Pflegeintensität meist nur einmal im Jahr gehäckselt werden.

Durch die Stilllegung/Extensivierung eines Pufferstreifens entlang der Gewässer wird auch der Eintrag von Nährstoffen, die Erosion von feinkörnigen Substraten, der direkte Eintrag organischer Substanz und der Eintrag von Substanzen, die im Zuge der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung Verwendung finden, in die Fließgewässer verringert. Der reduzierte Eintrag feinkörniger Substrate verringert die "Verschlammungstendenz" von Fließgewässerabschnitten mit niedrigeren Strömungsgeschwindigkeiten. Die Extensivierung von Pufferzonen entlang der Gewässer schafft optimierte Lebensbedingungen für am Gewässer lebende Organismen.

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Tabelle 7 Inhalte verschiedener Maßnahmen

Maßnahme	Beschreibung	ÖPUL 2015
Anlage/Erhaltung einer Grünbrache	Stilllegung von Ackerflächen durch Einsaat einer dauerhaften Begrünungsmischung und anschließende Pflege (ohne Umbruch)	ja
Gewässerrandstreifen	Anlage eines extensiv bewirtschafteten, ganzjährig bewachsenen Pufferstreifens (Grasstreifens) entlang der Oberflächengewässer	ja

Die Aktionsprogramm-Nitrat-Verordnung (NAPV) sieht verpflichtende Mindestabstände vor, die bei der Ausbringung stickstoffhaltiger Düngemittel zu Oberflächengewässern einzuhalten sind. Der einzuhaltende Mindestabstand wird neben der durchschnittlichen Hangneigung und dem Gewässertyp (fließende oder stehende Gewässer) auch in Abhängigkeit des Vorliegens eines ganzjährig bewachsenen Gewässerrandstreifens definiert. Die über die gesetzlichen Bestimmungen hinausgehende Anlage von Gewässerrandstreifen ist Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Oberflächengewässerschutz von Ackerflächen“ (18).

Die Stilllegung von Ackerflächen ist Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen“ (17). Ferner sind Ackerflächen, die vorübergehend nicht für die landwirtschaftliche Produktion verwendet werden, gemäß Cross Compliance Bestimmungen zu begrünen. Auch die Anlage von mindestens 5% Biodiversitätsflächen in der Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ trägt zu einem höheren Anteil ungenutzter bzw. extensiv genutzter Ackerflächen bei.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 8 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Grünbrache / Gewässerrandstreifen	++++			
< 10 m Breite				+
10 – 30 m Breite			+	++
> 30 m Breite			++	++++

Eine Reduktion der Emissionen ist nur dort zu erwarten, wo Grünbrachen neu angelegt oder erhalten werden. Durch das Entfernen (Umbruch) von Grünbrachen nehmen die Emissionen jedoch zu. Bei einem Umbruch von Grünbrachen werden außerdem größere Mengen Stickstoff mineralisiert und stellen ein Nitratauswaschungsrisiko ins Grundwasser dar. Dies muss bei der Folgebewirtschaftung durch eine Anpassung der Stickstoffdüngung berücksichtigt werden, die eventuell im ersten Jahr nach dem Umbruch gänzlich entfallen sollte.

Gewässerrandstreifen werden vorrangig zur Vermeidung von Nährstoffeinträgen in Fließgewässer verwendet. Gewässerrandstreifen sind bestockte Streifen und wirken dementsprechend ähnlich auf die N-Emissionen ins Grundwasser wie dauerhaftes Grünland.

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Wichtig für die Akzeptanz ist, dass Ausgleichszahlungen für Stilllegungsflächen zumindest in jenem Umfang bezogen werden, in dem Flächen stillgelegt werden.

In früheren ÖPUL-Programmen war eine geringe Akzeptanz der Maßnahme gegeben, da die stillgelegte Ackerfläche nach 5 Jahren in eine Dauergrünlandfläche umgewandelt wurde bzw. die Prämien wenig attraktiv waren. Mit dem neuen ÖPUL 2015-Programm bleibt der Status einer Ackerfläche erhalten, auch wenn die Flächen mehr als 5 Jahre nicht in die Fruchtfolge einbezogen wurden und die Prämie wurde attraktiviert.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 9 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Grünbrache	<p>Im NÖ Alpenvorland wurde 1994 eine standorttypische Ackerbaufruchtfolge von einer Grünbrache abgelöst. Im Jahr 2010 erfolgte der Umbruch der Grünbrache mit Ackerfolgenutzung. Die Nitratauswaschung ins Grundwasser wird dort seit 1990 kontinuierlich gemessen (Feichtinger 1999, Feichtinger et al.2004). Die Anlage der Grünbrache bewirkte eine Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser um etwa den Faktor 10 und der Umbruch der Grünbrache hatte eine Erhöhung im selben Ausmaß zur Folge. Dies ist auch in Eder et al., 2014 festgehalten.</p> <p>Eine Stilllegung, wie in der Maßnahme „Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen“ vorgesehen, ist in seiner Wirkung als sehr stark einzustufen, da eine Stickstoffversickerung damit fast zur Gänze vermieden wird (BAW und WPA, 2008; Zessner et al. 2012). In wpa et al. 2019 wurde festgestellt, dass durch 1,3% der gesamten Ackerfläche, die nach den Vorgaben der Maßnahme „Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen“ bewirtschaftet wurden, ein Effekt hinsichtlich der N-Auswaschung in einer ähnlichen</p>	<p>Die grundsätzlich positive Wirkung von Grünbrachen auf Emissionen in Fließgewässer wird durch das Modell BOBB (Bodenerosion, Beratung und Berechnung, Strauss et al., 2013) abgebildet.</p> <p>Eine Simulationsstudie berechnet potentielle P Einträge in oberösterreichische Einzugsgebiete auf Basis des Modells MONERIS (Zessner et al., 2012) und Phosphate (Zessner und Hepp, 2014).</p> <p>→Berechnung</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Größenordnung erzielt wurde wie die Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“, in die im Jahr 2017 80% der Ackerfläche eingebracht wurden.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>	
<p>Gewässer-randstreifen</p>	<p>Um die Wirkung von Grünlandstreifen auf den Nitrataustrag ins Grundwasser zu bewerten, können Arbeiten herangezogen werden, die die N-Verluste unter Grünland messen (siehe Grünbrache).</p> <p>Die Reduktion der Auswaschung findet nur auf dem Streifen entlang des Gewässers statt und muss dementsprechend der gesamten Feldfläche gegenübergestellt werden. Ein quadratisches Feld mit einer Größe von 1 ha grenzt an einer Seite an ein Gewässer. Entlang des Gewässers wurde ein Gewässerrandstreifen angelegt, der stillgelegt ist. Die Wirkung der Maßnahme variiert demnach je nach Breite des Gewässerrandstreifens. Die Reduktion der Nitratauswaschung auf diesem Streifen wird dem restlichen Feld gegenübergestellt.</p> <p>→Messung</p>	<p>Fiener und Auerswald (2006), bzw. Fiener und Auerswald (2003) haben die Reduktion sowohl von Abfluss als auch der Bodenerosion durch die Gewässerrandstreifen gemessen. Die Studie von Hösl et al. (2014) belegt, dass ein beachtlicher Teil des oberflächlichen Eintrags von P durch lineare Fließwege erfolgt, die nur temporär wasserführend sind.</p> <p>Zessner et al. (2012) haben auf Basis von Modellierungen in oberösterreichische Einzugsgebieten für die Anlage von Gewässerrandstreifen bei flächendeckender Umsetzung ein sehr hohes Potential zur Reduktion der P-Emissionen über Erosion sowie der Gesamt-P-Emissionen in die Fließgewässer berechnet. Es besteht allerdings eine starke Abhängigkeit der Wirkung von der Anlagebreite von Gewässerrandstreifen (WPA und BAW, 2009). Dies wird auch durch Anwendung des Modells BOBB (Bodenerosion, Beratung und Berechnung, Strauss et al., 2013) gezeigt.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>

Bewertung der Kosten

Im Rahmen der ÖPUL 2015-Maßnahme „Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen“ (17) werden Förderungen von 450 €/ha Ackerfläche (für maximal 20% der Ackerfläche des Betriebes) gewährt. Im Rahmen der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Oberflächengewässerschutz von Ackerflächen“ (18) wird die Anlage von

Gewässerrandstreifen mit 450 €/ha Flächen mit angelegten Begrünungsmischungen (für maximal 20% der Ackerfläche des Betriebes) gewährt. Auch Biodiversitätsflächen bzw. über die Mindestanforderung von 5% hinausgehende Biodiversitätsflächen werden mit dieser Prämie abgegolten.

Zessner et al (2014) geben Kosten für die Maßnahme „Durchgehende Bodenbedeckung ohne Nutzung (Grünbrache)“ mit 816 €/ha und für die Maßnahme „Gewässerrandstreifen“ mit 565 €/ha an.

Tabelle 10 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Grünbrache	€€€	>300 Euro/ha/Jahr
Gewässerrandstreifen	€€€	>300 Euro/ha/Jahr

3 Landschaftselemente

Beschreibung der Maßnahme

Das Anlegen und Erhalten von Landschaftselementen (LSE), wie Baumreihen, Böschungen, landschaftsprägende Einzelbäume, Hecken, Bewirtschaftungsgrenzen bildende Feldraine und Gräben, Kleingewässer, Quellfluren, Steinblöcke, Steinmauern und Terrassenmauern, Streuobstwiesen und Obstbaumreihen, Feuchtwiesen und Moore zielt auf eine strukturelle Verbesserung des Biotopverbundes in der offenen Kulturlandschaft ab. So soll die Biodiversität der Kulturlandschaft gefördert werden.

Eine gezielte Auswahl von Standorten zur Umsetzung kann einen erheblichen Beitrag zur Reduktion der Nährstoffemissionen in Richtung Oberflächengewässer leisten, z.B. im Bereich periodisch wasserführender Bachläufe oder Flächen, wo gehäuft und konzentriert Oberflächenabfluss auftritt, entlang von Bachläufen, etc. Da diese Maßnahme üblicherweise nur kleinflächig umgesetzt wird, ist sie für eine flächenhafte Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser weniger geeignet.

Aktuelle Umsetzung des Maßnahmentyps

Die Erhaltung und der naturverträgliche Umgang mit Landschaftselementen ist Bestandteil der Bestimmungen zur Erhaltung des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustandes (GLÖZ) ebenfalls Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1), welche auf oder max. 5m neben landwirtschaftlich genutzten Flächen befindliche, in der Verfügungsgewalt des Betriebes stehenden flächigen und punktförmigen Landschaftselemente anspricht. Ausgenommen von der Erhaltungspflicht sind LSE auf Almen und Hutweiden.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 11 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Landschaftselemente				
5m Breite			+	+
10m Breite			++	++
40m Breite			+++	+++

Die tatsächliche Effektivität der Wirkung dieser Maßnahme kann nur bei Kenntnis lokaler Bedingungen beurteilt werden.

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Die Maßnahme bietet sich vor allem für Flächen mit eingeschränktem landwirtschaftlichen Nutzwert an. Diese Flächen können aber einen überdurchschnittlichen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 12 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
<p>Landschaftselemente</p>	<p>Nützlings-, Grünstreifen und Landschaftselemente werden zur Vermeidung von Nährstoffeinträgen in Fließgewässer verwendet bzw. dienen als naturnaher Pufferzonen und sind diesbezüglich keine Grundwasserschutzmaßnahmen im eigentlichen Sinn. Jedoch sind Nützlings- und Grünstreifen Gras- oder Baumbereiche und wirken dementsprechend ähnlich auf die N-Emissionen ins Grundwasser wie dauerhaftes Grünland. Um die Wirkung von Grünlandstreifen auf den Nitrataustrag ins Grundwasser zu bewerten, können dadurch Arbeiten herangezogen werden, die die N-Verluste unter Grünland messen. Als Vergleichswert wurde angenommen, dass die Nützlings-, Grünstreifen oder Landschaftselemente nicht erhalten bleiben, sondern umgebrochen wird (siehe Maßnahme Erhaltung des Grünlandflächenausmaßes).</p> <p>Die Reduktion der Auswaschung findet nur auf den Nützlings-, Grünstreifen, Landschaftselemente statt und muss dementsprechend der gesamten Feldfläche gegenübergestellt werden. In einem quadratischen Feld mit einer Größe von 1 ha werden Nützlings-, Grünstreifen oder Landschaftselementen von 10 m bzw. 40 m angelegt. Die Reduktion der Nitratauswaschung auf dem Feld durch die Anlage von Landschaftselementen wird einem Feld mit konventioneller Fruchtfolge gegenübergestellt.</p> <p>→Messung</p>	<p>Die Wirkung der Grünstreifen ist abhängig von zwei Faktoren: Streifenbreite und Art des Wasserzuflusses. Bei flächenhaftem Wasserzufluss kann mit einer exponentiellen Reduktion der Emissionen in Relation zur Filterbreite gerechnet werden (WPA und BAW, 2009). Die Messungen wurden in einem Kolluvium eines Grasfilterstreifens in Bayern durchgeführt, die während 17 Jahren sedimentierten. Das in dem darüber liegenden Hopfenfeld ausgebrachte Kupfer, wurde als Tracer verwendet. Weiters wurden Werte für die Retention aus der Literatur erhoben. Diese Werte von Boden schwanken allerdings sehr stark. In einer Literaturstudie von Zillgens (2001) wurden die unterschiedlichen Faktoren der Filterstreifen auf die Retention von Bodenabtrag diskutiert. So spielt neben Filterbreite auch die Hangneigung, sowie die Vegetationsdichte eine große Rolle für die Effektivität eines Filterstreifens. Wobei auch zu beachten ist, dass unterschiedliche Ergebnisse in den Untersuchungen auch aus den unterschiedlichen Zeitreihen herführen können, da die Ergebnisse von Kurzzeituntersuchungen gegenüber langfristigen Messungen die Filterwirkung stark überschätzen (Schauder & Auerswald, 1992).</p> <p>→Messung</p>

Bewertung der Kosten

Die ÖPUL 2015 Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1) gewährt Prämien zur Deckung der Kosten und Einkommensverluste für den Erhalt von Landschaftselementen in der Höhe von 6 Euro pro % LSE-Fläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, im Falle von punktförmigen LSE jedoch maximal 150€/ha. Für flächige LSE werden Prämien von 600€/ha gewährt. Auch im Rahmen der Cross-Compliance-Auflagen der Direktzahlungen wird die Erhaltung von flächigen Landschaftselement gefordert.

Tabelle 13 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Erhalt Landschaftselemente		
punktförmig	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
flächig	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr

4 Begrünung von Ackerflächen

Beschreibung der Maßnahme

Die Maßnahme ist auf eine möglichst umfassende flächendeckende Begrünung von Ackerflächen zwischen zwei Hauptkulturen durch den Anbau von Zwischenfrüchten ausgerichtet. Ziel dieser Maßnahme ist es, Vorräte an mineralischem Stickstoff, die entweder als Rest nach der Ernte von Hauptkulturen im Boden verblieben sind oder durch Mineralisation freigesetzt werden, in Pflanzenmasse einzulagern und so an bzw. nahe an die Bodenoberfläche zu holen. So sollen die Vorräte an mineralischem Stickstoff im Boden einer Auswaschung in den Untergrund – vor allem über Herbst und/oder Winter – entzogen werden und nach Verrottung der Folgekultur als Nährstoffquelle zur Verfügung stehen. Durchgängiger flächendeckender Bewuchs auf der Fläche ist nicht nur ein Beitrag zum Gewässerschutz hinsichtlich Nitratbefrachtung des Grundwassers, sondern auch von höchster Bedeutung für den Erosionsschutz. Außerdem stellen Zwischenfrüchte Nahrung, Schutz und Rückzugsmöglichkeit für viele Tiere der heimischen Agrarlandschaft bereit.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist wesentlich von einer Minimierung der Zeiten mit offenem Boden und einem guten Aufwuchs mit entsprechender Trockenmassebildung der Zwischenfrucht abhängig. **Zwischenfrüchte** sind daher unmittelbar nach der Ernte der Hauptkultur anzubauen. Die Wirkung steigt mit der Begrünungsdauer, insbesondere mit einem frühen Zeitpunkt der Anlage im Sommer bzw. einem späten Umbruch im Frühjahr. Es gibt auch Versuche; die Aussaat der Zwischenfrucht noch in den Bestand der Hauptkultur kurz vor deren Ernte durchzuführen, sofern die Hauptkultur dies ermöglicht. Eine Form der Anlage von Zwischenfrüchten sind **Untersaaten**, die zusätzlich zur Hauptfrucht angebaut werden.

Zwischenbegrünungen dienen primär der Bindung des vorrätigen Boden-Stickstoffs bzw. im Falle der Anlage von Leguminosen auch zur Stickstofffixierung im Boden (z. B. Einsatz im Bio-Landbau).

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Verschiedene Ausprägungen der Maßnahme unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich der Begrünungszeiträume (Anbau- und Umbruchtermine) als auch der Begrünungskulturen. Im ÖPUL 2015 werden verschiedene Begrünungsmaßnahmen angeboten: „Begrünung – Zwischenfruchtanbau“ mit der Unterstützung der Anlage von Zwischenfruchtkulturen auf Acker, die Maßnahme „Begrünung – Immergrün“ mit der Verpflichtung mindestens 85% der Ackerflächen das gesamte Jahr begrünt zu halten sowie die Unterstützung von Zwischenreihenbegrünungen in Dauerkulturen.

Tabelle 14 Inhalte verschiedener Maßnahmen

Maßnahme	Beschreibung	ÖPUL 2015
Zwischenfruchtanbau (inkl. Immergrün)	flächendeckende Begrünung im Zeitraum zwischen zwei Hauptkulturen	ja
Ganzjahresbegrünung	ganzjährige flächendeckende Begrünung (z. B. auswaschungsgefährdete Ackerflächen, Biodiversitätsflächen, Grünland)	ja
Erosionsschutz Obst, Wein, Hopfen	flächendeckende ganzjährige Begrünung in allen Fahrgassen der Obst-, Wein- und Hopfenflächen	ja
Untersaat	zusätzlicher Anbau von Untersaaten (Klee- und Gräsermischungen) zur Hauptfrucht (z.B. Mais, Getreide)	Ja ¹

¹ Untersaaten werden im ÖPUL 2015 nicht mehr als eigene Maßnahme angeboten, jedoch als Begrünung im Rahmen der ÖPUL – Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen – Zwischenfruchtanbau“ (6) anerkannt.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 15 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Anlage einer Zwischenbegrünung nach Ernte der Hauptfrucht und vor 15.8 ; Umbruch frühestens 2 Wochen vor Anbau der Folgefrucht	+++		+	++
Anlage einer Zwischenbegrünung nach Ernte der Hauptfrucht und vor 15.9 ; Umbruch frühestens 2 Wochen vor Anbau der Folgefrucht	++		+	++
Anlage einer Zwischenbegrünung nach Ernte der Hauptfrucht und vor 10.10 ; Umbruch frühestens 2 Wochen vor Anbau der Folgefrucht	+		+	++ ¹
Ganzjahresbegrünung	+++		+++	++++
Erosionsschutz Obst, Wein, Hopfen				
Winterbegrünung	+++		+	+
Ganzjahresbegrünung	+++		++++	++++
Untersaat	+ bis +++ je nach Aufwuchs		+	++

¹ Bewertung der Wirkung der Anlage von Zwischenbegrünungen ohne anschließende Mulchsaat

Die Reduktion der Nitratauswaschung im Begrünungszeitraum (Winterhalbjahr) kann kurzfristig bis zu 70% betragen (WPA und BAW, 2013), ist jedoch über längere Zeiträume betrachtet niedriger (0-25 %). Die zu erwartende Wirksamkeit für den Grundwasserschutz wird primär durch den Anlagetermin bestimmt.

Bei ganzjähriger Bodenbedeckung hat die Maßnahme Begrünung im Obst- und Weinbau eine sehr gute Wirksamkeit zur Reduktion der Bodenerosion. Die Reduzierung der Nitratauswaschung ins Grundwasser ist durch die Begrünung vor allem während der Vegetationsruhe der Obstbäume im Herbst sehr wirksam. Aufgrund der hohen Teilnahmequoten an den Erosionsschutzmaßnahmen im ÖPUL 2007 (90% der Weinflächen

und 87% der Obstflächen) konnte der Bodenabtrag laut Halbzeitevaluierung des LE-Programms um mehr als 85% reduziert werden.

Kontrollierbarkeit

Im Prinzip leicht, es muss jedoch zum geeigneten Zeitpunkt kontrolliert werden.

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Zwischenbegrünungen sind bisher (als Teil von Umweltprogrammen) von Landwirten generell gut akzeptiert worden. Bedenken gibt es zum Teil bezüglich der Wasserkonkurrenz im Trockengebiet (u. a. auch bei Zwischenreihenbegrünungen in Wein), wobei Untersuchungen vorliegen, die bestätigen, dass sich Unterschiede im Bodenwassergehalt bis zu Vegetationsbeginn wieder angleichen (Bodner et al., 2001).

Nach dem Umbruch der Begrünung im Frühling muss der hohe Anteil an organischer Substanz durch die Mikroorganismen abgebaut werden. Bei sehr nassen und schweren Böden besteht die Gefahr bei langanhaltender Kälte im Frühling, dass ein Großteil des Sauerstoffs im Boden aufgebraucht wird, und dadurch die Wurzelatmung der Kulturpflanzen eingeschränkt wird. Das Tiefenwachstum der Wurzeln kann dadurch vermindert werden.

Untersaaten sind im Bereich der konventionellen Landwirtschaft bisher nicht häufig umgesetzt.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 16 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
<p>Zwischenbegrünung</p>	<p>In Forschungsprojekten wurde die Wirkung der Begrünung im Herbst und im Winter auf die Nitratauswaschung für drei verschiedene Regionen unter Zugrundelegung der regionalen Boden-, Klima- und Bewirtschaftungsverhältnisse in Österreich ermittelt. Während von Feichtinger et. al (2005) die Nitratauswaschungen ins Grundwasser mithilfe eines Simulationsmodells berechnet wurden, basieren die Ergebnisse des Forschungsprojektes WPA und BAW, (2003) auf gemessenen Spätherbst Nmin Werten. Die Differenzierung des Anbau- und Umbruchzeitpunktes und der Begrünungskultur erfolgte entsprechend den 4 ÖPUL 2000 Varianten, die sich durch eine spätest mögliche Anlage- und einen frühest möglichen Umbruchszeitpunkt unterscheiden. Als Vergleich wurde die Nitratauswaschung von einer Ackerfläche ohne Winterbegrünung herangezogen.</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete wurden von Zessner et al. 2012 die Wirksamkeit der Maßnahme Zwischenbegrünung mit konservierender Bodenbearbeitung berechnet, welche bereits in dem umgesetzten Ausmaß zu Reduktion der Gesamt-N-Emission in die Fließgewässer und ins Grundwasser beiträgt, die Ausschöpfung des maximal möglichen Potentials würde weitergehende Emissionsreduktionen ermöglichen.</p> <p>Die nachfolgend genannten Publikationen untermauern zusätzlich die wasserwirtschaftliche Bedeutung</p>	<p>Für die Berechnung des Erosionsschutzes von Begrünungen im Herbst und im Winter wurde der Bodenabtrag von Modellhängen unterschiedlicher Neigung und Länge mit dem Erosionsmodell Revised Morgan Morgan Finney (revised MMF) berechnet. Regionsspezifische Klima-, Boden und Bewirtschaftungsverhältnisse aus den Regionen Ostösterreich, Südsteiermark und Zentralösterreich wurden verwendet, um den Bodenabtrag zu modellieren und in weiterer Folge die N- und P- Austräge durch die Erosion zu berechnen. Als Vergleichswert wurde ein Modellhang ohne Begrünung gewählt (IBF, UBA und BAW, 2004).</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete wurden von Zessner et al. 2012 die Wirksamkeit von Maßnahmen auf die Reduktion der N- und P- Emissionen in den Austragspfaden des MONERIS-Modells und auf die Gesamtemissionen in die Fließgewässer berechnet. Die Maßnahme Zwischenbegrünung mit konservierender Bodenbearbeitung trägt bereits in dem umgesetzten Ausmaß zu Reduktion der Gesamt-P-Emission in die Fließgewässer bei, die Ausschöpfung des maximal möglichen Potentials würde weitergehende Emissionsreduktionen ermöglichen.</p> <p>→ Berechnung</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>von begrünten Ackerflächen und führen zum Management von Begrünungen und dessen umweltrelevante Wirkungen aus: Neubauer; Versuchsreferat-Stmk, 2011; Humer 2012</p> <p>→ Berechnung, Messung, Erfahrung</p>	
Untersaat	<p>Auf zwei Standorten mit unterschiedlichen Bodenarten wurden Messungen zur Nitratauswaschung durchgeführt. Eine Fruchtfolge Silomais mit Untersaat wurde einer konventionellen Fruchtfolge mit Silomais gegenübergestellt. Die Aussagen wurden teilweise nur verbal wiedergeben, sodass darauf basierend eine quantitative Abschätzung vorgenommen wurde.</p> <p>Zwei unterschiedliche Studien aus Deutschland haben den Nitratgehalt der Böden bei Kartoffelanbau gemessen. Es wurde ein Vergleich zwischen Kartoffelanbau mit einer Untersaat mit Senf und Kartoffelanbau ohne Untersaat (Kainz et.al, 1997), sowie Kartoffel-anbau mit Untersaaten mit Mais, Sonnenblume, Hirse, Raps und W-Gras und Kartoffel-anbau ohne Untersaat (Haas, G., 1999) durchgeführt.</p> <p>→ Messung und Abschätzung</p>	<p>Der Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) hat 2001 in Zusammenarbeit mit zahlreichen internationalen Forschern eine Studie veröffentlicht, in welcher unterschiedlichen Erosionsschutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auf die Verminderung des Austrags aus Ackerflächen quantifiziert wird.</p> <p>→ Messung, Berechnung und Abschätzung</p>
Begrünung Obst- und Weinbau	<p>Feichtinger, 2003 führte eine detaillierte Untersuchung über Nitrataustragswege unter verschiedenen Landnutzungen in einem Brunneneinzugsgebiet im nördlichen Burgenland durch. Mit dem Wasserhaushalts- und Stofftransport-Modell SIMWASER/STORASIM (Stenitzer, 1988; Feichtinger, 1998) wurden für die landwirtschaftlich genutzten Flächen des Einzugsgebietes die Grundwasserneubildung und die Nitratversickerung bewertet. Zusätzlich wurden im Einzugsgebiet</p>	<p>Mithilfe eines Erosionsmodells wurde auf Modellhängen wie auch in Einzugsgebieten die Auswirkung einer Begrünung auf die Erosion berechnet. Der Erosionsabtrag auf Weinhängen mit einerseits einer Begrünung in den Wintermonaten und andererseits einer ganzjährigen Begrünung wurde den Abträgen auf Weinhängen ohne Begrünung gegenübergestellt. Für die Berechnung der Wirksamkeit aus Obstgärten wurde der Bodenabtrag mit einer für 10 Monate angelegten Begrünung in jeder Fahrgasse, dem</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>kontinuierliche Feldmessungen durchgeführt. Die Feldmessungen unter Wald, Wiese und sonstigem Grünland ergaben eine geringe Nitratkonzentration, unter Acker einen Nitratgehalt unter dem Grundwasserschwellenwert, die höchsten Nitratgehalte wurden im Sicker- bzw. Grundwasser unter Weingärten festgestellt. Eine mögliche Begrünung der Weinberge wurde mit dem Modell simuliert und zeigt die hohe Reduktionsmöglichkeit der Nitratausträge unter Wein. Es wurden keine Messungen in Obstgärten durchgeführt, jedoch kann aufgrund ähnlicher Anbaustrukturen und Begrünungszeiträume im Obstbau eine ähnliche Wirksamkeit der Begrünung angenommen werden.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>	<p>Bodenabtrag aus Obstgärten ohne Bodenbedeckung gegenübergestellt. Die Berechnungen wurden mit regionsspezifischen Klima- und Bodendaten aus dem Trockenraum Ostösterreichs und in der Südsteiermark durchgeführt (IBF, UBA und BAW, 2004).</p> <p>→Berechnung</p>

Bewertung der Kosten

Im ÖPUL Programm 2015 liegt das Ausmaß der Förderung für die 6 angebotenen Begrünungsvarianten in der Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen – Zwischenfruchtanbau“ (6) zwischen 120 und 200 €/ha (jedoch nur auf der begrünten Fläche), für die Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen – System Immergrün“ (7) bei 80 €/ha (auf allen Ackerflächen). Für die Maßnahme „Erosionsschutz Obst, Wein, Hopfen“ (10) liegt das Ausmaß der Förderung für Obstflächen zwischen 200 und 340 €/ha, für Weinflächen je nach Hangneigung zwischen 100 und 800 €/ha sowie für Hopfen bei 200 €/ha.

Tabelle 17 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Zwischenfruchtanbau	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
System Immergrün	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Erosionsschutz		
Obst (<25% Hangneigung)	€€€	>200 – 300 Euro/ha/Jahr
Obst (≥25% Hangneigung)	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr
Wein (<25% Hangneigung)	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
Wein (≥25% Hangneigung)	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr
Hopfen	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
Untersaat	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr

5 Terrassierung

Beschreibung der Maßnahme

Zur Minimierung der Bodenerosion werden im Obst- und im Weinbau auf steilen Hängen Terrassen unterschiedlicher Breite und Steilheit angelegt. Terrassen verringern die Hangneigung und untergliedern einen Hang in unterschiedlich breite Teilstücke, dadurch verringern sie die erosive Energie des Oberflächenabflusses und reduzieren in Folge die Bodenerosion.

Für die Reduktion der N und P Emissionen ins Grundwasser spielt eine Terrassierung keine Rolle.

Aktuelle Umsetzung des Maßnahmentyps

Die Bewirtschaftung von Terrassen wird als Teil der Maßnahme ÖPUL 2015-Maßnahme „Erosionsschutz Wein“ als Alternative zur flächendeckenden Begrünung in allen Fahrgassen gefördert. Die Erhaltung von Terrassen ist ebenfalls Bestandteil der Bestimmungen zur Erhaltung des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustands.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 18 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Terrassierung im Obst- und Weinbau				
Terrassenneigung 0,1-0,2%			++++	++++
Terrassenneigung 0,5-0,75%			+++	+++
Terrassenneigung 1-2%			++	++

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Je nach Anordnung des Grundstücks am Hang kann die Bewirtschaftung erschwert sein.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 19 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Terrassierung		Um die erosionshemmende Wirkung von Terrassen zu quantifizieren wurden im Rahmen der Entwicklung des Erosionsmodells RUSLE (Wendt et al., 1998) zahlreiche Parzellenmessungen durchgeführt um den P-Faktor für das Modell bzw. die Wirkung von Terrassen zu bestimmen. →Messung

Bewertung der Kosten

Die Anlage von Terrassen ist umso aufwändiger, je steiler der Hang ist. Daher ist die Abgeltung für die Anlage von Terrassen im ÖPUL 2015 nach der Steilheit der Hänge gegliedert und beträgt zwischen 100 – 800 €/ha.

Tabelle 20 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Terrassierung	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr

6 Bodenbearbeitung

Beschreibung der Maßnahme

Ziel dieses Maßnahmentyps ist es, durch eine reduzierte Bodenbearbeitung (Verzicht aufwendende oder flächige Bodenbearbeitungsformen und Tiefenlockerung) einen möglichst durchgehenden guten Bodenbedeckungsgrad kurz nach dem Anbau oder während des Aufwuchses der Hauptfrucht sicherzustellen und damit den Boden vor Erosion zu schützen. Die Effektivität der Maßnahme hängt vom Ausmaß der Bodenbedeckung nach der Bearbeitung ab. Diese wiederum ist abhängig vom Bodenbedeckungsgrad vor der Bearbeitung sowie der Art und der Anzahl der Bearbeitungsschritte. Die Maßnahmen Mulch- und Direktsaat kommen daher verstärkt im Anschluss an eine Winterbegrünung von Ackerflächen zum Einsatz.

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Tabelle 21 Inhalte verschiedener Maßnahmen

Maßnahme	Beschreibung	ÖPUL 2015
Mulchsaat	Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung vor der Einsaat nach Winterbegrünung	ja
Direktsaat	Einsaat der Hauptkultur mit einer Schlitzsaat oder Fräs-Rill-Saat in die Stoppeln der Winterbegrünung	ja
Streifensaar (Strip Till)	Bodenbearbeitung für Reihenkulturen nicht flächig, sondern in Streifenform, die Bereiche zwischen den bearbeiteten Bodenstreifen bleiben unbearbeitet	ja
Bewirtschaftung quer zum Hang	die Bewirtschaftung der Ackerfläche soll parallel zur Höhenlinie erfolgen	
Querstreifen von Winterung und Hackfrucht	am Hang werden in abwechselnder Reihenfolge erosionsanfällige Kulturen und Winterungen quer zum Hang angebaut, sodass Querteilstücke des Hanges immer bodenbedeckt sind	

Mulchsaat, Direktsaat und Streifensaart-Verfahren sind Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Mulch- und Direktsaat (inkl. Streifensaart)“ (8). Ferner sind die ÖPUL-2015 Begrünungsmaßnahmen „Zwischenfruchtanbau“ (6) und „System Immergrün“ (7) mit einem Verzicht auf Bodenbearbeitung während des Begrünungszeitraums (6) bzw. in Zwischenfrüchten (7) – ausgenommen Streifensaart-Verfahren – verbunden.

Die Bewirtschaftung quer zum Hang ist als wählbare Bewirtschaftungsauflage für Hangflächen mit Neigungen >10% für Kulturen mit besonders später Frühjahrsentwicklung Bestandteil der NAPV.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 22 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Mulchsaat				
Bodenbedeckung nach Anbau < 15%	+			
Bodenbedeckung nach Anbau 15-30%	+		+	++
Bodenbedeckung nach Anbau > 30%	+		++	++++
Direktsaat	+		++	++++
Streifensaart	+		++	+++
Bewirtschaftung quer zum Hang				++
<5% Hangneigung			++	+++
5-12% Hangneigung			+	++
>12% Hangneigung				+
Querstreifen von Winterung und erosionsanfälliger Kultur			+	+ bis +++ (abhängig von der Ausführung)

Im Frühjahr wird nach nicht wendender Bodenbearbeitung (**Mulchsaat**) oder direkt in die Winterbegrünung (**Direktsaat**) die neue Saat eingesät. Dadurch werden Zeiträume minimiert, die ohne Bodenbedeckung sind bzw. in welcher die Bodenbedeckung durch die

jungen Kulturpflanzen noch nicht ausreicht, um den Boden ausreichend vor erosiven Niederschlägen zu schützen. Die Maßnahme dient vor allem zur Verringerung der Bodenerosion und spielt für die Reduktion der N und P Emissionen ins Grundwasser nur eine untergeordnete Rolle, indem ein Bearbeitungsschritt entfällt.

Streifensaat-Verfahren verbinden die positiven Eigenschaften von Direktsaatverfahren und Mulchsaatverfahren und können als Zwischenvariante zwischen diesen Verfahren angesehen werden. In der Praxis existieren bereits eine Reihe verschiedener Gerätschaften und Anbautechniken dazu.

Die **Bewirtschaftung quer zum Gefälle** bremst bei nicht zu großer Hanglänge den Oberflächenabfluss des Wassers durch die quer zum Hang verlaufenden Pflanzenreihen und reduziert dadurch die Entwicklung von Erosion. Weiters werden die erosionsfördernden Fahrspuren in Hangrichtung vermieden. Für die Reduktion der N und P Emissionen ins Grundwasser spielt eine Bewirtschaftung quer zum Hang keine Rolle. Die tatsächliche Wirkung ist neben der Hangneigung stark von der Hanglänge abhängig und sinkt mit zunehmender Hanglänge exponentiell.

Durch die Anlage von **Querstreifen von Winterung** und erosionsanfälliger Kultur liegen die unterschiedlichen Teilstücke der Felder zu unterschiedlichen Zeiten brach. Zusätzlich verringert sich die erosionsgefährdete Hanglänge des Feldes. Als erosionsanfällige Kulturen gelten vor allem die in Reihenkultur angebauten Hackfrüchte wie Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Sonnenblume, aber auch Gemüse oder andere spät bodendeckende Feldfrüchte wie z.B. Hirse. Für die Reduktion der N und P Emissionen ins Grundwasser spielt eine Bewirtschaftung quer zum Hang keine Rolle.

Kontrollierbarkeit

Die Einhaltung der Maßnahmen Mulchsaat, Direktsaat und Streifensaat kann nur zu bestimmten Zeiten kontrolliert werden. Die Kontrollierbarkeit der Maßnahmen Bodenbearbeitung quer zum Gefälle sowie Anlage von Querstreifen von Winterung und Hackfrucht ist leicht.

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Für den Anbau mittels Direktsaatverfahren sind spezielle Saatechniken erforderlich. Es gibt für Verfahren der Streifeneinsaat sowohl spezielle Maschinen als auch Adaptionen bereits bestehender landwirtschaftlicher Geräte (z.B. Grubberumbau). Wie alle Adaptionen von landwirtschaftlichen Managementtechniken setzt der Einsatz aber den Willen des Landwirtes nach Verbesserung voraus.

Bei Mulch- und Direktsaat kann es zu vermehrtem Unkraut- und Schädlingsdruck kommen.

Die Anordnung des Grundstücks am Hang stellt einen Hauptfaktor für die Akzeptanz der Bewirtschaftung quer zum Hang dar. Bei sehr schmalen langen Parzellen entlang des Hanges wird die Maßnahme kaum durchgeführt werden. Bei größeren Hangneigungen ist ein Bearbeiten quer zum Hang unter Umständen arbeitstechnisch schwierig umzusetzen.

Querstreifen von Winterung und erosionsgefährdeten Kulturen können je nach Ausführung kurze Feldstreifen unterschiedlicher Kulturarten ergeben. Diese erhöhen den Arbeitsaufwand der Landwirte.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 23 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Mulchsaat Direktsaat	Durch den Wegfall eines Bearbeitungsschrittes verringert sich die N-Mineralisierung im Boden und erzeugt eine Verringerung des N-Austrags ins Grundwasser gegenüber konventioneller Bodenbearbeitung. →Abschätzung	Die Mulch- und Direktsaat als Erosionsschutz im Ackerbau wurden mit regionsspezifischen Klima-, Boden und Bewirtschaftungsdaten aus dem Trockenraum Ostösterreichs, der Südsteiermark und Zentralösterreich berechnet. Als Vergleich wurden die Abtragswerte einer konventionellen Bodenbearbeitung im selben Gebiet modelliert. Die Wirkung des Erosionsschutzes durch Mulchsaat bei Mais wurde für Zentralösterreich

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
		<p>berechnet (Umweltbundesamt, BOKU, BAW, 2003).</p> <p>Eine Literaturstudie fasste eine Vielzahl vorhandener Messergebnisse über die Effektivität von Mulchsaat zusammen. Dabei ergab eine Auswertung von Feldversuchen eine mittlere Reduktion des Bodenabtrags unter Mulchsaat gegenüber konventionellen Varianten (Strauss et al., 2003).</p> <p>Regensimulationsversuche zeigen, dass die positive Wirkung der Mulchsaat mit steigendem Prozentsatz an Bodenbedeckung zunimmt. Bei sehr geringen Bodenbedeckungen nach Mulchsaat ist mit negativen Wirkungen zu rechnen (Hösl und Strauss, 2013). Das Ausmaß der Bodenbedeckung nach Mulchsaat ist von verschiedenen Einflussfaktoren (Maschinentyp, Bearbeitungstiefe) abhängig (Liebhard et al., 2014)</p> <p>→ Messung und Berechnung</p>
Streifensaar		<p>Die Wirkung von Strip-Till-Verfahren kann in Bezug auf einen Erosionsschutz als sehr hoch angesehen werden. Dadurch werden sowohl die N-Emissionen als auch die P-Emissionen in Fließgewässer stark reduziert. Eine Quantifizierung dieser Wirkung liegt im Bereich zwischen der Wirkung von Direktsaat und Mulchsaatverfahren (siehe auch Mulchsaat nach Winterbegrünung, bzw. Direktsaat nach Winterbegrünung).</p> <p>→ Berechnung</p>
Bewirtschaftung quer zum Hang		<p>Mithilfe des Erosionsfaktors P kann die erosionsmindernde Wirkung einzelner Bearbeitungsschritte dargestellt werden. Je nach unterschiedlicher Hangneigung und Hanglänge stehen unterschiedliche Werte für den P-Faktor der ABAG für Konturbearbeitung zur Verfügung (Schwertmann et al., 1987).</p> <p>Auerswald (1992) zeigt, dass die Effektivität der Querbearbeitung im</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
		Wesentlichen aus dem Zusammenspiel der Faktoren Hanglänge und Hangneigung besteht. Bei Hangneigungen von mehr als 12% ist bei einer Hanglänge von 100m die Effektivität dieser Maßnahme nur mehr bei 20% Retention. →Berechnung
Querstreifen von Winterung und Hackfrucht		Mithilfe des Erosionsmodells BoBB (Strauss et al., 2013) kann die tatsächliche Schutzwirkung dieser Maßnahme berechnet werden. Ein Hang mit einheitlichem Getreideanbau dabei einem Hang gegenübergestellt, der in unterschiedliche Teilstücke unterteilt wurde und auf denen abwechselnd Winterung und Sommerung angebaut wird. →Berechnung

Bewertung der Kosten

In der ÖPUL 2015-Maßnahme „Mulch- und Direktsaat (inkl. Streifensaat)“ (8) werden die Kosten und Einkommensverluste durch den Einsatz pflugloser Bodenbearbeitungsverfahren nur in Verbindung mit den Begrünungsvarianten 4-6 der Maßnahme Zwischenfruchtanbau (6) mit 60 €/ha für erosionsgefährdete Kulturen gefördert. Direktsaatverfahren benötigen eine spezielle Maschinenausstattung und sind daher in der Regel kostenintensiver als Mulchsaatverfahren.

Tabelle 24 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Mulchsaat	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Direktsaat	€€	>100 - 200 Euro/ha/Jahr
Streifensaat	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Querstreifen	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr

Die Unterteilung eines Feldes in kleinere Bereiche (Querstreifen) mit unterschiedlichen Kulturpflanzen hat je nach Feldform unterschiedliche Auswirkungen auf die Kosten für jeden Bearbeitungsschritt. Für die Berechnung des Standarddeckungsbeitrags in der Landwirtschaft wird im Ergänzungsheft 1 zum Katalog von Standarddeckungsbeiträgen und Daten für die Betriebsberatung 2002/03 für Felder mit kurzer Feldlänge, ungünstige Feldform und schwerem Boden ein Mehraufwand von 15-20 % angegeben.

7 Fruchtfolgenauflagen

Beschreibung der Maßnahme

Durch diese Maßnahme soll der **Anteil von Hackfrüchten** (Mais, Kartoffel, Zucker- und Futterrübe und Feldgemüse) und der **Anteil der Körnerleguminosen** in der Fruchtfolge und im ackerbaulichen Anbauspektrum eines Betriebes – insbesondere auf stark erosionsgefährdeten Flächen - reduziert werden. Mit dem Anbau von Hackfrüchten gehen meist längere Zeiträume ohne Vegetation, ein höheres Erosionsrisiko und/oder mehrfache Bodenbearbeitung einher. Dies sind Faktoren, die das Risiko von Nitratauswaschung, Erosion und Nährstoffabschwemmung erhöhen.

Die Bindung von Luftstickstoff durch Leguminosen erfordert sehr gekonntes Folgemanagement, um den importierten Stickstoff zum überwiegenden Teil der nachfolgenden Kultur bereitzustellen. Andernfalls besteht deutliches Risiko stark erhöhter Nitratauswaschung.

Aktuelle Umsetzung des Maßnahmentyps

Fruchtfolgenauflagen sind Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1) zur Begrenzung des Anteils an Getreide und Mais (auf max. 66% Anteil an der Ackerfläche) in der Fruchtfolge. Auch durch die biologische Wirtschaftsweise ergeben sich positive Effekte aufgrund des meist höheren Anteils an Feldfutter bzw. Bodengesundungsflächen.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 25 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Reduktion des Hackfruchtanteils				
Reduktion Maisanteil	+		+	++++
Reduktion Erdäpfel, Zuckerrüben, Gemüse und Erdbeeren	++	+	+	++++
Beschränkung des Körnerleguminosenanteils	+++			

Körnerleguminosen haben als hochwertige Eiweißträger und Stickstoffsammler eine große Bedeutung in der Landwirtschaft und stellen vor allem für viehhaltende Betriebe eine wichtige Futtergrundlage dar. Durch ihre Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft zu fixieren, stellen Körnerleguminosen potenziell sehr interessante Kulturen für die Landwirtschaft dar, da sie keinen Stickstoffdünger benötigen. Nach der Ernte kommt es jedoch aufgrund der leichten Abbaubarkeit der Ernterückstände zu einer starken N-Mineralisierung im Boden. Ohne Anbau einer Begrünung kommt es im Herbst zu erhöhten Nmin-Gehalten im Boden und die Gefahr der Nitratauswaschung über die Wintermonate steigt.

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Bei viehhaltenden Betrieben stellt Mais in Zusammenhang mit Getreide häufig die Futtergrundlage dar. In diesem Fall kann es zu Akzeptanzproblemen bei der Reduktion des Maisanteils kommen.

Feldgemüse, Kartoffel und Rüben bieten sehr gute Verdienstmöglichkeiten, wodurch eine Reduktion ihres Anteils in der Fruchtfolge zu Akzeptanzproblemen führt. Allerdings gibt es auch Gründe der Bodengesundheit und des Krankheits- und Schädlingsdrucks (z.B. Krautfäule), die dafürsprechen, mehrjährige Zeitabstände vor einem Wiederaufbau vorzusehen.

Ackerbohnen können oft wenig zur Vermeidung der Verunkrautung beisteuern und Erbsen, Lupinen, Soja können sogar eine deutliche Vermehrung der Verunkrautung zur Folge haben. Dies liegt sowohl an einer langsamen Jugendentwicklung (Lupinen, Soja), als auch an einer schwachen Unkrautunterdrückung (halbblattlose Erbsensorten).

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 26 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Reduktion von Hackfrüchten in Fruchtfolge	<p>Mit einem Simulationsprogramm wurden die Auswirkungen einer Reduktion von Hackfrüchten auf die Nitratauswaschung berechnet und konventionellen Fruchtfolgen gegenübergestellt. Die Auswirkungen einer Reduktion von Mais in der Fruchtfolge wurden im Zentralraum berechnet, während die Auswirkungen von geringeren Anteilen von Feldgemüse, Zuckerrübe und Kartoffel in der Fruchtfolge für das Marchfeld berechnet wurden. Die Fruchtfolgen wurden durch Befragungen der Landwirte in den Regionen erhoben, sie entsprechen somit in der Praxis häufig vorkommenden Beispielen. Für die Reduktion des Maisanteils im Zentralraum wurde ein hoher Maisanteil in der Fruchtfolge (44%) und ein gemäßigter Maisanteil von 22% und einer Fruchtfolge ohne Mais gegenübergestellt. Fruchtfolgen mit einem Anteil von 50% Zuckerrübe, Gemüse und Kartoffeln</p>	<p>Durch den größtenteils sehr späten Anbau der Hackfrüchte und einer großen Reihenweite sind Hackfrüchte erosionsfördernde Kulturarten. Eine Reduktion des Hackfruchtanteils in der Fruchtfolge verändert Verringert dieses Risiko.</p> <p>Das tatsächliche Ausmaß der Risikoverminderung kann mit Erosionsmodellen dargestellt werden. So kann z.B. mittels des Berechnungswerkzeugs BoBB (Strauss et al., 2014) die Wirkung verschiedener Fruchtfolgen verglichen werden. Zessner et al. 2012 führen aus, dass ein Anbau von Winterweizen an Stelle von Körnermais bzw. von Klee gras an Stelle von Silomais (je nach klimatischen Bedingungen) insbesondere auf steileren Hängen zu einer erheblichen Verminderung des Bodenabtrags führen würden.</p> <p>→ Berechnung</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>wurden Fruchtfolgen mit geringeren Anteilen an Zuckerrübe, Gemüse und Kartoffel und in Folge höheren Anteilen an Getreide gegenübergestellt. Für die Abschätzung der P-Emissionen wurden die Ergebnisse von Grundwassermessstellen in den Porengrundwassergebieten Oberösterreichs Bewirtschaftungs- und Bodendaten gegenübergestellt. In Folge wurde mit Hilfe von Korrelationsrechnungen herausgefunden, wie hoch die Zusammenhänge der einzelnen Faktoren sind. Positive Korrelationen wurden nur bei Gemüse, Kartoffeln und Zuckerrübe mit dem Phosphatgehalt im Grundwasser berechnet. Zusammenhänge zwischen dem Maisanteil in der Fruchtfolge konnten nicht festgestellt werden.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>	
<p>Beschränkung des Körnerleguminosenanteils</p>	<p>In einem über 2 Rotationen (6 Jahre) durchgeführten Versuch wurde die N-Versickerung unterschiedlicher Leguminosen betrachtet. Als Vergleich dazu diente eine nicht N-fixierende Pflanzenart (W-Getreide mit Grünmais als Zweitfrucht). Nach dem Herbstumbruch wurde auf allen Varianten Winterweizen angebaut. Die N-Auswaschung wurde mit Lysimetern beobachtet. Die Versuchsanlage stand am Limburgerhof in Deutschland und kann aufgrund der klimatischen Verhältnisse mit Standortbedingungen in Ostösterreich verglichen werden. Ein Anstieg des Nitratgehalts im Sickerwasser nach reinen Körnerleguminosen-Zwischenfrüchten wurde auch von anderen Autoren (z.B. König 1996) beobachtet. Er beobachtete weiters beim Zwischenfruchtanbau von Körnerleguminosen auf Standorten mit geringer Feldkapazität deutlich höhere Nitratauswaschungen als unter Nichtleguminosen oder Gemengen aus Leguminosen und Nichtleguminosen.</p>	

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	Messungen der Nitratkonzentration im Sickerwasser zeigten an der Lysimeterstation Wagna und in einem noch laufenden Projekt im Nordurgenland stark erhöhte Konzentrationen in der Sickerperiode nach Leguminosen, was verdeutlicht, dass Leguminosen bezüglich Grundwasserschutz ein Problem darstellen können. →Messung	

Bewertung der Kosten

Für jene Fruchtfolgen, die auch für die Berechnung der Nitratauswaschung herangezogen wurden, wurden die Deckungsbeiträge zur Reduktion des Maisanteils in der Fruchtfolge zwischen €246/ha bis €182/ha, zur Reduktion des Anteils von Zuckerrübe, Gemüse und Kartoffeln Deckungsbeiträge zwischen €375/ha bis €1.050/ha gerechnet.

Tabelle 27 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Reduktion des Hackfruchtanteils	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr
Beschränkung Körnerleguminosen	€	0-100 Euro/ha/Jahr

8 Bedarfsgerechte Düngung und Düngebeschränkung

Beschreibung der Maßnahme

Grundsätzlich ist Ackerkulturen nur jene Nährstoffmenge zeitlich wie mengenmäßig zuzuführen, welche sie für gedeihliches Wachstum jedenfalls benötigen; also eine bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr. Die Ausbringung von stickstoffhaltigen Düngemitteln ist somit zeitlich wie mengenmäßig auf den Stickstoffbedarf der jeweiligen Kultur abzustimmen. Die Bemessung einer solchen bedarfsgerechten Stickstoffdüngung hat auf Basis anerkannter Unterlagen (z.B.: Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland (BMLFUW 2017) zu erfolgen. Die Richtlinie führt aus, dass der Gesamtbedarf an Stickstoff im Wesentlichen von der Kultur und deren Ertragsniveau abhängig ist und das Ertragsniveau von Standorteigenschaften abhängt.

Durchgeführte Analyse von gemessenen Erträgen und zugehörigen Bodenbonitäten ergaben, dass über alle Bodenbonitäten hinweg die Erträge zu 70 % die mittlere Ertragslage den Richtlinien für die sachgerechte Düngung nicht überstiegen (WPA und BAW 2008a). Es ist somit angebracht, bei der Bemessung der Stickstoffdüngung von einer mittleren Ertragslage auszugehen und erst nach tatsächlicher Kenntnis hoher standörtlicher Erträge, angepasst eine höhere Düngebemessung vorzunehmen.

Eine bedarfsgerechte Düngerbemessung erfordert die Kenntnis des Nährstoffgehalts der Düngemittel. Zum Stickstoffgehalt ist dies bei Mineraldüngern durch die Produktdeklaration bekannt. Für Wirtschaftsdünger stellen die Richtlinien für sachgerechte Düngung im Ackerbau Durchschnittswerte zum Stickstoffanfall bereit. Im Einzelfall kann jedoch eine Stickstoffanalytik des verwendeten Wirtschaftsdüngers und eine dem Analyseergebnis folgende Bemessung der Düngermenge ratsam sein.

Zur Darlegung des Ertragsniveaus sind die schlagbezogenen Erntemengen zu erheben und zu dokumentieren. Zur Darlegung der am Schlag ausgebrachten Stickstoffmenge sind Düngermenge und Nährstoffgehalt im Dünger zu erheben und zu dokumentieren.

Eine Beschränkung oder ein Verzicht einer Nährstoffausbringung bedeutet eine mengenmäßige Reduktion der Düngung gegenüber dem kulturspezifischen Bedarf bzw. eine Reduktion auf Null. Jedenfalls reduziert jede nicht ausgebrachte Nährstoffmenge (Beschränkung oder Verzicht) das Risiko einer Auswaschung bzw. Abschwemmung.

Die Ausweitung der Sperrfristen für eine Düngemittelausbringung ist ein Instrument, um die zeitgerechte Nährstoffausbringung zu unterstützen und ist hinsichtlich der Wirksamkeit und der Kosten mit den Betrachtungen der Maßnahme zur Erweiterung der Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger vergleichbar.

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Tabelle 28 Inhalte verschiedener Maßnahmen

Maßnahme	Beschreibung	NAPV	ÖPUL 2015
Düngung nach zu erwartender Ertragslage	Die standörtlichen Erntemengen können durch Wiegung der Erntemengen der Vorjahre bestimmt werden, um das standörtliche Ertragsniveau samt den Schwankungsbreiten nachweislich darzulegen. Als Nachweis für die standörtlichen Erntemengen sollten die Aufzeichnungen der letzten Jahre (mindestens 1 Fruchtfolge, zumindest 3 Jahre) herangezogen werden.	ja	nein
Reduktion der N-Düngung	Reduktion der Düngeintensität auf Ackerflächen (Düngung auf Ertragslage hoch 1 statt hoch 2 oder auf Ertragslage mittel statt hoch 1), Grünland (10-15%), Obst- und Weinflächen (40-50%)		ja
Verzicht auf Mineraldünger	Keine Ausbringung von Mineraldüngern auf allen Ackerflächen oder Grünlandflächen		ja
Düngeabstände entlang von Oberflächen-gewässern	Einhaltung von Düngeabständen zum Oberflächengewässer zur Vermeidung direkter Einträge und von Abschwemmungen in die Gewässer (über die gesetzlichen Regelungen der in der NAPV bezeichneten Abstände hinaus*).	ja	ja*
Gabenteilung	Bei höheren Düngegaben soll eine Einzeldüngergabe in mehrere Gaben aufgeteilt werden. Die NAPV schreibt	ja	

Maßnahme	Beschreibung	NAPV	ÖPUL 2015
	die Teilung von schnell wirkenden bzw. leicht löslichen Stickstoffgaben von mehr als 100 kg N/ha vor (ausgenommen bei Hackfrüchten und Gemüsekulturen, wenn der Boden eine mittlere bis hohe Sorptionskraft aufweist). Darüber hinaus ist eine Gabenteilung bei der Ausbringung stickstoffhaltiger Düngemittel von mehr als 100 kg N/ha auf Flächen mit einer durchschnittlichen Neigung von >10% vorzusehen.		
Ermittlung der Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger	Ermittlung der Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger (Gülle, Festmist)		
Ausweitung der Sperrfristen für Düngemittel-ausbringung	Ausweitung der Zeiträume (über die gesetzlich Regelungen hinaus), in denen keine N-hältigen Düngemittel ausgebracht werden dürfen		ja

In der NAPV sind kulturspezifische Mengenbegrenzungen für die Ausbringung stickstoffhaltiger Düngemittel je Kulturart und Ertragslage festgelegt. Die Einschätzung der Ertragslage hat auf einem mehrjährigen Ertragsdurchschnitt zu beruhen. Der Einstufung der Ertragslage eines Standortes mit „hoch“ sind die in der NAPV genannten Bedingungen (Anlage 3) zugrunde zu legen.

Die Reduktion des Düngemittleinsatzes auf Acker- und Grünlandflächen sowie die Ausweitung der Sperrfristen für die Ausbringung von Düngemitteln auf bestimmten Ackerkulturen sind Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16).

Der generelle Verzicht auf die Ausbringung von Düngemitteln ist Bestandteil der ÖPUL 2015-Maßnahmen „Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen“ (17) und – in differenzierter Weise – „Naturschutz“ (19). Der Verzicht auf den Einsatz von N-Mineraldüngern ist ebenfalls Bestandteil mehrerer ÖPUL 2015-Maßnahmen: in der Maßnahme „Einschränkung ertragssteigernder Betriebsmittel“ (2) auf allen landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie in den Maßnahmen „Begrünung von Ackerflächen - Zwischenfruchtanbau“ (6) und „Begrünung von Ackerflächen – System Immergrün“ (7) auf Ackerflächen innerhalb des Begrünungszeitraumes.

In der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Oberflächengewässerschutz auf Ackerflächen“ (18) wird die Anlage eines durchschnittlich 12m breiten Gewässerrandstreifens mit einer winterharten Gründecke gefördert, auf dem auf die Ausbringung von Düngemitteln verzichtet werden muss.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 29 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Düngung nach zu erwartender Ertragslage	+++ ++		+	
Reduktion der Düngung				
Ackerflächen	++		+	+
Grünland	+		+	+
Obst- und Weinbau	++		+	+
Verzicht auf Mineraldünger auf Ackerflächen				
Viehlose Betriebe (Zentralraum)	++			
Viehhaltende Betriebe (Zentralraum)	+			
Obst	++++			
Verzicht auf Mineraldünger auf Grünland	+			
Düngeabstand entlang von Gewässern			+	+
Gabenteilung	+		+	+
Ermittlung der Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern	+		+	+
Ausweitung der Sperrfristen für Düngemittelausbringung	+		++	++

Generell kann von der Maßnahme Düngung nach zu erwartender Ertragslage durch die Reduktion des Stickstoffüberschusses eine gute Wirksamkeit auf die Reduktion der Emissionen ins Grundwasser als auch in die Fließgewässer erwartet werden.

Eine Reduktion der Stickstoffdüngung auf Grünland lässt nur eine sehr geringe Wirkung der Reduktion des Nitrataustrages ins Grundwasser erwarten, da die Nitratauswaschung unter Grünland generell sehr gering ist. Eine Wirkung der Maßnahme Verzicht auf Mineraldünger ist vor allem auf Ackerflächen bei viehlosen Betrieben zu erwarten, da ein Verzicht auf Mineraldünger einem Düngeverzicht gleichkommt. Bei viehintensiven Betrieben ist kaum eine Wirkung zu erwarten, da ein Verzicht auf Mineraldünger teilweise durch Wirtschaftsdünger ausgeglichen werden kann. Ein Großteil des Nährstoffaufwandes in der Grünlandwirtschaft kommt aus dem Wirtschaftsdünger und nicht aus dem Mineraldünger, daher ist dort nur eine geringe Wirkung zu erwarten.

Die bessere Wirkung in den trockenen östlichen Anbaugebieten im Vergleich um Zentralraum ist damit zu erklären, dass die relative Wirkung bewertet wird und die ausgewaschenen N-Mengen in den östlichen Trockengebieten von vorneherein niedriger sind. Auf Grund der geringeren Sickerwassermenge und damit der geringeren Verdünnung im Trockengebiet stellen dort auch kleinere Mengen an ausgewaschenem Nitrat für das Grundwasser eine größere Belastung dar und haben daher Schutzmaßnahmen eine besondere Bedeutung.

Düngeabstände entlang von Gewässern haben durch mögliche Sedimenteinträge aus Flächen oberhalb der Randstreifen je nach Feldform und Hangneigung nur eine geringe Wirksamkeit auf die Reduktion des Gesamtnährstoffaustrages aus der Fläche.

Kontrollierbarkeit

Die Richtigkeit der Aufzeichnungen ist schwer bzw. eingeschränkt kontrollierbar (teils durch Wiege-, Analytik-, Zukaufzertifikate). Ansonsten sind die Aufzeichnung Basis einer leichten Kontrolle der bedarfsgerechten Stickstoffdüngung. Der Wirtschaftsdüngeranfall ist über den Viehbesatz leicht kontrollierbar. Der zugekaufte Mineraldünger wäre jedoch theoretisch nur über eine Kontrolle der Düngelieferanten möglich.

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Eine Bemessung der Stickstoffdüngung entsprechend dem durchschnittlichen Ertragsniveau eines Schrages könnte im Einzeljahr (nicht im Mittel) zu Ertragseinbußen, eine Reduktion der Düngeobergrenzen (auch Verzicht auf Mineraldünger) für Kulturpflanzen zu Ertragseinbußen oder geringeren Erntequalitäten führen.

Eine Reduktion der Düngeobergrenzen für Grünland könnte zu geringeren Ernteerträgen je Grünschnitt führen. Nur in sehr intensiv bewirtschafteten Grünlandgebieten wird auch das Grünland mit Mineraldünger gedüngt. Aufgrund der Gefahr von Ertragseinbußen könnten Akzeptanzprobleme auftreten.

Eine zusätzliche Fahrt zur Ausbringung bei der Maßnahme Gabenteilung von Düngemittel kostet Zeit und Geld.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 30 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Düngung nach zu erwartender Ertragslage	Es wurden mehrere Arbeiten zur N-Düngung entsprechend unterschiedlicher Ertragslage und resultierender Nitratversickerung durchgeführt. So wurde für das Untere Murtal eine Studie ausgearbeitet, die eine Vielzahl bereits vorliegender Arbeiten zusammenführte und woraus dann mehrere Maßnahmen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal abgeleitet wurden (Fank et al., 2010). Neben mehreren anderen Maßnahmen ist eine Bemessung der Stickstoffdüngung entsprechend „Mittlerer Ertragslage“ gemäß RL SGD als Regelfall genannt. Studie BAW und WPA (2008): Reduktion der N-Düngung von hoher Ertragslage auf mittlere Ertragslage	Zessner et al., 2012 haben für mehrere Einzugsgebiete in Oberösterreich die Stickstoffemissionen (Frachten) in die Fließgewässer und Maßnahmen zu deren Reduktion analysiert. Für die Maßnahme Düngung nach mittlerer Ertragslage wurde auf Basis der Annahmen für eine Umsetzung in den Einzugsgebieten ein entsprechendes Potential zur Emissionsreduktion der N-Emissionen in die Fließgewässer berechnet. → Berechnung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Reduktion der durchschnittlichen N-Versickerung 4-16%</p> <p>Zessner et al., 2012 haben für mehrere Einzugsgebiete in Oberösterreich die Stickstoffemissionen (Frachten) in die Fließgewässer und Maßnahmen zu deren Reduktion analysiert. Für die Maßnahme Düngung nach mittlerer Ertragslage wurde auf Basis der Annahmen für eine Umsetzung in den Einzugsgebieten ein entsprechendes Potential zur Reduktion der N-Emissionen ins Grundwasser berechnet.</p> <p>→Berechnung, Messung</p>	
<p>Reduktion der N-Düngung auf Ackerflächen</p>	<p>Mit dem Simulationsprogramm SIMWASSER/STOTRASIM wurden in Oberösterreich, im Marchfeld und im Leibnitzer Feld Berechnungen zum Nitrataustrag ins Grundwasser durchgeführt. Die Nitratausträge (Düngung auf mittlere Ertragslage) wurden der Nitratauswaschung einer Fläche gegenübergestellt, die entsprechend dem wirtschaftlichen Optimum (Düngung auf hohe Ertragslage) gedüngt wurde.</p> <p>Mit Simulationsrechnungen wurde die Wirksamkeit der ÖPUL-Maßnahme Vorbeugender Grundwasserschutz auf die Nitratemissionen von Ackerflächen in den Gebieten Traun-Enns-Platte, Marchfeld, nördliches Burgenland und Murtal berechnet (wpa et al 2019).</p> <p>→Berechnung</p> <p>Bezüglich P-Emissionen wurden in einem 12-jährigen Versuchsaufbau nahe Wien unterschiedliche Düngenniveaus zu Stickstoff und Phosphat beprobt. Eine Reduktion der P-Düngegaben nicht auf die P-Auswaschung konnte nicht festgestellt werden.</p> <p>→Messung</p>	<p>Durch eine Reduktion der Düngung um 20% kann angenommen werden, dass der Gesamtstickstoff im Boden im obersten Horizont um maximal 20% verringert wird. Durch die Verlagerung der Nährstoffe im Boden werden die Düngegaben in den Boden transportiert, bei einem Erosionsereignis können durch eine Düngereduktion somit im Extremfall bis zu 20 % weniger Nährstoffe abtransportiert werden, in der Praxis ist die Reduktion jedoch geringer.</p> <p>→Abschätzung</p>
<p>Reduktion der Düngung auf Grünland</p>	<p>Zahlreiche Literaturzitate bezeugen nur eine sehr geringe Wirkung einer Reduktion des Nitrataustrages aufgrund einer Reduktion der</p>	<p>Generell ist der Bodenabtrag im Grünland sehr gering. Daher ist der Anteil der mit dem Oberflächenabfluss</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Stickstoffdüngung auf Grünland (Riess, F. et al, Pötsch, E.M, Eder, G.). Auf Lysimeterversuchsanlagen (in Österreich und Oberbayern) wurde die Nitrat auswaschung unter Grünland bei unterschiedlicher Düngung gemessen.</p> <p>→Messung</p> <p>Zahlreiche Studien haben den P-Austrag unter Grünland zwischen gedüngten und ungedüngten Flächen betrachtet. Es konnte keine erhöhte P-Belastung bei gedüngten gegenüber ungedüngten Flächen festgestellt werden. Daher ist keine Wirkung zu erwarten.</p> <p>→Messung und Abschätzung</p>	<p>partikulär ausgetragenen N und P Mengen gering.</p> <p>Nährstoffverluste erfolgen daher vor Allem in gelöster Form durch Oberflächenabfluss, vorallem wenn Düngemittel (Kompost, Mist, Alpung) unmittelbar vor Niederschlägen ausgebracht wurden. In einer Grundlagenstudie (WPA 1999) wurde die Nährstoffauswaschung im Grünland durch Oberflächenabfluss untersucht.</p> <p>→Messung</p>
<p>Reduktion der Düngung, Obst- und Weinbau</p>	<p>Feichtinger, 2003 führte eine detaillierte Untersuchung über Nitrat auswaschung unter verschiedenen Landnutzungen in einem Brunneneinzugsgebiet im nördlichen Burgenland durch. Mit dem Wasserhaushalts- und Stofftransport-Modell SIMWASER/STORASIM wurden für die landwirtschaftlich genutzten Flächen des Einzugsgebietes die Grundwasserneubildung und die Nitratversickerung bewertet. Jährliche Düngegaben von 100 kg N/ha wurden Düngegaben von 50 kg N/ha (Düngerreduktion um 50 %) und einer Düngegabe von 50 kg N/ha alle 3 Jahre (Düngerreduktion um 40 %) gegenübergestellt.</p> <p>→Messung und Berechnung</p>	<p>Eine Reduktion von stickstoffhaltigen Düngemitteln bedeutet die Verringerung des N-Gehaltes im Boden. In weiterer Folge enthält das bei einem Erosionsereignis verfrachtete Sediment theoretisch geringere Stickstoffgehalte. Ähnliche Überlegungen gelten für P.</p> <p>→Abschätzung</p>
<p>Verzicht Minereraldünger, Acker</p>	<p>Mit dem Simulationsprogramm SIMWASSER/STOTRASIM wurden in Oberösterreich und im Marchfeld Berechnungen zum Nitrataustrag ins Grundwasser durchgeführt. Einer Situation ohne Minereraldünger wurden Düngemengen gegenübergestellt, die sich nach den empfohlenen Düngehöhen für eine hohe Ertragserwartung aus in den Richtlinien zur Sachgerechten Düngung richten.</p> <p>→Berechnung</p>	<p>→Ein Verzicht auf Minereraldünger schließt eine verstärkte Düngung durch Wirtschaftsdünger aus. Ein Verzicht von stickstoffhaltigen Düngemitteln bedeutet die Verringerung des N-Gehaltes im Boden. In weiterer Folge enthält das bei einem Erosionsereignis verfrachtete Sediment theoretisch geringere Stickstoffgehalte. Ähnliche Überlegungen gelten für P. Eine geringere Verfügbarkeit von N und P bedingt auch geringere</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Eine Wirkung eines Verzichts von mineralischem Phosphordünger auf die Phosphorauswaschung wird auf Basis von Untersuchungen erst frühestens ab 10-20 Jahren sichtbar, sofern nicht anstelle des Mineraldüngers mit Wirtschaftsdünger gedüngt wird.</p> <p>→Messung und Abschätzung</p>	<p>Konzentrationen von gelöstem N und P im Oberflächenabfluss (Quinton et al., 2003). Abschätzung</p> <p>→Messung</p>
<p>Verzicht Mineraldünger, Grünland</p>	<p>Die Nitratauswaschung unter Grünland ist generell sehr gering. Ein Verzicht auf Mineraldünger im Grünland würde dementsprechend nur sehr geringe Auswirkungen auf die Nitratauswaschung haben. Detaillierte Messungen und Forschungsprojekte in diesem Bereich liegen jedoch nicht vor. Auf Lysimeterversuchsanlagen (in Österreich und Oberbayern) wurde die Nitratauswaschung unter Grünland bei unterschiedlicher Düngung gemessen. Das Grünland ist durch die permanente Grünlanddecke während der gesamten Vegetationszeit in der Lage, Nährstoffe aufzunehmen, sodass auch bei höheren Düngenniveaus kaum Stickstoff ins Grundwasser verloren geht.</p> <p>→Abschätzung</p>	<p>Ein Verzicht auf Mineraldünger schließt eine verstärkte Düngung durch Wirtschaftsdünger aus. Ein Verzicht von stickstoffhaltigen Düngemitteln bedeutet die Verringerung des N-Gehaltes im Boden. In weiterer Folge enthält das bei einem Erosionsereignis verfrachtete Sediment theoretisch geringere Stickstoffgehalte. Ähnliche Überlegungen gelten für P. Eine geringere Verfügbarkeit von N und P bedingt auch geringere Konzentrationen von gelöstem N und P im Oberflächenabfluss</p> <p>→Abschätzung</p>
<p>Düngeabstand entlang von Gewässern</p>	<p>Ein Düngeabstand entlang von Gewässern im Rahmen von 20 m bis 5 m kommt einem Düngeverzicht auf diesen Flächen gleich. Mit dem Simulationsprogramm SIMWASSER/STOTRASIM wurden in Oberösterreich und im Marchfeld Berechnungen zum Nitrataustrag ins Grundwasser durchgeführt. Die Reduktion der Nitratauswaschung auf dem Streifen wird auf das restliche Feld hochgerechnet. Ein Feld mit Gewässerrandstreifen wurde einem Feld ohne Gewässerrandstreifen gegenübergestellt.</p> <p>→Berechnung</p>	<p>Das Einhalten eines ausreichenden Düngeabstandes stellt einen wichtigen Aspekt des möglichen Eintrags in Gewässer dar.</p> <p>→Abschätzung</p>
<p>Gabenteilung</p>	<p>Die Auswirkung der Gabenteilung auf die Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser wurde in einem</p>	<p>Eine bedarfsangepasste Düngung verringert die Konzentrationen an verfügbaren Nährstoffen im Boden.</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	Forschungsprojekt für 2 Gebiete in Oberösterreich berechnet. Die Gabenteilung war Teil der Maßnahme 2.31 (ÖPUL 2000, Regionalprogramm Grundwasser 2000 NEU). Im Zuge der Evaluierung der Maßnahme wurden auch Berechnungen der Wirkung der Gabenteilung auf die Nitratauswaschung gemacht. →Berechnung	Dies bedingt auch geringere Konzentrationen von gelöstem N und P im Oberflächenabfluss →Abschätzung

Bewertung der Kosten

Bei Düngung nach zu erwartender Ertragslage ist mit Ertragseinbußen alle 5 Jahre von 10-15% zu rechnen. In der Abgeltung sind Opportunitätskosten enthalten. In der Maßnahme ist weiters die schlagbezogene Aufzeichnung inkludiert. Zessner et al (2014) geben Kosten für die Düngebeschränkung auf mittlere Ertragslage je nach Kulturart zwischen 73 €/ha (Mais) bis 436 €/ha (Feldgemüse, 2- oder mehrkulturig) an.

Im Rahmen der ÖPUL 2015-Maßnahme „Einschränkung ertragssteigernde Betriebsmittel“ wird der Verzicht auf Mineraldünger mit 60 Euro/ha (für Grünlandflächen tierhaltender Betriebe, für Ackerflächen (ohne Ackerfutter) sowie Dauer- und Spezialkulturen), jedoch nur in Kombination mit der Maßnahme „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ mit 45 Euro/ha (Grundprämie) abgegolten. Im Rahmen der Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16) werden die verminderte Düngeintensität sowie eingeschränkte Ausbringungszeiträume für Düngemittel mit 100 Euro/ha gefördert (bei Teilnahme an Maßnahmen „Einschränkung ertragssteigernder Mittel“ bzw. „biologischer/ökologischer Landbau“ reduziert sich die Prämie auf 85 Euro/ha).

Eine Ausweitung der Sperrfristen für die Düngemittelausbringung ist zwangsläufig mit einer Erweiterung der Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger verbunden (Kostenabschätzung siehe Kap. 15). Die Kosten für die Ermittlung der Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern beinhalten Probenahme in Gülle und Festmist, Analyse auf Nährstoffgehalte sowie Empfehlungen für eine bedarfsgerechte Düngung.

Von Maßnahmen bestehender gesetzlicher Regelungen werden die Kosten nicht berechnet.

Tabelle 31 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Düngung nach zu erwartender Ertragslage	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Reduktion N-Düngung	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Verzicht Mineraldünger	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Gabenteilung 50kgN/ha	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Ermittlung der Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern	€€	100 – 200 Euro/Jahr

9 Düngung nach Nährstoffgehalt im Boden

Beschreibung der Maßnahme

Die im Boden vorhandene Menge an mineralischem und daher pflanzenverfügbarem Stickstoff wird durch eine Bodenuntersuchung bestimmt und vom Pflanzenbedarf (= Sollwert) abgezogen. Die Differenz ergibt die empfohlene Düngemenge. Alternativ kann bei einigen Kulturen (z.B. Winterweizen für das 2. und 3. Schossen) der N-Versorgungsgrad der Pflanze mit dem N-Tester bestimmt werden. Dadurch kann die Düngung exakt an die jeweiligen Standortverhältnisse und an die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen und Pflanzenbestände angepasst werden. Die gezielte Bodenprobenahme wird ebenfalls für die Bestimmung des P-Gehaltes im Boden angewendet und darauf basierend, je nach angebauter Kulturart, die Düngemenge ermittelt (gemäß Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland – BMLFUW 2017).

Bei Böden mit sauren pH-Werten soll durch Bodenkalkung der pH-Wert angehoben werden.

Aktuelle Umsetzung des Maßnahmentyps

Die Düngung nach verfügbarem N im Boden ist durch die Bodenproben in der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz (16)“ sowie Grundlage für die Empfehlungen des Nitratinformationssdienstes (NID) möglich.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 32 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Düngung nach verfügbarem N und P im Boden				
Acker	++		+	
Gemüse	++		+	
Bodenkalkung		++		

Durch die Ermittlung des verfügbaren N im Boden wird die Düngung an die jeweiligen Standortverhältnisse und an die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen angepasst.

Nmin-Messungen haben ein starkes Potenzial zur Verringerung der Stickstoffdüngung, wenn die Untersuchungen auf Schläge konzentriert werden, die im Frühjahr hohe Nmin-Gehalte erwarten lassen. Dies ist in erster Linie nach verschiedenen Gemüse- und Leguminosenvorfrüchten zu erwarten, teilweise auch nach Kartoffel und Zwiebel sowie im Falle einer Wirtschaftsdüngeranwendung im Herbst des Vorjahres.

Größtenteils sind bei Gemüse aufgrund der kurzen Vegetationszeit (Salat) und der hohen Erträge mit hohen Marktqualitäten auch hohe Stickstoffgaben erforderlich. Da Gemüse überwiegend aus dem vegetativen Wachstum heraus geerntet wird und teilweise auch große Mengen an stickstoffreichen und schnell abbaubaren Ernteresten am Feld verbleiben, ist die Gefahr von Nitrateinträgen ins Grundwasser hoch. Zur Minimierung der Nitratausträge wird die Düngung von Gemüse auf den verfügbaren N im Boden abgestimmt. Hier stellt die Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Gemüsebau eine wichtige Grundlage dar.

Die Löslichkeit von anorganischem Phosphat im Boden ändert sich mit dem pH-Wert und der Ca-Konzentration im Boden. Laut Blume et al., 2002 stellt neben dem Humusgehalt und der Bodentextur der Kalkgehalt den dritten wesentlichen Steuerungsfaktor der Phosphatchemie eines Standortes dar.

Kontrollierbarkeit

Schlecht: Es kann nur kontrolliert werden, ob eine Empfehlung vorliegt. Die Einhaltung dieser Empfehlung und somit die tatsächliche Düngehöhe kann nicht kontrolliert werden. Bodenkalkung durch Beleg des Kalkbezugs leicht zu kontrollieren. Wesentlich ist eine Bewusstseinsbildung und Schulung der Landwirte im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Düngung, zu möglichen Stickstoffvorräten im Boden und zur möglichen Reduktion der Düngung ohne Ertragsverluste.

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Entscheidend für die gute Akzeptanz ist, dass die Empfehlungen zum richtigen Zeitpunkt vorliegen. Das erfordert kurze Analysezeiten. Für die Bestimmung der P-Gehalte werden die Proben nur vom Oberboden genommen.

Eine Reihe von Vorteilen der Bodenkalkung (höhere Bodenfruchtbarkeit im neutralen pH-Bereich, Aggregatstabilität, etc.) wirkt sich voraussichtlich günstig auf die Akzeptanz aus.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 33 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Düngung nach verfügbarem N im Boden	Im Tullner Feld wurden von 2002 bis 2005 Messungen des im Boden nach der Ernte verbleibenden mineralischen Stickstoffs („Rest Nmin“) durchgeführt. Ab 2003 wurden dazu von den Landwirten paarweise Vergleichsschläge am selben Feldstück angelegt. Ein Teil des Schlags wurde entsprechend der NID-Empfehlung gedüngt, der zweite Teil erhielt höhere Düngemengen. Die Rest Nmin Gehalte der beiden Teilstücke wurden gegenübergestellt. Untersucht wurden	Durch die Abstimmung der Düngung auf den tatsächlich benötigten Stickstoffgehalt für die Pflanze konnten die Landwirte im Tullner Feld bei Winterweizen bis zu 50 kg N/ha einsparen. Für die 1. Gabe wurde die Nmin - Sollwertmethode angewandt. Die Düngeempfehlungen für das Schossen und die Qualitätsdüngung wurden mithilfe eines Hydro N-Tester gegeben. Für Mais konnten durch die Nmin - Sollwertmethode

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Schläge, auf denen Körnermais oder Winterweizen angebaut worden war. In zwei Versuchsstandorten im intensiven Gemüseanbaubereich Eferding in Oberösterreich wurde die N-Sollwertmethode getestet. Die dort ermittelten Düngemengen wurden den Düngemengen gegenübergestellt, welche in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung empfohlen worden sind. Je nach Standort und Vorfrucht wurde bei Salat eine Düngereduktion um bis zu 60 kg N/ha erreicht. Für Sellerie wurde eine Düngereduktion um 33 % durch die Nmin Methode erreicht. Zessner et al., 2012 haben für Einzugsgebiete in Oberösterreich die Stickstoffemissionen (Frachten) über das Grundwasser sowie in die Fließgewässer und Maßnahmen zu deren Reduktion analysiert. Für die Maßnahme Düngung nach Bodenvorrat wurde für einen Großteil der Einzugsgebiete ein deutliches Potential zur Reduktion der N-Emissionen ins Grundwasser berechnet. Die Ergebnisse der Evaluierung des NID (2019) zeigten, dass der Stickstoffsaldo von Winterweizen durch die Anwendung der Nmin-Sollwertmethode im Durchschnitt um 50 kgN/ha vermindert wurde, ohne Mindererträge oder relevante Auswirkungen auf die Weizenqualität zu verursachen. →Messung, Abschätzung und Berechnung</p>	<p>Düngereduktionen von bis zu 30 kg N/ha erzielt werden. Eine Reduktion von Düngemitteln bedeutet die Verringerung des Nges Gehaltes im Boden. In weiterer Folge ist der im Boden gebundene Stickstoff, welcher bei einem Erosionsereignis erodiert, geringer, als bei einem Boden der höher gedüngt wird. Durch eine Reduktion der Düngung im Bereich von 30-50% kann angenommen werden, dass der Gesamtstickstoff im Boden im obersten Horizont ebenfalls um 30-50% verringert wird. Durch die Verlagerung der Nährstoffe im Boden werden die Düngegaben in den Boden transportiert, bei einem Erosionsereignis kann durch eine Düngereduktion ebenfalls mit einer Reduktion des Nges Gehaltes gerechnet werden. Zessner et al., 2012 haben für mehrere Einzugsgebiete in Oberösterreich die Stickstoff-emissionen (Frachten) in die Fließgewässer und Maßnahmen zu deren Reduktion analysiert. Für die Maßnahme Düngung nach Bodenvorrat wurde für einen Großteil der Einzugsgebiete ein deutliches Potential zur Reduktion der N-Emissionen in die Fließgewässer berechnet. →Abschätzung und Berechnung</p>
<p>Düngung nach verfügbarem P im Boden</p>	<p>In einem 12-jährigen Versuchsaufbau im semiariden Klimagebiet nahe Wien wurden unterschiedliche Düngeneiveaus zu Stickstoff und Phosphat beprobt. Die Düngewarianten umfassten keine P-Düngung, mineralische P Düngung und Gülle. Ein Verzicht der mineralischen Düngung ergab im Mittel von 12 Versuchsjahren gegenüber den ungedüngten Varianten nur tendenziell</p>	<p>Eine Reduktion der Düngemittel bedeutet auch die Verringerung des P Gehaltes im Boden. In weiterer Folge ist der im Boden gebundene Phosphor, welcher bei einem Erosionsereignis abgetragen wird, geringer, als bei einem Boden der höher gedüngt wurde. Durch eine Reduktion der Düngung um 20% kann angenommen werden, dass der Phosphorgehalt im</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>niedrigere Erträge und damit verbunden niedrigere Entzüge. Die Bilanzen waren jedoch alle positiv, während ein Verzicht auf mineralische P- Düngung negative Bilanzen ergab (Dersch et al. 2002). Eine Bodenuntersuchung auf jenen Böden, die 12 Jahre nicht Phosphat gedüngt wurden, ergab, dass der Gehaltsbereich immer noch in der Gehaltsklasse C (ausreichend, Richtlinien für die sachgerechte Düngung) liegen. Erst ab Zeiträumen von über 20 Jahren sollte eine Reduktion von P-Düngergaben auch im P-Gehalt im Boden sichtbar werden und sich auf die Phosphorauswaschung auswirken. Ähnliche Ergebnisse liegen auch für Deutschland vor, wo seit über 10 Jahren nur mehr sehr geringe Düngeempfehlungen für Phosphor gegeben werden. Erst jetzt werden Auswirkungen der geringen Düngung sichtbar, und es werden wieder höhere Düngeempfehlungen speziell auf Böden mit geringen P-Gehalten diskutiert. Dementsprechend würde diese Maßnahme speziell für jene Böden angewendet werden, in denen der Phosphat-gehalt sehr hoch ist (Gehaltsklasse D und E laut Richtlinien für die sachgerechte Düngung). Auf diesen Böden wäre eine Wirkung auch sichtbar, während Böden die ohnehin Phosphatmangel bzw. geringe Phosphatgehalte haben, weiterhin mit Phosphor gut versorgt werden. Als Vergleich bei Maßnahme „Verzicht auf Mineraldünger, Acker“ wird auch auf Böden mit geringen Phosphatgehalten auf eine mineralische P-Düngung verzichtet. Diese Böden werden keine Wirkung in der Phosphataustragung zeigen. →Messung und Abschätzung</p>	<p>Boden im obersten Horizont theoretisch um maximal 20% verringert wird, wodurch auch geringere Mengen an P über die Erosion in den Vorfluter abgetragen werden. →Abschätzung</p>
Bodenkalkung	<p>In einer Studie in Oberösterreich wurden die Phosphatgehalte der Grundwassermessstellen den</p>	

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>naturräumlichen Begebenheiten und der Bewirtschaftung gegenübergestellt. Die höchsten Phosphatgehalte traten bei Messstellen auf, die sich im Bereich von kalkfreien Böden mit pH-Werten zwischen 4,9 und 6,3 befanden. Grundwassermessstellen, wo erhöhte Phosphatgehalte festgestellt wurden, liegen überwiegend in Gebieten, wo entweder seichtgründige Böden dominieren (Welser Haide) oder der Boden pH unter 6 liegt (Eferdinger Becken). Ein Vergleich der Böden mit pH-Werten unter 6 ergab einen um nahezu 50% höheren Phosphatgehalt im Grundwasser an den Messstellen als bei Böden mit pH-Werten über 6. →Berechnung</p>	

Bewertung der Kosten

Das Förderausmaß zu ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz beträgt 100 Euro/ha (Grundmodul) +10 Euro/ha (Beratung für die ersten 10 ha Acker).

Für die Düngeempfehlungen nach dem Sollwertsystem müssen Bodenproben genommen werden, darauf basierend werden die Düngeempfehlungen gegeben. Da die Feldstücke im Gemüsebau tendenziell kleiner sind und auch mehr Bodenproben pro Feldstück genommen werden müssen, kann mit 80 Euro/ha für die Beprobung und die Berechnung der empfohlenen Düngemenge gerechnet werden. Die Kosten für Standarddüngemittel (Vollkorn plus) liegen bei ca. 228 Euro per Tonne (20 % N) (Auskunft Lagerhaus, Nov. 2006). Eine Düngeeinsparung von 60 kg N/ha bei Gemüse würde demnach zu einer Verringerung der Düngemittelkosten um 68 Euro/ha führen.

Die Kosten für den Flächenabgleich und einer Bodenprobenahme belaufen sich bei einer Probenahme von 25 Stich/ha auf 45 Euro/ha. Die Analytik im CAL-Extrakt beträgt 15 Euro/Schlag (Annahme 2 ha pro Schlag).

Zessner et al (2014) geben Kosten für die Düngung nach Bodenvorrat mit 100 €/Feldstück an.

Tabelle 34 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Düngung nach N-Vorrat, Acker	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr
Düngung nach N-Vorrat, Gemüse	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Düngung nach P-Vorrat	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Bodenkalkung	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr

10 Bodennahe Ausbringung

Beschreibung der Maßnahme

Durch die Wahl einer geeigneten Ausbringtechnik (bodennahe Ausbringung) für flüssige Wirtschaftsdünger können Ausbringungsverluste reduziert und die Effizienz des N-Einsatzes erhöht werden. Statt einer breitflächigen Verteilung werden Wirtschaftsdünger streifenförmig in Bodennähe aus- bzw. in den Boden eingebracht.

Eine **bodennahe Ausbringung** von Wirtschaftsdüngern kann mit Schleppschläuchen oder Injektorgeräten durchgeführt werden.

Aktuelle Umsetzung des Maßnahmentyps

Die Maßnahme „Bodennahe Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Biogasgülle“ ist Teil des ÖPUL 2015-Programms. Es werden Mehrkosten in Zusammenhang mit der bodennahen Ausbringung gefördert, wenn mindestens 50% des am Betrieb ausgebrachten Wirtschaftsdüngers einschließlich Biogasgülle auf Acker- und Grünlandflächen nur mit Geräten ausgebracht wird, die den Dünger unmittelbar auf oder in den Boden ablegen (z.B. Schleppschlauchverteiler, Schleppschuhverteiler, Gülleinjektor). Bei Ausbringung auf unbewachsenen Böden ist der ausgebrachte Wirtschaftsdünger innerhalb von 24 Stunden einzuarbeiten. Über die angefallene Art und Menge der flüssigen Wirtschaftsdünger, über Ausbringungszeitpunkt und schlagbezogene Ausbringung sowie die sonstige Verwendung sind entsprechende Dokumentationen erforderlich.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 35 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Bodennahe Ausbringung		+	+	+

Kontrollierbarkeit

Leicht – mäßig

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Die Anschaffungskosten für Maschinen zur Durchführung bodennaher Gülleausbringung sind so hoch, dass in der Regel Lohnunternehmen oder Gemeinschaftsgeräte zum Einsatz kommen. Zusätzlich besteht bei der Verwendung von Injektionsgeräten im Grünland die Gefahr einer Narbenverletzung. Der mögliche Einsatz dieser Geräte hängt auch von der Topographie (Hanglage) des Betriebs ab.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 36 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Bodennahe Ausbringung	In einer Studie in Oberösterreich wurden die Wirksamkeit und die Akzeptanz von Gewässerschutzmaßnahmen in einem Testgebiet evaluiert. Auf 83 Feldstücken erfolgte in 2 Untersuchungsjahren eine	Bei der Verwendung von Injektorgeräten wird die Gülle gleichmäßig in den Boden eingearbeitet (meist in 2 cm Tiefe), die Gefahr eines Nährstoffabtrags durch oberflächliche Bodenerosion wird

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>bodennahe Ausbringung des Wirtschaftsdüngers. Durch die bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger werden die gasförmigen N-Verluste reduziert und damit der Ausnutzungsgrad des Düngerstickstoffs verbessert. Es wurde daher untersucht, ob Schläge mit bodennaher Ausbringung weniger Dünger erhalten hatten, was einen Hinweis darauf darstellen würde, dass Landwirte auch tatsächlich von einem besseren Ausnutzungsgrad ausgehen und das bei ihrer Düngung berücksichtigen. Die Vergleiche wurden für Wintergerste, Winterweizen und Mais durchgeführt → Erhebung und Berechnung</p> <p>Versuche von Hösl et al., (2014) zeigen, dass bei Starkregenereignissen bodennahe Gülleausbringung zu verringerten P-Einträgen in Dränagen führt.</p>	<p>dadurch verringert. Bei der Verwendung von Schleppschläuchen wird die Gülle auf die Bodenoberfläche aufgebracht eine Verringerung der Nährstoffausträge durch diese Form der Gülleausbringung kann nicht angenommen werden. → Abschätzung</p> <p>Messungen auf Dauergrünland zeigen, dass Starkregen direkt nach organischer Düngung auch bei Grünland über Makroporen und dem Zwischenabfluss Belastungsspitzen für den P-Eintrag in Oberflächengewässer bedeuten können. Versuche mit Gülleinjektionen ergaben niedrigere P-Konzentrationen, P-Frachten und einen geringeren Anteil an partikulärem Phosphor gegenüber oberflächlicher Ausbringung (Gülleausbringung mit Prallteller). (Diepolder et al., 2005, Hösl et al., 2014). → Messung und Abschätzung</p>

Bewertung der Kosten

Die ÖPUL 2015-Maßnahme „Bodennahe Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Biogasgülle“ (9) fördert die bodennahe Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern und Biogasgülle mit 1 Euro/m³ für die Ausbringung mit Schleppschlauchverfahren bzw. mit 1,2 Euro/m³ für die Ausbringung mit Gülleinjektionsverfahren, maximal förderfähig sind jährlich 30m³/ha.

Tabelle 37 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Bodennahe Ausbringung	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr

11 Erstellen von Nährstoffbilanzen

Beschreibung der Maßnahme

Die Erstellung einer **N- und/oder P-Bilanz für den Betrieb** gibt dem Landwirt eine Übersicht über den Nährstoffanfall und den Nährstoffbedarf auf seinem Betrieb und ermöglicht eine Düngung, die an den tatsächlichen Bedarf angepasst ist. In Folge soll es zu einer Vermeidung von Nährstoffüberschüssen kommen. Darüber hinaus sind auf Grund der intensiveren Auseinandersetzung des Landwirts mit der Steuerung des Nährstoffeinsatzes bewusstseinsbildende Effekte zu erwarten.

Die Betriebsbilanz für Stickstoff und Phosphor umfasst die Düngeplanung zu Beginn des Jahres, die Berechnung des N und P-Anfalls aus dem Viehbesatz, Aufzeichnung der Düngerkäufe und am Ende des Jahres eine Bilanzierung. Ziel der Betriebsbilanz ist, die Düngedosis am Betrieb an den tatsächlichen Nährstoffbedarf anzupassen und ein Übermaß an Stickstoff- und Phosphordüngung zu vermeiden.

Bei der **schlagbezogenen Nährstoffbilanzierung** wird für jeden Schlag zu Beginn des Jahres eine Düngeplanung vorgenommen. Während des Jahres werden genaue Aufzeichnungen über die Düngung des Schlages (N-Importe) und die N-Exporte (Abtransport mit dem Erntegut, möglichst Wiegen und N-Analytik) geführt, um am Ende des Jahres eine Bilanzierung des Schlages durchführen zu können. Ziel ist, die optimale Steuerung des Stickstoffeinsatzes am Einzelschlag und die Einhaltung eines mittelfristigen N-Saldos (über eine Fruchtfolge). Dazu ist eine Obergrenze zum mittelfristigen N-Saldo (tolerierbarer N-Überschuss) zu benennen. Dadurch wird ein Stickstoffüberschuss vermieden, der zu einer Nitratauswaschung ins Grundwasser führen kann.

Verschiedene Ausprägungen des Maßnahmentyps und aktuelle Umsetzung

Schlagbezogene Düngedosisplanung sowie die laufende Nährstoffbilanzierung sind Bestandteil der NAPV sowie der ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16). Ferner werden im ÖPUL 2015 Bestimmungen zu Mindestanforderungen für die Ausbringung von Düngemitteln festgelegt, die eine zusätzliche Phosphordüngung aus

Handelsdüngern über 100 kg/ha P₂O₅ nur mit Bedarfsbeleg aus Bodenuntersuchungen zulassen, die entsprechend zu dokumentieren und zu begründen ist.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 38 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Betriebsbilanz N und P	++	++	+	+
Schlagbezogene N-Bilanz	++++		+	

Kontrollierbarkeit

Leicht

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Eine Befragung der Teilnehmer der ÖPUL 2000 Gewässerschutzmaßnahme ergab eine positive Beurteilung der Maßnahme durch die Landwirte. Auch bei 50 % der Nichtteilnehmer der Maßnahme stößt die N-Bilanz für den Betrieb auf positive Resonanz, jedoch ist der Zeit- und Rechenaufwand für einige Betriebe ein Grund für eine Nichtteilnahme. Vorbehalte sind eher bei viehhaltenden Betrieben zu erwarten.

Mit einer Berechnung von P-Betriebsbilanzen haben Landwirte eine Möglichkeit, P-Überbilanzen zu erkennen und steuernd einzugreifen, indem zum Beispiel der P-Mineraldüngereinsatz reduziert wird, evtl. Wirtschaftsdünger abgegeben wird oder Möglichkeiten zur Reduktion des P-Gehalts im Wirtschaftsdünger ergriffen werden. Andererseits könnte jedoch der hohe Arbeits- und Rechenaufwand die Akzeptanz reduzieren. Vorbehalte sind eher bei viehhaltenden Betrieben zu erwarten.

Bei der schlagbezogenen Bilanzierung könnte der hohe Arbeits- und Rechenaufwand die Akzeptanz reduzieren. Vorbehalte sind eher bei viehhaltenden Betrieben zu erwarten.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 39 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
<p>N- und P- Bilanz für den Betrieb</p>	<p>Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde in 2 Gebieten in Oberösterreich für einen Großteil der Betriebe eine Nährstoffbilanzierung durchgeführt. Dabei konnten Unterschiede in den N-Bilanzen festgestellt werden, zwischen Betrieben, die die Maßnahme selbst durchführen und eine N-Bilanz für ihren Betrieb rechnen und Betrieben die keine Bilanzierung durchführen. Die Berechnung einer N-Bilanz für den Einzelschlag lässt noch stärkere Bewusstseinsbildung und weitere Wirkungen erwarten. Betriebe, die bereits Betriebsbilanzen für Phosphor berechneten, bemaßen die Höhe ihrer P-Düngegaben entsprechend der Betriebsbilanz, während Betriebe, die keine Betriebsbilanzen berechneten, meist höhere P-Düngegaben hatten. Im Rahmen dieser Studie konnte gezeigt werden, dass hohe P-Gehalte im Boden auf Betrieben mit hohen P-Bilanzen auftreten und dass positive P-Bilanzen auf diesen Betrieben überwiegen. → Berechnung und Abschätzung</p>	<p>Durch die Berechnung der Betriebsbilanz erhalten die Landwirte ein genaueres Bild über die Nährstoffsituation am Betrieb und können die Düngegaben entsprechend auf diese Situation am Betrieb abstimmen. Dadurch werden zu hohe Düngegaben vermieden. Die Reduktion der Stickstoffdüngegaben durch eine Betriebsbilanz liegt etwa zwischen 0-20%. Eine Reduktion der Düngemittel bedeutet auch langfristig auch die Verringerung des P und N Gehaltes im Boden. In weiterer Folge ist der im Boden gebundene Phosphor, welcher bei einem Erosionsereignis abgetragen wird, geringer, als bei einem Boden der höher gedüngt wurde. Durch eine Reduktion der Düngung um 20% kann angenommen werden, dass der Nährstoffgehalt im Boden theoretisch um maximal 20% verringert wird, wodurch auch geringere Mengen an bodengebundenem P und N über die Erosion in den Vorfluter ausgetragen werden. Theoretisch kann durch eine Reduktion der Düngung zwischen 0-20% sowohl der Gesamtstickstoff- als auch</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
		<p>Gesamtphosphorgehalt im Boden maximal 20% verringert werden. Bei einem Erosionsereignis können durch eine Düngereduktion somit im Extremfall bis zu 20% weniger Nährstoffe abtransportiert werden, in der Praxis ist die Reduktion jedoch geringer. →Abschätzung</p>
<p>Schlagbezogene Bilanzierung</p>	<p>In einer Untersuchung wurden in Oberösterreich für 2 Testgebiete Schlagbilanzen gerechnet. Schlagbilanzen von Betrieben, die aufgrund der Teilnahme an der ÖPUL 2000 Maßnahme Projekte für den vorbeugenden Gewässerschutz, Untermaßnahme Schlagbezogene Aufzeichnungen, wurden Schlagbilanzen gegenübergestellt, von Landwirten die nicht an der Maßnahme teilnehmen, und somit keine Bilanzen rechneten. Die durchschnittlichen Schlagbilanzen der Erhebungsbetriebe, die an der Maßnahme teilnahmen, waren signifikant niedriger als die der Nichtteilnehmern. Für das Untere Murtal wurde eine Studie ausgearbeitet, die eine Vielzahl bereits vorliegender Arbeiten zusammenführte und woraus dann mehrere Maßnahmen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal abgeleitet wurden. Neben mehreren anderen Maßnahmen ist eine mittlere schlagbezogene Stickstoffbilanz (Mittel über eine Fruchtfolge, max. 5 Jahre) mit einer Obergrenze von 25 kgN/ha*a als Bilanzüberhang eine davon. (Fank et al., 2010)</p>	<p>Durch die Berechnung der Schlagbilanz erhalten die Landwirte ein genaueres Bild über die Nährstoffsituation und können die Düngegaben entsprechend planen. Dadurch werden zu hohe Düngegaben vermieden. Die Reduktion der Stickstoffdüngegaben durch eine Betriebsbilanz können auf bis zu 40% geschätzt werden. Eine Reduktion von Düngemitteln bedeutet nicht nur eine Reduktion des Nitrataustrages ins Grundwasser, sondern auch die Verringerung des N Gehaltes im Boden. Es kann angenommen werden, dass durch eine Reduktion der Düngung zwischen 0-40% der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens ebenfalls verringert wird. Bei einem Erosionsereignis können durch eine Düngereduktion somit im Extremfall bis zu 40% weniger Nährstoffe partikulär gebunden abtransportiert werden, in der Praxis ist die Reduktion jedoch geringer. →Abschätzung</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>In einem an der Grenze Niederösterreich/Burgenland (Lichtenwörth/Neufeld) laufenden Projekt sind nach Zusammenschau von Nitratkonzentration im Sickerwasser und dazu gehörigem Agrarmanagement schlagbezogene Stickstoffbilanzen als erster Schritt zur Reduktion der Nitratbelastung des Grundwassers etabliert worden. Eine ausgeglichene N-Bilanz (NULL-Bilanz) ist dort die Zielformulierung. Durch die Berechnung der N-Bilanz für den Einzelschlag sind durch die Bewusstseinsbildung noch weitere Wirkungen zu erwarten, die jedoch nicht abgeschätzt werden konnten. →Berechnung und Abschätzung</p>	

Bewertung der Kosten

Im Rahmen Agrarumweltprogramms ÖPUL 2007 wurde die betriebliche Nährstoffbilanzierung als Zusatzprämie für Management und Bilanzierung mit 20 Euro/ha vergütet. Dies galt für die ersten 20 ha Ackerland. Die durchschnittliche Ackerfläche eines Betriebes in Österreich liegt unter 20 ha, sodass 20 Euro/ha für die Bewertung der Kosten herangezogen wurde.

Die schlagbezogene Nährstoffbilanzierung ist Bestandteil von ÖPUL 2015-Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“. Das Förderausmaß dazu 100 Euro/ha (Grundmodul) +10 Euro/ha (Beratung für die ersten 10 ha Acker). Im ÖPUL 2007 wurde im Rahmen der Maßnahme Vorbeugender Boden- und Gewässerschutz die schlagbezogene Planung, Aufzeichnung und Bilanzierung je nach Viehbestand mit 35 Euro/ha für Betriebe mit >0,5 GVE/ha und mit 25 Euro/ha für Betriebe mit <0,5 GVE/ha vergütet.

Tabelle 40 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Betriebliche Nährstoffbilanz	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr
Schlagbezogene Nährstoffbilanz	€€	>100 – 200 Euro/ha/Jahr

12 Schulung, Weiterbildung und Bewusstseinsbildung

Beschreibung der Maßnahme

Der Bewirtschafter eines Betriebes nimmt an einer Lehrveranstaltung zu unterschiedlichen landwirtschaftlichen Themen teil. Ein Teil der Lehrveranstaltung kann auch in Form von Exkursionen durchgeführt werden.

Aktuelle Umsetzung

Verpflichtungen zur Teilnahme an Schulungs- und Weiterbildungsangeboten sind Bestandteil mehrerer Maßnahmen des ÖPUL 2015: „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (1), „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16).

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 41 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Schulung, Bewusstseinsbildung	+		+	+

Kontrollierbarkeit

Leicht (Teilnahmebestätigung)

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Wenn die Schulungen teilweise abends oder in Zeiten geringerer landwirtschaftlicher Aktivität stattfinden, sollte die Akzeptanz gut sein.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Für Schulungsmaßnahmen kann keine Wirkung in allgemeiner Form angegeben werden, da diese immer nur in Kombination mit einer konkreten Maßnahme eintritt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Wirkung fast aller Maßnahmen durch Beratungs-, Ausbildungs- und Schulungsmaßnahmen verbessern lässt bzw. die zu den einzelnen Maßnahmen angegebene Wirkung ohne Beratungs-, Ausbildungs- und Schulungsmaßnahmen nicht erwartet werden kann.

Bewertung der Kosten

Bildung und Beratung wird in der ÖPUL 2015 Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (16) mit einem Förderausmaß von jährlich 10 Euro/ha (Beratung für die ersten 10ha Ackerflächen) gefördert.

Tabelle 42 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Bildung und Beratung	€	0 – 100 Euro/ha/Jahr

13 Beschränkung des Viehbestandes

Beschreibung der Maßnahme

Die Beschränkung des Viehbesatzes wird in Umweltprogrammen als Maßnahme zur Reduktion der Nährstoffausträge aus der Landwirtschaft und als Beitrag zur extensiven Bewirtschaftung angewendet, eine Bewertung der Wirkung ist aber schwer bis kaum möglich. Folgerichtig beschränkt die EU-Nitratrictlinie nicht den Viehbesatz an sich, sondern lediglich die Menge an Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern, die pro Fläche maximal ausgebracht werden kann.

Ziel des Maßnahmentyps ist ein an den Nährstoffbedarf (Düngebedarf) des Betriebes angepasster Nährstoffanfall durch den Viehbesatz, wobei die betriebsbezogene oder schlagbezogene Düngeplanung bzw. Bilanzierung (siehe Kapitel 11) ein wesentliches Instrument zur Umsetzung darstellt und somit auf eine ausführliche Behandlung mit dem Verweis auf Kapitel 11 verzichtet wird.

14 Fütterung

Beschreibung der Maßnahme

Bei der Fütterung können Einsparungen beim Zusatz von Phosphaten und Eiweiß zur Futtermischungen in der Schweine- und Hühnermast bzw. das Verwenden von speziellen N- und P-reduzierten Futtermischungen zu geringeren P und N Gehalten im Wirtschaftsdünger führen.

Bei der Mast von Tieren (vor allem von Mastschweinen) nimmt mit zunehmendem Gewicht des Tieres der Fettansatz stärker zu als der Proteinansatz, der Proteinbedarf nimmt deshalb relativ zum Energiebedarf ab. Es ist daher mit zunehmendem Mastfortschritt mit einer Proteinübersversorgung zu rechnen, wenn der Proteingehalt des Futters für die gesamte Mastdauer gleich bemessen wird. Diese Nährstoffüberschüsse können reduziert werden, wenn die Futterzusammensetzung an den sich während der Mast ändernden Nährstoffbedarf (Phasenfütterung) angepasst wird.

Dieser Maßnahmentyp wird ebenfalls als Teil der betriebsbezogenen Düngeplanung bzw. Bilanzierung zur Vermeidung von Nährstoffüberschüssen gesehen. Daher wird an dieser Stelle auf detaillierte Ausführungen mit dem Verweis auf Kapitel 11 (Bilanzierung) verzichtet.

15 Wirtschaftsdüngerlager, Wirtschaftsdüngerverbringung

Beschreibung der Maßnahme

Um eine bedarfsgerechte Wirtschaftsdüngerausbringung kurz vor oder während des größten Stickstoffbedarfs der Pflanzen zu ermöglichen und eine Ausbringung während der Zeiträume zu verhindern, in denen gemäß Aktionsprogramm Nitrat keine stickstoffhaltigen Düngemittel ausgebracht werden dürfen, bedarf es einer entsprechenden Lagerkapazität für den Wirtschaftsdünger.

Das Aktionsprogramm Nitrat schreibt vor, dass Lagerstätten für Wirtschaftsdünger und Stallmist eine entsprechende Lagerkapazität haben müssen, um für jeden Betrieb einen Lagerzeitraum von mindestens 6 Monaten abzudecken. In Gebieten gemäß Anlage 5 der NAPV muss für viehstarke und maisdominierte Betriebe ein Lagerungszeitraum von mindestens 10 Monaten abgedeckt werden.

Bei einer Erweiterung der Lagerkapazität können die Düngegaben exakt zu jenen Zeitpunkten gegeben werden, an denen die Pflanze den Stickstoff benötigt. Die Herbsdüngung kann ausgesetzt werden, die üblicherweise auf Flächen mit Wintergetreide stattfindet. Die Wirkung der Maßnahme ist somit vom Anteil der Flächen abhängig, auf denen Wintergetreide angebaut werden.

Betriebe, die einen höheren Wirtschaftsdüngeranfall haben, als sie am Betrieb benötigen, können den Wirtschaftsdünger an andere Betriebe abgeben. Dies kann über **Güllebörsen** geschehen.

Wirkung der Maßnahme auf Reduktion der Emissionen

Tabelle 43 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer

Maßnahme	N-Emissionen	P-Emissionen	N-Emissionen	P-Emissionen
	In das Grundwasser		In Fließgewässer	
Erhöhung Lagerkapazität	++		+	+
Güllebörsen	+	+	+	+

Kontrollierbarkeit

Leicht, bei Güllebörsen über Verträge oder über ein Lieferscheinsystem bedingt möglich.

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung und Akzeptanz

Wichtig für die Umsetzung von Güllebörsen und die Akzeptanz ist, dass sich Betriebe, die Gülle abgeben wollen, in annehmbarer Entfernung zu Betrieben befinden, die Gülle annehmen möchten.

Erläuterungen zu den Angaben im Katalog

Tabelle 44 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
Erhöhung Lagerkapazität	Eine Ausbringung von Wirtschaftsdünger (Gülle) zu Getreide im Herbst führt zu einer schlechteren Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs. Mit einer Ausweitung des Lagerraums für eine Dauer von mindestens 10 Monaten wird eine wesentliche	Zu kleine Wirtschaftsdüngerlager oder Güllegrubenräume zwingen Landwirte zu einer Gülleausbringung zu ungünstigen Zeitpunkten, z.B. sehr frühzeitig im Frühling, auf schneebedeckten Boden. Eine Ausbringung von Düngemitteln auf

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	<p>Voraussetzung geschaffen, um solche Herbstdüngungen zu vermeiden. Insbesondere für Betriebe mit Schweinehaltung, die die Futtergrundlage am eigenen Betrieb produzieren, bewirkt daher ein Wirtschaftsdüngerlagerraum für mehr als 6 Monate eine deutliche Verminderung der Nitratauswaschung. Diese Verminderung kann je nach den betrieblichen Rahmenbedingungen bis zu 25% betragen.</p> <p>Bei ungünstigen Witterungsbedingungen, über das Jahr schwankenden Viehbeständen, wechselnde Anteile an sonstigen Flüssigkeiten, die in den Lagerraum eingeleitet werden, legen nahe, kann ein Lagerraum von mehr 10 Monate erforderlich sein.</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete wurden von Zessner et al. 2014 die Auswirkung der Erweiterung der Lagerkapazität auf die N- und P-Reduktion in den Austragspfaden des MONERIS-Modells berechnet. →Berechnung und Abschätzung</p>	<p>gefrorenen oder schneebedeckten Flächen verhindert die Infiltration des Düngemittels in den Boden. Nachfolgende Niederschläge bzw. eine Schneeschmelze führen zu einem Abtrag von nahezu der gesamte Düngemenge über den Oberflächenabfluss in den Vorfluter. Diesbezüglich ist die Wirkung sehr stark vom Zeitpunkt der Düngung und von der witterungsbedingten Situation am Feld abhängig.</p> <p>Für oberösterreichische Einzugsgebiete (TU Wien et al. 2014) wurde die Auswirkung der Erweiterung der Lagerkapazität auf die Reduktion in den Austragspfaden des MONERIS-Modells berechnet. Bei maximal möglicher Umsetzung der Maßnahme wurde eine Reduktion der N-Gesamtemissionen in die Fließgewässer für Oberösterreich von ca. 1% berechnet. →Berechnung und Abschätzung</p>
<p>Güllebörsen</p>	<p>Durch Güllebörsen kann überschüssige Gülle an andere Landwirte abgegeben werden. Dadurch wird weniger Stickstoff auf die Felder ausgebracht. Abhängig nun wie viel Gülle an andere Landwirte abgegeben wird, kann die Düngehöhe unterschiedliche Niveaus erreichen.</p> <p>Mit dem Simulationsprogramm SIMWASSER/STOTRASIM wurden in Oberösterreich, im Marchfeld und im Leibnitzer Feld Berechnungen zum Nitrataustrag ins Grundwasser durchgeführt. Die zur Simulationsrechnung eingesetzten Düngemengen richten sich nach den verbindlichen Gesetzen. Die Nitrataustragung von Flächen mit diesen Düngemengen wurde den Berechnungen mit Düngemengen gegenübergestellt, die dem</p>	<p>Eine Reduktion von Düngemitteln bedeutet die Verringerung des Nges und Pges Gehaltes im Boden. In weiterer Folge ist der im Boden gebundene Stickstoff und Phosphor, welcher bei einem Erosionsereignis erodiert, geringer, als bei einem Boden der höher gedüngt wird. Durch eine Reduktion der Düngung um 20% kann angenommen werden, dass der Gesamtstickstoff, wie auch der Gesamtphosphorgehalt im Boden im obersten Horizont um maximal 20% verringert wird. Durch die Verlagerung der Nährstoffe im Boden werden die Düngegaben in den Boden transportiert, bei einem Erosionsereignis können durch eine Düngereduktion somit im Extremfall bis zu 20% weniger Nährstoffe</p>

Maßnahme	Emissionen ins Grundwasser	Emissionen in Fließgewässer
	wirtschaftlichen Optimum entsprechen. Die Düngemengen entsprechen den in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 5. Auflage empfohlenen Mengen für eine hohe Ertragserwartung. Weiters wurde die Nitratauswaschung mit einer Düngereduktion von -20% berechnet. Die Nitrataustragung unter dieser Düngemaßnahme wurde einer Auswaschung von Nitrat gedüngten Flächen, die dem wirtschaftlichen Optimum entsprechen, gegenübergestellt. →Berechnung	abtransportiert werden, in der Praxis ist die Reduktion jedoch geringer. →Abschätzung

Bewertung der Kosten

Zessner et al. 2014 geben die Kosten für die Erweiterung der Lagerkapazität von 6 auf 8 Monate zwischen € 268/ha (Jungschwein, Ferkel) und € 1.133/ha (Zuchtschwein, nicht gedeckt) an. Als Berechnungsgrundlage wird ein Pauschalkostensatz von 100 €/m³ angenommen. Weitere Informationen zu Pauschalkostensätzen zur Herstellung von Jauche- und Güllegruben je nach Größenklasse sowie mit oder ohne Abdeckung sind in (BMLFUW 2015) zusammengestellt.

Tabelle 45 Abschätzung der Kosten

Maßnahme	Kosten	Klasse
Erweiterung der Lagerkapazität	€€€€	>300 Euro/ha/Jahr

16 Literaturverzeichnis

Albert, E. & W. Schliephake (2005): Entwicklung und Erprobung praxistauglicher Einsatzstrategien von Wirtschaftsdüngern zur Verminderung von diffusen Nährstoffausträgen. Abschlussbericht zum Projektvorhaben 041.30 der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Laufzeit: 05/2003 – 04/2005. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Schriftenreihe 10. Jahrgang, Heft 10.

Auerswald, K. und F. Schmidt (1986): Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. Karten zum flächenhaften Bodenaustrag durch Regen, München: Selbstverlag Stalzer, W. (1995). Rahmenbedingungen für eine gewässerverträgliche Landbewirtschaftung. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft 1, 1-24.

Auerswald K. (1992): Verfeinerte Bewertung von Erosionsschutzmaßnahmen unter deutschen Anbaubedingungen mit dem P-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG). Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 33, 137-144.

BAW und WPA (2008): ÖPUL Evaluierung: Nitrataustrag aus auswaschungsgefährdeten Ackerflächen. Bericht. Bundesamt für Wasserwirtschaft und WPA beratende Ingenieure GmbH im Auftrag des BMLFUW.

BAW und WPA (2008): ÖPUL-Evaluierung – Wirkung der neuen Begrünungsvariante A1 und der Untersaat Mais.

Blume, H.P., G.W. Brümmer, U. Schwertmann, R. Horn, I. Kögel-Knaber, K. Stahr, K. Auerswald, L. Beyer, A. Hartmann, N. Litz, A. Scheinost, H. Stanjek, G. Welp, B.-M. Wilke (2002): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin.

BMLFUW (2015): Pauschalkostensätze – Baukosten im landwirtschaftlichen Bauwesen. Beilage 14 zur Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020.

BMLFUW (2017): Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. – 7. Aufl., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

Bodner, G., Liebhard, P., Jud, R. (2001): Auswirkungen von Winterbegrünungen auf Nitratdynamik und Bodenwasserhaushalt im Trockengebiet. In: ALVA (Hrsg.), Tagungsbericht 2001, 95-97.

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft (2006): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. 6. Auflage BMFLUW.

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Bodenwirtschaft (2000): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. 5. Auflage BMFLUW.

Bundesinnenministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten(Hrsg.) (1991): Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit/ Bodenerosion (Bd. 3). –1. Aufl., Berlin-Hamburg (Parey).

Dersch, G. und J. Hösch (2002): Der internationale organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wien. Nährstoffbilanzen und Bodenkennwerte. Arch. Acker-, Pfl. Boden. Vol 48, S. 471-484.

Diepolder M., S. Raschbacher, Th. Ebertseder (2005): P-Austrag aus Drainagen unter Wirtschaftsgrünland. SUB 12, 6-10.

Dietrich, R., P. Liebhard, K. Eschlböck, M. Bäck & S. Hamedinger (2002): Bewertung von pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Verminderung der Stickstoffverlagerung des Feldgemüsebaues im Südlichen Eferdinger Becken. Endbericht über die Versuchsjahre 2000/01 unter Berücksichtigung der Versuchsjahre 1999/2000. GZ 24.002/69-IIA1a/00.

Dressel, J. (1992): Ergebnisse langjähriger Lysimeterversuche zur Stickstoffversickerung. 2. Lysimetertagung „Praktische Ergebnisse aus der Arbeit mit Lysimetern“. 28-29.4.1992. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft. Gumpenstein.

Eder, G. (1991): Stickstoff- und Phosphorausstrag unter Dauergrünland, ermittelt in Lysimetern. Lysimetertagung „Art der Sickerwassergewinnung und Ergebnisinterpretation“. 16-17.4.1991. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft. Gumpenstein.

Eder A., Bloeschl G., Feichtinger F., Strauss P. (2014): Indirect nitrogen losses of managed soils contributing to greenhouse emissions of agricultural areas in Austria – results from lysimeter studies. Submitted.

Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (2001): Bedarfsgerechte Düngung im Garten und Feldgemüsebau, Kulturdatenblätter. 2. Auflage, aktualisierte Version.

Fank, J.; Dersch, G.; Feichtinger, F. und Robier, J. (2010): Erforderliche Maßnahmen und Umsetzungsoptionen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal-Grundwasserleiter. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.): Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft – 2. Umweltökologisches Symposium am 2. und 3. März 2010 am LFZ Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag.

Feichtinger, F. (1999): Reduzierte Grundwasserbefrachtung durch veränderte landwirtschaftliche Bodennutzung im NÖ. Alpenvorland. 8. Gumpensteiner Lysimetertagung, 13. und 14. April 1999.

Feichtinger, F. (2003): Landnutzung und Grundwassergüte. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 19. S. 48-59.

Feichtinger, F., Dorner, J. und Aigner, F. (2004): Durchschnittliche Versickerungsmengen und bewirtschaftungsbedingte Stickstoffausträge im Alpenvorland Niederösterreichs. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 20, S. 79-90.

Feichtinger, F. Scheidl, A. & Dorner, J. (2005): Bericht "ÖPUL 2000 – Begrünungsvarianten (Pkt. 2.22)", "Evaluierung der wasserwirtschaftlichen Relevanz (Effizienz) einer Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter" Zahl 905-373/27/05 Tö.

Fiener P. & K. Auerwald (2003): Effectiveness of grassed waterways in reducing runoff and sediment delivery from agricultural watersheds. J.Environ.Qual., 32, 927-936.

Fiener P. & K. Auerwald (2006): Seasonal variation of grassed waterway effectiveness in reducing runoff and sediment delivery from agricultural watersheds in Europe. *Soil and Tillage Research*, 87, 48-58.

Haas, G. (1999): Untersaaten in Kartoffeln zur Minderung von Nitratausträgen: Arteneignung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaft*. 12, 121-122.

Hösl, R., P. Strauss, Th. Glade (2012): Manmade linear flow paths at catchment scale: Identification, factors and consequences for the efficiency of vegetated filter strips. *Landscape and Urban Planning*, 104, 245-252.

Hösl, R., P. Strauss (2013): Wirksamkeit konservierender Bodenbearbeitungsverfahren zur Reduktion von Oberflächenabfluss und Bodenerosion. In: Das INTERREG IV A-Projekt „Gewässer Zukunft“ 2009-2013. Ausgewählte Ergebnisse aus den Einzugsgebieten des Waginger und Tachinger Sees (Bayern) und der Antiesen (Oberösterreich). HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 59-68.

Hösl, R., P. Strauss, E. Murer, A. Eder, T. Bauer und A. Bohner, (2014): Effekt von bodennaher Gülleausbringung auf den Phosphoraustrag in Drainagen. *Die Bodenkultur*, 65, 1, 29-37.

Humer J. (2012): Basiswissen zur Vermeidung von Nitratverlusten ins Grundwasser. NÖ Landeslandwirtschaftskammer.

<http://futterwiesenexperte-humer.wikispaces.com/file/view/Nitrat-Grundwassersanierung+Basiswissen,2012feb7nSp2%2BL2,Teil2b.pdf>

Kainz, M., G. Gerl & K. Auerswald (1997): Verminderung der Boden- und Gewässerbelastung im Kartoffelanbau des Ökologischen Landbaus. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 85, 1307-1310.

König, U. J., (1996): Zwischenfruchtanbau von Leguminosen. Schriftenreihe des Instituts für biologisch-dynamische Forschung e.V., Darmstadt, 6.

Landwirtschaftskammer Weser-Ems (2005): Versuche und Versuchsergebnisse zur grundwasserschutzorientierten Landbewirtschaftung. Feldversuche in Wasserschutzgebieten in Weser-Ems im Rahmen der fachbehördlichen Aufgaben gemäß § 47h NWG.

Liebhard, P., Kamptner, J. und P. Strauss (2014): Einfluss der Saatbettbereitung bzw. der Mulchsaat auf den Boden-Bedeckungsgrad mit organischer Substanz zur Erosionsverminderung. ALVA-Jahrestagung 2014, 19.-20.5.2014, 66-68.

Lütz, M., Bastian, O. & C. Weber (2006): Rahmenmethodik zur Entwicklung lokaler Agrarumweltprogramme in Europa – Akzeptanz und Monitoring von Agrarumweltprogrammen. Wasserwirtschaft 10/2006.

Mayer, M. (2000): Entwicklung und Modellierung von Planungsszenarien für die Landnutzung im Gebiet der Bornhöveder Seenkette. Dissertation. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Neubauer Stefan, LFI Leibnitz: Begrünungen richtig anlegen.

<http://www.lub.at/Aktuelles/Artikel/Begr%C3%BCnungen%20richtig%20anlegen%2015.8.05.pdf>

Pötsch, E.M. (1996): Bedeutung von Lysimetern für die Grünlandwirtschaft. 6. Lysimetertagung „Lysimeter im Dienste des Grundwasserschutzes“. 16-17.4.1996. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft. Gumpenstein.

Quinton, J.A., P. Strauss, N. Miller, E. Azazoglu, M.Yli-Halla, and R. Uusitalo, (2003): The potential for soil phosphorus tests to predict phosphorus losses in overland flow. J. Plant Nutrition and Soil Science, 166, 4, 432-437.

Riess, F., Rieder, J.B. & Amberger, A., (1995): Nitratauswaschung unter Acker und Grünland – Ergebnisse der Saugkerzenanlage „Gülleprüffeld Puch“. 5. Lysimetertagung „Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone“. 16-17.4.1996. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft. Gumpenstein.

Schauder H. & K. Auerswald (1992): Long-term trapping efficiency of a vegetated filter strip under agricultural use. Z.Pflanzenernähr.Bodenk., 155, 489-492.

Strauss, P., Swoboda, D., Blum & W. E. H. (2003): How effective is mulching and minimum tillage to control runoff and soil loss: Proceedings of „25 years of erosion assessment“, Gent 22nd – 26th Sept. 2003, 545-550.

Strauss, P., R. Hösl und J. Devaty, 2013: BoBB – Bodenerosion, Beratung und Berechnung – Ein Werkzeug zur Unterstützung der landwirtschaftlichen Beratungspraxis. In: Das INTERREG IV A-Projekt „Gewässer Zukunft“ 2009-2013. Ausgewählte Ergebnisse aus den Einzugsgebieten des Waginger und Tachinger Sees (Bayern) und der Antiesen (Oberösterreich). HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 79-92.

Steenvoorden (1991): Landspreading of animal manure and run-off: Comments on the draft guidelines. In: Brogan, 1981. Nitrogen losses and surface run-off from landspreading of manures. Nijhoff, Junk Publishers. Den Haag, Bosten, London.

Schwertmann, U., Vogl, W. & Kainz, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer, Stuttgart.

Syversen N., L. Oygarden & B. Salbu (2001): Cesium-134 as a tracer to study particle transport processes within a small catchment with a buffer zone. J. Environ. Qual., 30, 1771-1783.

Umweltbundesamt GmbH, Wpa – Beratende Ingenieure (2005): Wirksamkeit der Maßnahme Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter und der Maßnahme Erosions-schutz im Weinbau des ÖPUL 2000 auf das Erosionsrisiko. (GZ BMLFUW-LE.1.3.7/0017-II/5/2004)

Umweltbundesamt, BOKU, BAW (2004): Evaluierung der Effizienz von Erosionsschutzmaßnahmen im Österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2000) in Testgebieten. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. GZ 21.210/45-II1/02.

Versuchsreferat-Stmk (2011): Begrünungsversuche in Wasserschongebieten. In: Versuchsbericht 2011, Versuchsreferat Steiermark, Fachabteilung 6C des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, S. 42-46.

<http://www.versuchsreferat.com/Versuchsbericht2011/Begrueunungen.pdf>

VDLUFA (2001): Standpunkt – Mögliche ökologische Folgen hoher Phosphatgehalte im Boden und Wege zu ihrer Verminderung. Darmstadt.

Wendt G.W. G. R. Foster & T. J. Toy (1998): Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). P Factor: Support-Practice.

Withers, P.J.A., B. Ulen, Ch. Stamm & M. Bechmann (2003): Incidental Phosphorus losses are they significant and can they be predicted? J. Plant Nutr. Soil Sci., 166, S. 459-468.

Wpa-Beratende Ingenieure, BA für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Boden-wasserhaushalt (2003): Evaluierung der Auswirkung der Maßnahme 2.31 aus ÖPUL (Regionalprogramm Grundwasser 2000 NEU) für die Verbesserung der Grundwasserqualität am Beispiel von zwei Grundwassergebieten Oberösterreichs. Forschungsprojekt Nr. 1259 GZ 24.002/39-IIA1/01.

Wpa-Beratende Ingenieure, BA für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Boden-wasserhaushalt (2003)1: ÖPUL Evaluierung Themenbereich Grundwasserschutz. Nutzung des STOTRASIM/SIMWASSER Modellansatzes zur Nitrataustragungsgefährdung zur Beantwortung der wasserspezifischen Evaluierungsfragen.
VI.1.B.1/VI.1.B.2/VI.1.B.3/VI.1.B.4

Wpa-Beratende Ingenieure, BA für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Boden-wasserhaushalt (2005): Phosphataustrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Forschungsprojekt

Wpa-Beratende Ingenieure, Institut für Bodenforschung, BOKU & Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft (2003): ÖPUL-Evaluierung: Analyse der Ursachen für das Sinken von Nitratbefruchtungen im Grundwasser. GZ: W-GTW-930166/1-2004-Se/Ms

Wpa-Beratende Ingenieure (2006): NID – Nördliches Tullner Feld. Projektbericht.

Wpa-Beratende Ingenieure (1999): –Oberflächenabfluss in Vorarlberg. Grundlagenstudie zur Geländebegehung.

WPA und BAW (2009): Effektivität von Gewässerrandstreifen zum Schutz von Oberflächen-gewässern. Endbericht im Auftrag der Landesregierungen von NÖ, OÖ, Stmk und des BMLFUW.

WPA und BAW (2013): Qualitative Evaluierung von Zwischenbegrünungen für den Gewässerschutz. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

WPA, AGES und JR AquaConSol (2019): Schutz des Grundwassers vor Nährstoffeinträgen. Bewertung der Wirkung relevanter LE - Maßnahmen des österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-20.

WPA (2019): Evaluierung des Nitratinformationsdienstes NID. Untersuchungen im Marchfeld, Zillingdorf, Lichtenwörth, Neufeld und südlichen Tullnerfeld.

WPA (2020): Evaluierung der NAPV. Metastudie und Wirkungsanalyse.

Zerulla, W., Pasda, G. & A., W. Wissemeier (2004): Ökologische und pflanzenbauliche Effekte des Nitrifikationsinhibitors DMPP (ENTEC). Klimawandel – Auswirkungen auf Umwelt und Agrarproduktion. ALVA Jahrestagung 2004. Wien.

Zessner, M., Gabriel, o., Kovacs, A., Kuderna, M., Schilling, Ch., Hochedlinger, G. und Windhofer, G. (2012): Analyse der Wirkung von Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in oberösterreichischen Einzugsgebieten nach unterschiedlichen Eintrags-pfaden für strategische Planungen. Endbericht zum Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, WPLO-2011-290023/21-Stu.

Zessner, M., Hepp, G., Kuderna, M., Weinberger, C., Gabriel, O. und Windhofer, G. (2014): Konzipierung und Ausrichtung übergeordneter strategischer Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in oberösterreichische Fließgewässer. Endbericht zum Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, UR-2012-61484/4-Stu.

Zessner, M. und G. Hepp (2014): Überlegungen zur Wirksamkeit der ÖPUL 2014 Maßnahme „Vorbeugender Oberflächengewässerschutz auf Ackerflächen“ zur Verringerung von Phosphoremissionen im Kontext von Einzugsgebieten. Endbericht, TU Wien, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, im Auftrag des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung.

Zillgens, B. (2001): Simulation der Abflussverminderung und es Nährstoffrückhalts In Uferstreifen. Boden und Landschaft. Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie. Band 34.

17 Abkürzungen

Abkürzungen	Erläuterungen
Aktionsprogramm Nitrat, NAPV	Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitrat-Aktionsprogramm- Verordnung – NAPV)
GLÖZ	Erhaltung des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustandes inklusive Dauergrünlanderhaltung, im Rahmen der Verordnung (EU) Nr. 1306/2013
GW 2000	ÖPUL 2000 Maßnahme: Projekte für den vorbeugenden Gewässerschutz; Oberösterreichisches Regionalprojekt
NID	Nitratinformationsdienst (wird in Oberösterreich Traun-Enns Platte und in Niederösterreich für die Gebiete Marchfeld, Nördliches und Südliches Tullnerfeld angeboten)
ÖPUL 2000	Sonderrichtlinie für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2000)
ÖPUL 2007	Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2007)
ÖPUL 2015	Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft zur Umsetzung der Agrarumwelt- und Klimamaßnahme des Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020

18 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Angaben zur Wirksamkeit von Maßnahmen in Klassen.....	5
Tabelle 2	Angaben zu Kosten von Maßnahmen.....	7
Tabelle 3	Inhalte verschiedener Maßnahmen	9
Tabelle 4	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	10
Tabelle 5	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	11
Tabelle 6	Abschätzung der Kosten	13
Tabelle 7	Inhalte verschiedener Maßnahmen	15
Tabelle 8	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	16
Tabelle 9	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	17
Tabelle 10	Abschätzung der Kosten	19
Tabelle 11	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	21
Tabelle 12	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	22
Tabelle 13	Abschätzung der Kosten	23
Tabelle 14	Inhalte verschiedener Maßnahmen	25
Tabelle 15	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	26
Tabelle 16	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	28
Tabelle 17	Abschätzung der Kosten	31
Tabelle 18	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	32
Tabelle 19	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	33
Tabelle 20	Abschätzung der Kosten	33
Tabelle 21	Inhalte verschiedener Maßnahmen	34
Tabelle 22	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	35
Tabelle 23	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	37
Tabelle 24	Abschätzung der Kosten	39
Tabelle 25	Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	42
Tabelle 26	Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	43

Tabelle 29 Abschätzung der Kosten	45
Tabelle 30 Inhalte verschiedener Maßnahmen	47
Tabelle 31 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	49
Tabelle 32 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	51
Tabelle 33 Abschätzung der Kosten	56
Tabelle 34 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	58
Tabelle 35 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	59
Tabelle 36 Abschätzung der Kosten	63
Tabelle 37 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	65
Tabelle 38 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	65
Tabelle 39 Abschätzung der Kosten	66
Tabelle 40 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	68
Tabelle 41 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	69
Tabelle 42 Abschätzung der Kosten	72
Tabelle 43 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	73
Tabelle 44 Abschätzung der Kosten	74
Tabelle 45 Abschätzung der Wirkung auf die Reduktion der N- und P-Emissionen ins Grundwasser und in Fließgewässer.....	78
Tabelle 46 Erläuterungen zur Abschätzung der Wirkung	78
Tabelle 47 Abschätzung der Kosten	80

19 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Systemgrenzen für die Bewertung der Emissionen.....	6
---	---

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at