



LAND

OBERÖSTERREICH

# Informationsbroschüre

## Oberflächengewässerschutz in der Landwirtschaft

### STOFFEINTRAG DURCH EROSION PHOSPHOR



OGW



Stoffeintrag durch Erosion

Phosphor

# **INFORMATIONS- BROSCHÜRE**

## **Oberflächengewässerschutz in der Landwirtschaft**

**STOFFEINTRAG DURCH EROSION**

**Phosphor**





### **Sehr geehrte Damen und Herren!**

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie aus dem Jahr 2000 wurde das zentrale Ziel, der "gute Zustand" für unsere Seen und Flüsse, festgelegt. Aufgrund erosionsbedingter Stoffeinträge, insbesondere von Bodenpartikeln und Nährstoffen, ist das Erreichen des "guten Zustandes" in einigen Gewässern Oberösterreichs gefährdet. Diese Stoffeinträge in die Gewässer stehen in Verbindung mit Stoffausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem Verlust von Boden, der wertvollen landwirtschaftlichen Produktionsgrundlage. Im Rahmen des INTERREG IV A Projektes "Gewässer-Zukunft" wurde ein weiterer Schritt in der Zusammenarbeit von Landwirtschaft und Gewässerschutz getan und, neben neuen Erkenntnissen zur Wirkungsweise von Maßnahmen, ein Beratungsinstrument zur Reduktion des Bodenabtrags entwickelt.

Mit dieser Broschüre soll Bewusstsein geschaffen und die gemeinsame Herausforderung angenommen werden, denn nur wenn alle Akteure zusammenwirken, ist eine langfristige Sicherung und Erhaltung der Ressourcen Wasser und Boden möglich.

**In diesem Sinne herzlichen Dank!**

**Dr. Josef Pühringer**  
Landeshauptmann

**Maximilian  
Hiegelsberger**  
Landesrat

**Rudi Anschober**  
Landesrat

**ÖR Ing. Franz Reisecker**  
Präsident der LK OÖ

# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort .....	05
Einleitung .....	07
Projekt INTERREG IV A „Gewässer-Zukunft“ .....	09
Überblick .....	09
Ziele des Projektes beider Regionen .....	09
Projekt Antiesen/Innviertel .....	10
Phosphoreintrag durch Erosion .....	11
Phosphor – Funktion und Wirkung am Feld .....	12
Phosphor – Wirkung im Gewässer .....	13
Phosphor ist nicht gleich Phosphor .....	14
Rechtlicher Rahmen .....	16
Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) .....	16
Europäische Nitratrichtlinie (91/676/EWG) .....	17
Wasserrechtsgesetz 1959 .....	17
ÖÖ. Bodenschutzgesetz 1991 .....	19
ÖÖ. Abwasserentsorgungsgesetz 2001 .....	19
Handlungsbedarf in Oberösterreich .....	20
Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt INTERREG IV A "Gewässer-Zukunft" .....	22
Beregnungsversuche zum Thema Bodenverlust .....	25
Wie wird der Bodenabtrag beeinflusst ? .....	28
Zeitpunkt und Intensität von Starkregenereignissen .....	28
Zusammensetzung des Bodens .....	29
Hangneigung eines Schlages .....	29
Länge eines Schlages mit gleicher Bewirtschaftung .....	30
Bodenbearbeitung und Ackerkulturen .....	30
Schwer bis nicht beeinflussbare Faktoren .....	31
Beeinflussbare Faktoren .....	31
Schnellbestimmung Erosion .....	32
Möglichkeiten des Managements .....	33
Allgemeine Maßnahmen .....	33
Konservierende Bodenbearbeitung .....	36
Streifenanbau/Schlagteilung .....	38
Sicherstellung ausreichender Versickerungsleistung des Bodens .....	38
Begrünte Abflusswege .....	40
Gewässerrandstreifen .....	40
Versickerungs- und Begleitmulden .....	41
Retentionsbecken .....	41
Weitere Informationen .....	42
Ergänzungen aus dem Aktionsprogramm Nitrat 2012 .....	42

## Einleitung

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie betrachtet Gewässer als Lebensräume. Im Rahmen eines vorgegebenen Zeitplans müssen die Gewässer bis 2015 – mit Ausnahmeregelungen bis 2027 – in den guten ökologischen und chemischen Zustand gebracht und dieser gute Zustand langfristig abgesichert werden. Der gute Zustand von Oberflächengewässern wird über ihre Lebensgemeinschaften, ihre Struktur sowie über ihre chemischen Inhaltsstoffe bestimmt.

Bezüglich Nährstoffen besteht ein Unterschied zwischen landwirtschaftlichen Ökosystemen und Gewässern. Während eine hohe landwirtschaftliche Produktion nur auf Böden mit ausreichenden Nährstoffgehalten zu erreichen ist, sind gesunde Gewässer nährstoffarm.

Da Verluste von Nährstoffen und Boden einerseits zu einer Verringerung der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlage führen und andererseits unerwünschte ökologische



Abb. 1: Bodenabtrag nach Regen

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

Veränderungen der Gewässer bewirken, muss deren Vermeidung ein gemeinsames Ziel von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft sein.

Im oberösterreichischen und bayerischen Alpenvorland sind bei einigen Gewässern größere Belastungen durch Nährstoffeinträge vorhanden – die vorgegebenen Ziele werden nicht erreicht.

"Welche Flächen weisen ein hohes Risiko auf?", "Welche Maßnahmen bringen die effektivsten Reduktionen?" sind Fragen, die durch die Installierung des Projektes INTERREG IV A "Gewässer-Zukunft" geklärt werden sollen.

Mit den gewonnenen Erfahrungen soll eine großflächige Umsetzung gestartet werden.

## Projekt INTERREG IV A “Gewässer-Zukunft”

### ÜBERBLICK

Das Projekt “Gewässer-Zukunft” wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung aus dem INTERREG Programm Bayern-Österreich 2007-2013 kofinanziert und erstreckte sich über die Laufzeit von Dezember 2009 bis März 2013. Als Beispielsregionen wurden im oberösterreichischen Innviertel ein Teileinzugsgebiet der Antiesen und in Bayern das Gebiet des Waginger-Tachinger Sees ausgewählt.

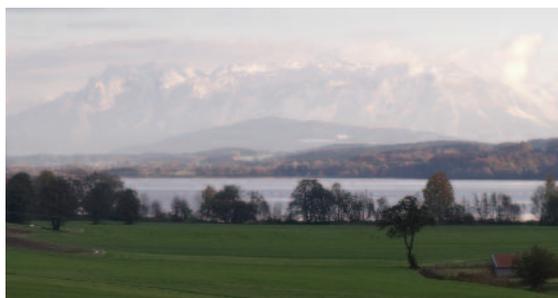


Abb. 2: Flussgebiet der Antiesen in Oberösterreich (links); Waginger-Tachinger See in Bayern (rechts)

### ZIELE DES PROJEKTES BEIDER REGIONEN

- » Beitrag, um die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie für Oberflächengewässer zu erreichen
- » Ermittlung von effektiven Maßnahmen zur nachhaltigen Verringerung von Nährstoffeinträgen in der jeweiligen Region
- » Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Gewässer in Bayern und Österreich mit ähnlicher Problemstellung – Multiplikatoreffekt

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

- » Förderung von Erfahrungsaustausch und grenzüberschreitender Zusammenarbeit unterschiedlichster Akteure
- » Fortbildungs- und Beratungsangebote während der Projektdauer und darüber hinaus

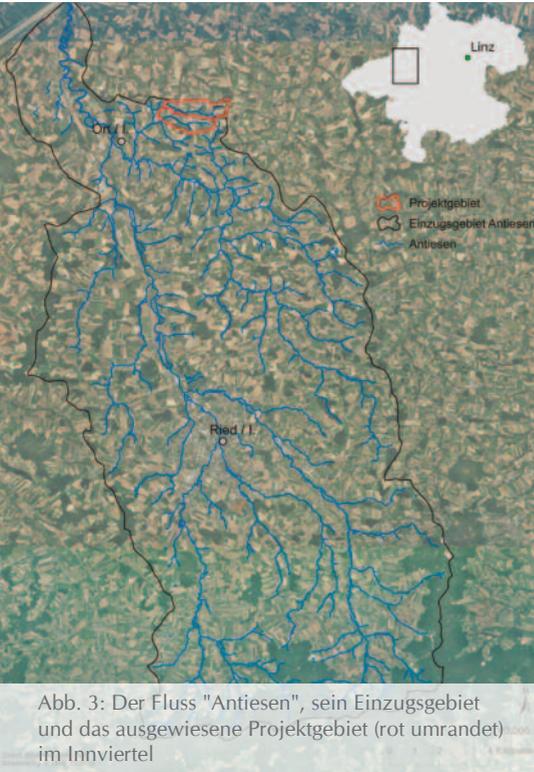


Abb. 3: Der Fluss "Antiesen", sein Einzugsgebiet und das ausgewiesene Projektgebiet (rot umrandet) im Innviertel



Abb. 4: Querstreifeneinsaat bei Mais

## PROJEKT

### ANTIESEN/INNVIERTEL

Die Antiesen und ihr Einzugsgebiet im oberösterreichischen Innviertel wurden als Untersuchungsgebiet ausgewählt, da der Fluss nur einen mäßigen Zustand aufweist. Das Ziel, den guten Zustand zu erreichen, ist gefährdet, wenn es nicht gelingt, die flächenhaften

Nährstoffeinträge, insbesondere von Phosphor, durch geeignete Maßnahmen zu verringern. Deshalb stehen Bodenerosion und der dadurch bedingte Eintrag von Phosphor im Vordergrund des Projektes. Im Einzugsgebiet stellen der hohe Ackerflächenanteil (Mais, Winterweizen, Wintergerste, Winterrraps) und das verstärkte Auftreten von Starkregenereignissen eine besondere Herausforderung dar.

## Phosphoreintrag durch Erosion

Durch Bodenerosion kommt es zur Verlagerung des Oberbodens und des darin enthaltenen Phosphors in Richtung der Gewässer. Die Beziehung zwischen Boden- und Nährstoffeintrag zeigt sich in der nachfolgenden Grafik (Abb. 6) anhand des Zusammenhanges von Schwebstoffen und Phosphat ( $\text{PO}_4$ ).



Abb. 5: Schwebstoffe im Gewässer nach einem Regenereignis

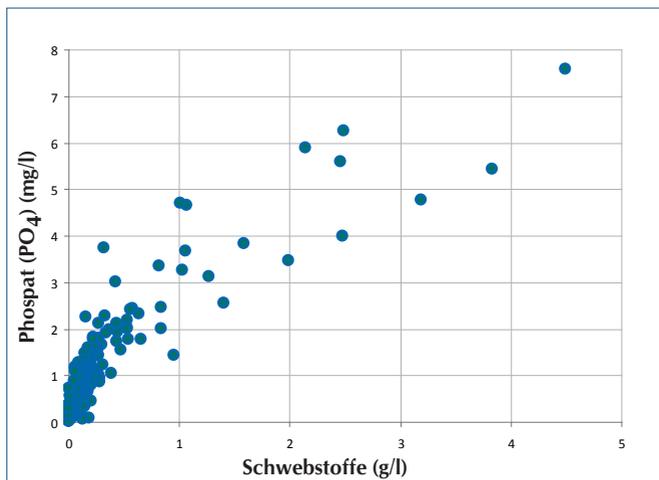


Abb. 6:  
Mit steigendem  
Schwebstoffgehalt  
nimmt auch der  
Phosphatgehalt im  
Gewässer zu.

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor



Abb. 7: Mit Schwebstoffen angereichertes Gewässer nach der Schneeschmelze (links), abgelagertes Sediment (rechts)

Um die Wasserqualität nachhaltig zu verbessern, ist es daher zielführend, verbesserte erosionsmindernde Maßnahmen zu etablieren.

## Phosphor – Funktion und Wirkung am Feld



Abb. 8: Phosphormangelerscheinung bei Mais

Phosphor ist ein lebensnotwendiger Pflanzennährstoff. Pflanzen nehmen Phosphor aus dem Bodenwasser auf. Phosphor-Mangel verursacht bei Pflanzen eine Hemmung des Wachstums. Symptom dafür ist eine rötliche bis purpurrote Färbung der Blätter (siehe Abb. 8). In weiterer Folge beginnen ältere Blätter abzusterben. Ein Phosphormangel tritt vor allem bei ungünstigen Bodenverhältnissen auf. Auf Grund der unterschiedlichen Bindungsformen ist der pflanzenverfügbare Phosphorgehalt des Bodens schwierig abzuschätzen.

Da die abbaubaren, natürlichen Phosphor-Vorkommen begrenzt sind, ist ein besonders sorgfältiger Einsatz in der Landwirtschaft das Gebot der Stunde.

## Phosphor – Wirkung im Gewässer

Natürliche Gewässer enthalten sehr wenig Phosphor. Ein erhöhter Nährstoff- und Phosphoreintrag führt rasch zu

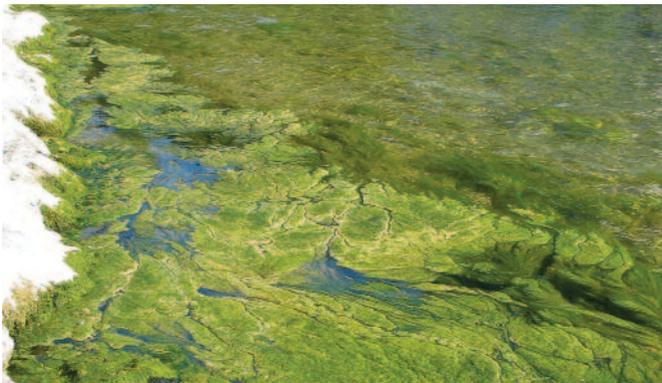


Abb. 9: Verstärktes Algenwachstum im Gewässer

einer Überdüngung (Eutrophierung). Dies verursacht ein verstärktes Algenwachstum und bei Fortschreiten eine Störung des gesamten Stoffhaushaltes.

Deshalb sind solche Gewässer für viele Tiere und Pflanzen als Lebensraum in weiterer Folge ungeeignet. Phosphor gelangt überwiegend an Bodenpartikel gebunden in die Gewässer. Ein Eintrag von nur wenigen Prozenten des in der Landwirtschaft eingesetzten Phosphors reicht aus, um die Gewässer stark zu belasten (siehe Abb. 10).

## Phosphor ist nicht gleich Phosphor

Phosphor kommt in der Umwelt in unterschiedlichen Formen vor. Ein großer Teil ist in der Bodenmatrix bzw. im Gewässersediment gebunden (organisch und anorganisch). Bedeutsam für das Pflanzenwachstum/Algenwachstum ist vor allem im Gewässer gelöster verfügbarer Phosphor.

Hinsichtlich Phosphor und Phosphorverbindungen existieren unterschiedliche chemische Bezeichnungen, welche ineinander umgerechnet werden können. Während für Gewässer vor allem der verfügbare Phosphor (meist angegeben als Phosphat-Phosphor,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ) von Bedeutung ist, sind in der landwirtschaftlichen Praxis Angaben in Kilogramm  $\text{P}_2\text{O}_5$  (eine Bindungsform, die einen knapp 50%igen Phosphoranteil enthält) üblich.

**1 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  entspricht 0,436 kg an verfügbarem Phosphor.**

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

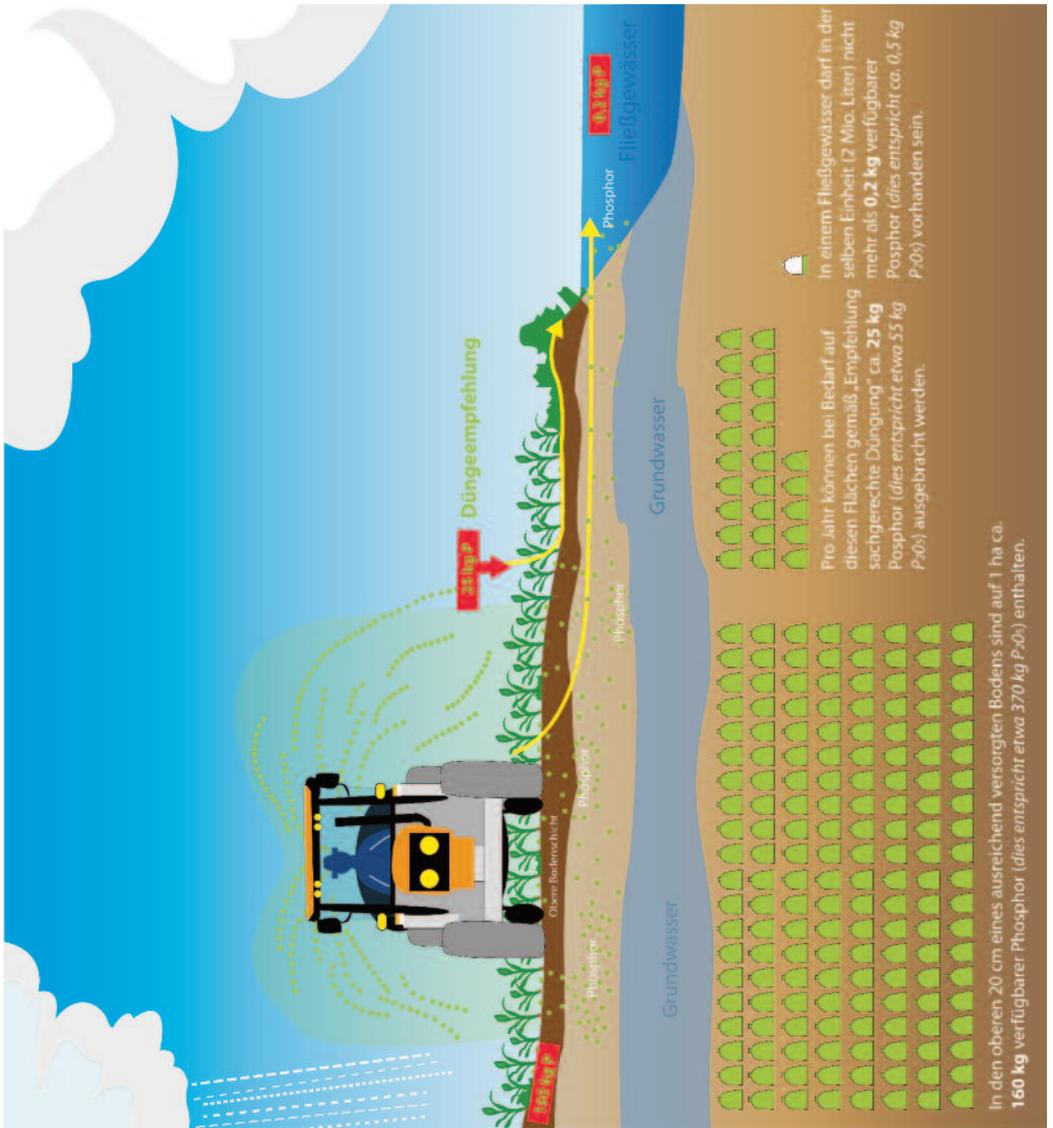


Abb. 10: Das direkte Nebeneinander der unterschiedlichen Systeme – landwirtschaftliche Produktionsfläche auf der einen und nährstoffarmes Fließgewässer auf der anderen Seite – kann nur bei optimiertem Nährstoffeinsatz in der Produktion sowie geeigneten Rückhalte- und Puffermaßnahmen funktionieren.

## Rechtlicher Rahmen

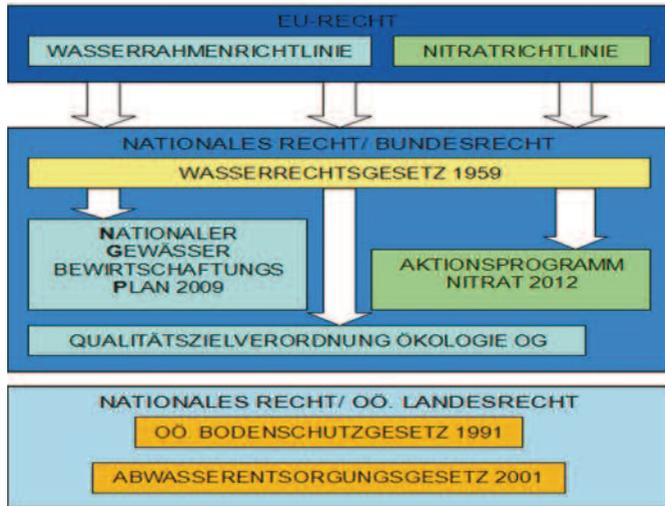


Abb. 11: Rechtliche Rahmenbedingungen in Österreich

Nähere Informationen über die folgenden Gesetze, Richtlinien und Verordnungen erhalten Sie auch unter [www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at), Stichwort "Wasser".

### EUROPÄISCHE WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL, 2000/60/EG)

Die WRRL trat im Jahr 2000 in Kraft. Sie legt die Umweltziele für alle europäischen Oberflächengewässer und das Grundwasser fest. Grundsätzliches Ziel ist die Erhaltung des "guten" oder "sehr guten ökologischen Gewässerzustands" bzw. die Erreichung des "guten ökologischen Zustands" der Gewässer bis 2015 – in Ausnahmefällen bis 2021 oder 2027.

## **EUROPÄISCHE NITRATRICHTLINIE (91/676/EWG)**

In der Nitratrichtlinie wird unter anderem die Aufstellung und Durchführung von Aktionsprogrammen, sowie die Festlegung genauer Regeln über die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft eingefordert.



Abb. 12: Gute fachliche Praxis – Hanglängenreduktion durch Schlagteilung

## **WASSERRECHTSGESETZ 1959**

Das Wasserrechtsgesetz beinhaltet alle maßgeblichen Vorschriften zur Bewirtschaftung und zum Schutz unserer Gewässer. Im Jahr 2003 erfolgte die Einarbeitung der Wasserrahmenrichtlinie in dieses "nationale Recht". In der Folge wurden auf Bundesebene u.a. die folgenden Verordnungen dazu erlassen:

### **Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan – Verordnung (NGP-V 2009)**

Der NGP 2009 basiert auf einer österreichweiten flussgebietsbezogenen Planung und konkretisiert die Zielvorgaben an unseren Gewässern bis 2015. Die für die Erreichung des

"guten ökologischen Zustands" verpflichtenden Maßnahmen beziehen sich in erster Linie auf die Durchgängigkeit. Probleme mit der Nährstoffbelastung, die es vor allem in den ackerbaulich dominierten Regionen gibt, sollen in dieser ersten Phase mit freiwilligen Maßnahmen verbessert werden. Für den Zeitraum nach 2015 wird ein weiterer Bewirtschaftungsplan ausgearbeitet, der voraussichtlich weitergehende Verpflichtungen zum Gewässerschutz enthält.

### **Qualitätszielverordnung Ökologie OG**

Die Verordnung über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer wurde 2010 erlassen. Sie regelt u.a. die Einteilung und Bewertung der Gewässer in Güteklassen anhand von Qualitätskomponenten. Die Gewässergüte wird regelmäßig von Bund und Land untersucht. Die Koordination obliegt der Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft – Gewässerschutz.

### **Aktionsprogramm Nitrat 2012**

Das Programm dient grundsätzlich dem Schutz der Gewäs-



Abb. 13: Randstreifen zum Gewässer

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

ser vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. Es finden sich jedoch auch Bestimmungen, die zu einer Reduktion des Phosphoreintrages in Gewässer beitragen, z.B. erosionsmindernde Bewirtschaftung in Hanglagen, Abstandsregeln zu Gewässern uvm. (siehe "Weitere Informationen").

Weitere Bestimmungen finden sich auch in den Gesetzen:

#### **OÖ. BODENSCHUTZGESETZ 1991**

Das Landesgesetz über die Erhaltung und den Schutz des Bodens vor schädlichen Einflüssen sowie über die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln definiert "Erosion" wie folgt: "Erosion ist die Verlagerung oberflächiger Bodenteile durch Abrutschung, Abschwemmung oder Verwehung in einem Ausmaß, das die Bodengesundheit beeinträchtigt." Das Bodenschutzgesetz setzt z.B. bei einer flächenhaften Erosion einen Bodenverbesserungsplan ein (siehe § 27).

#### **OÖ. ABWASSERENTSORGUNGSGESETZ 2001**

Die Ausbringung von Senkgrubeninhalten und Klärschlamm wird unter anderem in diesem Landesgesetz geregelt.

## Handlungsbedarf in Oberösterreich

Die Bewertung und Darstellung der Nährstoffsituation anhand der Algengemeinschaften (Abb. 14, Daten 2007 – 2009) offenbart, welche Fließgewässer den guten Zustand verfehlen.

Dies sind vorwiegend Bereiche im landwirtschaftlich intensiv genutzten bayrisch-österreichischen Alpenvorland.

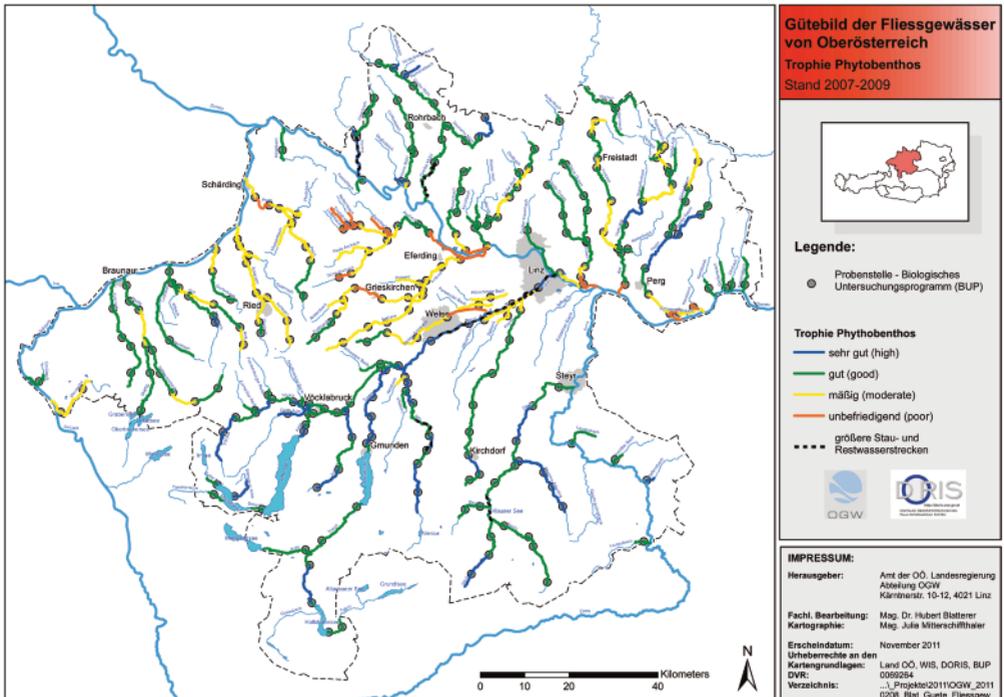


Abb. 14: Gütebild der oberösterreichischen Fließgewässer (Nährstoffbelastung anhand der Aufwuchsalgen; Daten 2007 – 2009)

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

Die folgende Grafik (Abb. 15) zeigt die Bewertung der einzelnen Parameter im Rahmen der Auswertung des Amtlichen Immissionsmessnetzes (AIM) an 123 oberösterreichischen Fließgewässer-Messstellen.

Der Gewässerzustand wird wesentlich von den Phosphat-Phosphorwerten (Orthophosphat-Phosphor = o-P) bestimmt. Nitratgehalt ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), Sauerstoffsättigung ( $\text{O}_2\text{-Sätt.}$ ), biologischer Sauerstoffbedarf (BSB5) und gelöster organischer Kohlenstoffgehalt (DOC), sowie pH-Wert (pH) und Temperatur (T) verursachen nur selten einen schlechteren als den guten Zustand von Fließgewässern.

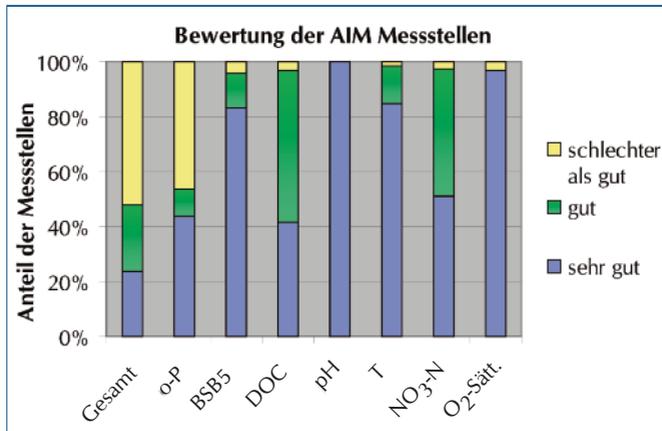


Abb. 15: Bewertung je Parameter und Gesamtbewertung der chemischen Komponenten des ökologischen Zustandes (Daten 2011)

## Ergebnisse und Erfahrungen aus dem INTERREG IV A Projekt "Gewässer-Zukunft"

Die Bodenuntersuchungen ergeben durchschnittlich mit Phosphor versorgte Ackerböden im Projektgebiet (siehe Abb. 16).

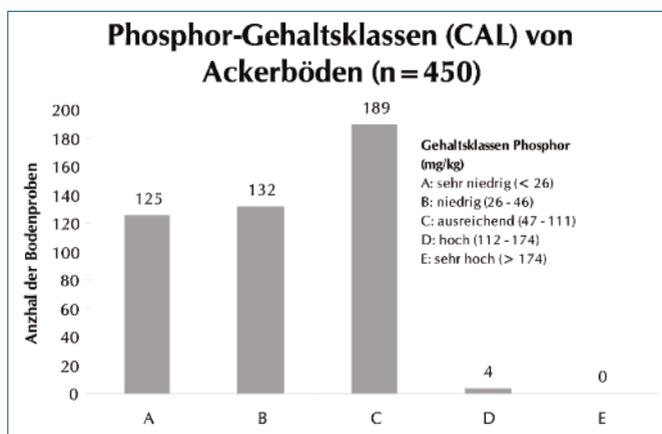


Abb. 16: Phosphorgehalt der Ackerböden im Antiesengebiet

Die Phosphorgehalte der Ackerflächen befinden sich im ausreichend bis niedrig versorgten Bereich. Um auch im Gewässer die Zielvorgaben zu erreichen, ist es das höchste Gebot, den Boden und den Phosphor auf der Fläche zu halten.

Als Auslöser für die höheren P-Gehalte in den Gewässern müssen Abschwemmung, Bodenerosion und einzelne punktförmige Eintragsquellen ("Hot Spots") möglichst vermieden werden.

## Stoffeintrag durch Erosion

Phosphor



Abb. 17: Ein direkter punktueller Eintragspfad verschlechtert die Gewässerqualität

### Jedes Gramm Boden ist Goldes wert!

Die Bäuerinnen und Bauern erleiden bei Bodenabträgen direkten Schaden, indem neben Nährstoffen wertvoller (Ober-)Boden – die wichtigste Produktionsgrundlage – verloren geht. Bewertet man den reinen Nährstoffverlust, so kann der unmittelbare Schaden rasch im Bereich eines Deckungsbeitrages einer landwirtschaftlichen Kultur sein (siehe Abb. 19).



Abb. 18: Wertvoller Boden geht verloren!

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

<b>Kalkulation Verlust des Nährstoffwertes durch Bodenabtrag nach Feitzlmayr, 1996</b>					
Nährstoff	Gehalt im Boden in %	angenom- mener Kalkula- tionswert in %	Umrech- nungsfaktor Element- auf Oxidform; P, K: 50%ige Pflanzen- verfügbarkeit	€/kg Nähr- stoff	Verlust durch Boden- abtrag in €/ha
					5 mm = 75 t/ha
Organische Substanz "Humus"	2,0 - 2,5	<b>2,30</b>		0,20	345,00
Gesamt-N	0,2 - 0,3	<b>0,27</b>		1,20	243,00
Gesamt-P	0,06 - 0,1	<b>0,10</b>	2,291	1,12	96,22
Gesamt-K	0,3 - 0,5	<b>0,40</b>	1,205	0,85	153,64
<b>Verlust durch Bodenabtrag in € pro ha</b>					<b>837,86</b>

Abb. 19: Verlust durch Bodenabtrag (DI Feitzlmayr, verändert von DI Hölzl, 2012)

Es muss daher im ursächlichen Interesse der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung sein, den Boden mit den Nährstoffen auf der Fläche zu halten.

Aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche abgetragener Boden verursacht Kosten und bereitet Umweltprobleme in anderen Bereichen (Straßen, Siedlungen, Gewässer,...)!

## Berechnungsversuche zum Thema Bodenverlust

Mittels Berechnungsversuchen wurden Mais-Anbauvarianten auf ihren Bodenabtrag getestet.

Jede Bearbeitungsvariante wurde auf einer 10 m<sup>2</sup> großen, 8 % geneigten Parzelle mit drei Wiederholungen berechnet. Dabei wurde Oberflächenabfluss und mittransportierter Oberboden aufgefangen und gewogen, der Bodenabtrag wurde anschließend im Labor ermittelt.



Abb. 20: Regensimulator BAW Petzenkirchen (Variante CT)

### Anbauvarianten beim Berechnungsversuch Frühjahr 2012:

CT	Konventionelle Pflugbearbeitung, 1x Kreiselegge
K und MS	Kombinierte Mulchsaattechnik, 1 Überfahrt
MS ohne FS	Mulchsaat, aufgelockerte Fahrspuren in Fallrichtung
MS mit FS	Mulchsaat mit Fahrspuren in Fallrichtung

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

Als Mulchmaterial wurde eine senflastige Zwischenfrucht-  
mischung verwendet, die Bodenbedeckung durch diese  
Mulchschicht lag zwischen 10 und 25 %.

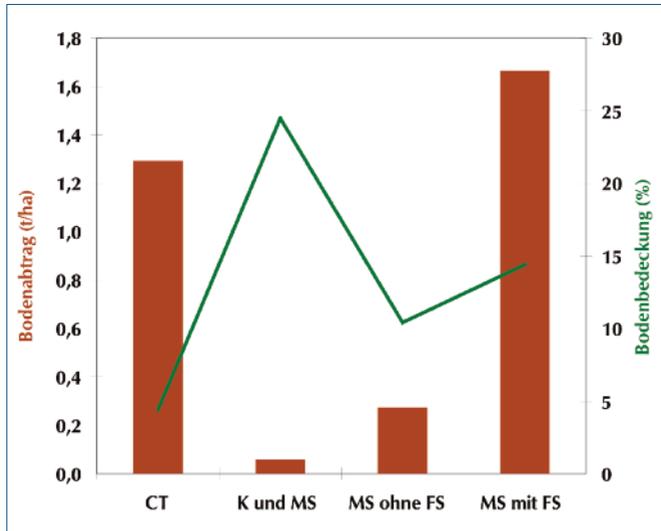


Abb. 21: Bodenabtrag und Bodenbedeckung aller getesteten Maisanbau-  
varianten

Die kombinierte Anbautechnik mit nur einer Überfahrt (K und MS) ergab die geringsten Bodenverluste während der Beregnung. Die Mulchsaatvariante mit aufgelockerten Fahrspuren (MS ohne FS) erzielte ebenfalls nur geringe Bodenabtragsraten. Bei der Mulchsaatvariante mit Fahrspuren (MS mit FS) hingegen wurde der höchste Bodenabtrag gemessen (Fahrspuren bilden bevorzugte Abflussbahnen). Die geringfügig niedrigeren Abtragsraten bei der Variante "CT" (Pflug, 25 cm Tiefe) im Vergleich zur Variante "MS mit FS" ergeben sich aufgrund der tieferen Bodenbearbeitung, wodurch sich höhere Infiltrationsraten ergeben.

**Eine optimal durchgeführte Mulchsaat (seichte Bodenbearbeitung, wenige Überfahrten, hohe Bodenbedeckung, trockene Bodenverhältnisse) – ohne Zerstörung der senkrechten Bodenporen – erzielt den geringsten Bodenabtrag.**

**Allgemein gilt:**

- » Der Zwischenfruchtanbau muss rechtzeitig geplant werden; auf den Anbauzeitpunkt, das Saatgut und die Saatmenge sowie eventuell nötige Düngegaben ist besonders zu achten (siehe "Möglichkeiten des Managements" – "Zwischenfrucht").
- » Um auch im Herbst optimalen Erosionsschutz zu erreichen, sollten Zwischenfrüchte auf grobem Saatbett kultiviert werden. Durch eine grobe Saatbettbereitung wird die Versickerungsleistung von Böden erhöht und dadurch Oberflächenabfluss und Bodenabtrag erheblich reduziert.
- » Fahrspuren erzeugen Oberflächenabfluss, die Fahrspurlockerung direkt nach dem Anbau kann zu einer wesentlichen Verminderung des Bodenabtrags führen!



Abb. 22: Fahrspuren erzeugen bevorzugte Abflussbahnen

## Wie wird der Bodenabtrag beeinflusst?

Das Ausmaß der wasserbedingten Bodenerosion hängt vom Zusammenwirken verschiedener Einflussfaktoren ab.

Diese sind:

### ZEITPUNKT UND INTENSITÄT VON STARKREGENEREIGNISSEN

In Österreich treten Starkregenereignisse vorwiegend in den Sommermonaten ab Anfang April bis Ende September auf.

Erosion in den Wintermonaten wird hingegen selten durch Starkregen verursacht, sondern durch wassergesättigte Bodenverhältnisse, wie z.B. bei der Schneeschmelze.



Abb. 23: Grabenerosion nach Starkregen bei Mais (links), Erosion im Winter (rechts)

### **ZUSAMMENSETZUNG DES BODENS**

Bei schluffreichen Böden mit geringem Tonanteil kommt es besonders leicht zu einem Bodenabtrag. Diese haben gegenüber Böden mit geringer Erosionsneigung (sandreiche Böden) ungefähr das dreifache Erosionsrisiko.

### **HANGNEIGUNG EINES SCHLAGES**

Bereits bei geringen Hangneigungen kann es unter ungünstigen Verhältnissen (langer Schlag, geringe Bodenbedeckung, erosionsanfälliger Boden) zu entsprechenden Erosionsschäden kommen. Bei steigenden Neigungen nimmt das Risiko eines Bodenverlustes drastisch zu.

So steigt z.B. der Bodenverlust eines Schlates mit 15%iger Neigung gegenüber einem Schlag mit 5%iger Neigung um das drei- bis fünffache.



Abb. 24 Gegenmaßnahme am Hang - Begrünung

## **LÄNGE EINES SCHLAGES MIT GLEICHER BEWIRTSCHAFTUNG**

Ähnlich wie die Hangneigung wirkt auch die Hanglänge als stark verstärkender Faktor des Erosionsrisikos. Im Vergleich zwischen Schlaglängen von 50 m und Schlaglängen mit 400 m nimmt der Bodenabtrag ungefähr um den Faktor 2 bis 3 zu.



Abb. 25: Hanglängenreduktion durch Schlagteilung

## **BODENBEARBEITUNG UND ACKERKULTUREN**

Diese Faktoren beeinflussen das Erosionsgeschehen sehr stark. So weisen z.B. Grünlandstandorte um bis zu 100 mal geringere Bodenabträge im Vergleich zu Ackerstandorten auf. Reihenkulturen, die eine späte Bodenbedeckung aufweisen, weil sie erst im ausgehenden Frühjahr angebaut werden oder einen weiten Reihenabstand haben, sind besonders erosionsanfällig.

Zu den erosionsgefährdeten Feldfrüchten zählen Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Sojabohne, Sonnenblume, Kürbis und Feldgemüse.

**Nicht alle Faktoren sind durch den Bewirtschafter gleichermaßen beeinflussbar!**

### **SCHWER BIS NICHT BEEINFLUSSBARE FAKTOREN**

Nicht beeinflussbare Faktoren sind der **Zeitpunkt und die Intensität von Niederschlägen**.

Auch die **Hangneigung** eines Schlages kann nur mit großem technischen Einsatz (z.B. Terrassen) beeinflusst werden.

### **BEEINFLUSSBARE FAKTOREN**

Doch bereits die **Länge eines Schlages** kann durch geeignete Maßnahmen günstig beeinflusst werden.

Mögliche Maßnahmen:

- » Unterteilung eines Schlages in Gefällerrichtung durch Anbau verschiedener Feldfrüchte
- » Zwischensaat von Feldfrüchten mit geringer Erosionsneigung in regelmäßigen Abständen quer zum Hang in einer Breite von ein bis zwei Sämaschinenbreiten

**Die meisten Möglichkeiten für einen effektiven Erosionsschutz ergeben sich durch geeignete Fruchtfolgemaßnahmen und die Bodenbearbeitung – siehe "Möglichkeiten des Managements".**

## Schnellbestimmung Erosion

Mit einer Multiplikation ist es möglich, eine Einschätzung über das Erosionsrisiko auf einzelnen Schlägen zu treffen. Folgen Sie den Kästchen und bestimmen Sie Ihre zutreffenden Faktoren. Multiplizieren Sie diese Faktoren und Sie erhalten als Ergebnis den geschätzten Bodenabtrag auf der Fläche.



## Möglichkeiten des Managements

### MASSNAHMEN DIREKT AUF DER FLÄCHE

Oberstes Prinzip: Möglichst durchgehende  
Bodenbedeckung sicherstellen!

#### ALLGEMEINE MASSNAHMEN

##### Fruchtfolgegestaltung

Eine entsprechend vielfältige Fruchtfolge mit Winter- und Sommerungen reduziert das Erosionsrisiko auf Ackerland und bietet die Voraussetzung für Zwischenfruchtbau und Mulchsaat – wichtige Maßnahmen gegen Erosion.

##### Zwischenfruchtanbau

Nur ein massereicher Zwischenfruchtbestand bietet einen optimalen Erosionsschutz. Eine Mischung von unterschiedlich tief wurzelnden, unterschiedlich hoch wachsenden und von verschiedenen Pflanzenfamilien ist dabei zu bevorzugen.



Abb. 26: Eine massereiche Zwischenfrucht kann die Erosion im Frühjahr minimieren

## Stoffeintrag durch Erosion

### Phosphor

Zwischenfrüchte verhindern generell eine Nährstoffauswaschung durch Speicherung in der Pflanze und wirken sich sehr positiv auf das Bodenleben und das Bodengefüge aus.

	July	August	September	Oktober
<b>Begrünungskulturen</b>				
<b>Sommerwicke</b>			abfrostend, 120 - 140 kg/ha	
<b>Alexandrinerklee</b>			abfrostend, 25 kg/ha	
<b>Phacelia</b>			abfrostend, 10 kg/ha	
<b>Ölrettich</b>			abfrostend, 20 kg/ha	
<b>Buchweizen</b>	Samenbildung		abfrostend, 40 kg/ha, als Reinsaat nicht empfehlenswert	
<b>Senf</b>	dünne holzige Bestände		geringe Bestandesentwicklung	abfrostend, 15 kg/ha
<b>Rübsen</b> (z.B. Perko PVH)				winterhart, 15 kg/ha
<b>Grünroggen</b>				winterhart, 120 kg/ha
<b>Gemenge</b>				
<b>Phacelia - Alexandrinerklee</b>			zB. 7 kg + 7 kg/ha	
<b>Phacelia - Ölrettich</b>			zB. 7 kg + 7 kg/ha	
<b>Senf - Ölrettich</b>			zB. 10 kg + 10 kg/ha	
<b>Phacelia - Senf</b>			zB. 10 kg + 1 kg/ha	
<b>Senf - Buchweizen</b>			zB. 10 kg + 30 kg/ha	
<b>Wassergüte rau</b> (Phacelia, Buchweizen, Ölrettich, Senf)			abfrostend	
<b>Wassergüte fein</b> (Phacelia, Alexandrinerklee, Ölrettich)			abfrostend	
<b>Wassergüte früh</b> (Mungo, Alexandrinerklee, Phacelia)			abfrostend	

Abb. 27: Übersicht über Begrünungen, deren Anbauzeitspannen und die Anbaumengen pro Hektar

## Gute Bodenstruktur



Abb. 28: Kalken als aktive Maßnahme für eine höhere Aggregatstabilität des Bodens

Ausreichend organische Substanz – Humus – im Boden fördert die Aggregatstabilität des Bodengefüges und verringert so das Erosionsrisiko. Der Zwischenfruchtanbau oder der Verzicht der Strohabfuhr vom Feld tragen zu einer ausgewogenen Kohlenstoffbilanz bei.

Die wichtigste Voraussetzung zur Verdichtungsvermeidung sind gute Bodenverhältnisse. Bodenbearbeitung auf nassen Böden fördert die Bodenverdichtung und diese Verdichtung beschleunigt den Oberflächenabfluss und die Boden-erosion!

Weiters soll beim Maschineneinsatz auf ein niedriges Gewicht der eingesetzten Geräte geachtet werden. Mit dem Einsatz von Breitreifen wird das Gewicht der Maschinen besser verteilt und der Boden vor weiterer unnötiger Verdichtung geschützt.

Die Reduktion des Reifendruckes führt ebenfalls zu einer Verringerung der Verdichtungsgefahr.



Abb. 29: Zu nasse Bodenbedingungen bei der Ernte!

## KONSERVIERENDE BODENBEARBEITUNG

### Mulchsaat

Die Beregnungsversuche zeigten, dass sich der Anbau einer Winterbegrünung und der Verzicht auf eine wendende Bodenbearbeitung im Frühjahr positiv auswirken. Beachtet werden muss die richtige Wahl der Zwischenfrucht (abfrostend, Mischungen bevorzugen) und des Anbauertems im Herbst, um eine ausreichende Bodenbedeckung nach dem Anbau der Hauptkultur im Frühjahr zu gewährleisten. Nach dem Anbau sollte eine Bodenbedeckung durch Mulch von mindestens 30 % vorhanden sein.

### Direktsaat

Bei der Direktsaat ist ebenfalls ein Anbau einer Winterbegrünung erforderlich. Abfrostende Zwischenfrüchte erleichtern hier die Arbeit im Frühjahr. Die Saat erfolgt durch Öffnen von Saatschlitzten direkt in die Winterbegrünung.

### Streifensaat (Strip-Till-Verfahren)

Eine Kombination aus Mulch- und Direktsaat. Dabei wird nach der Winterbegrünung lediglich ein – mehr oder weniger breiter – Saatstreifen bearbeitet. Der Rest des Feldes wird, wie bei der Direktsaat, nicht bearbeitet.

**Alle Mulchsaattechniken sind nur erfolgreich, wenn Qualität und Quantität des Mulchmaterials stimmen. Eine zumindest 30%ige Bodenbedeckung durch Mulch ist anzustreben (siehe Abb. 31)!**

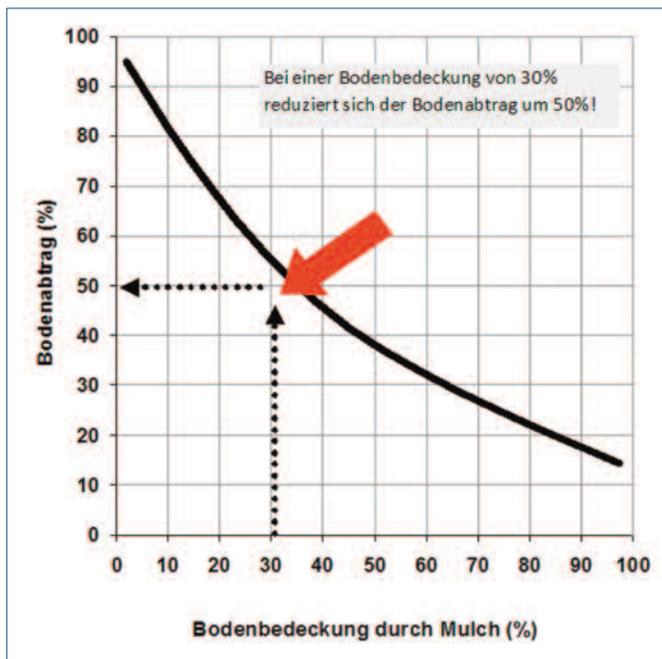


Abb. 31: Reduktion des Bodenabtrages durch Mulchmaterial

#### **STREIFENANBAU/SCHLAGTEILUNG**

Diese Maßnahme ist vor allem auf steilen und/oder langen Schlägen zu empfehlen. Das Feld wird dabei quer zum Hang in Streifen geteilt, die mit unterschiedlichen Kulturen bzw. auch mit Grünstreifen angebaut werden. So wird die Hanglänge verkürzt und dadurch werden Bodenverluste wesentlich vermindert.

#### **SICHERSTELLUNG AUSREICHENDER VERSICKERUNGSLEISTUNG DES BODENS**

##### **Vermeidung von Fahrspuren**

Fahrspuren wirken im Feld wie Autobahnen für Wasser, da die Bodenverdichtung in den Fahrspuren zu verringerter Versickerung des Niederschlags führt. Durch Befahrung quer zum Hang oder Saatbettkombinationen können Fahrspuren in Falllinie völlig vermieden werden. Treten diese durch betriebs- bzw. schlagspezifische Gegebenheiten dennoch auf, so kann durch Spurlockerer eine erhebliche Reduzierung des Bodenabtrags erzielt werden.



Abb. 32: Fahrspuren in Fallrichtung wirken erosionsbegünstigend!

### **Raue Saatbettbereitung**

Ein grobes Saatbett verbessert die Versickerung von Niederschlagswasser, das den Pflanzen damit zur Verfügung steht.



Abb. 33: Grobes Saatbett

### **Anbau quer zum Hang**

Der Anbau quer zur Falllinie des Hanges kann bei geringeren Hangneigungen ein wirksames Mittel für weniger Bodenverluste sein.

### **Pflügen entlang der Konturlinie**

Durch Pflügen quer zur Falllinie werden Abflusswege im Boden aufgebrochen und dadurch die Abflussbildung verzögert.

## MASSNAHMEN IM EINZUGSGEBIET

Oberstes Prinzip: Ausreichend große Pufferfläche zwischen Acker und Gewässer beachten!

### BEGRÜNTE ABFLUSSWEGE

Bevorzugte Abflusswege, wie Ackerränder oder sogenannte Talwege, in denen sich der Wasserabfluss konzentriert, sollten begrünt werden. Durch den flächendeckenden Bewuchs wird der Boden vor Abtrag geschützt und die Versickerungsleistung erhöht.



Abb. 34: Gewässerrandstreifen

### GEWÄSSERRANDSTREIFEN

Grenzt ein Acker direkt an ein Oberflächengewässer oder an einen Entwässerungsgraben, der mit einem Gewässer verbunden ist, sollte eine Pufferfläche, ein sogenannter Gewässerrandstreifen angelegt werden. Oberflächenabfluss und mittransportiertes Sediment werden dadurch gebremst und es gelangen weniger Nährstoffe (Phosphor) in das Gewässer. Vor allem in erosionsgefährdeten Lagen sollen die Gewässerrandstreifen die geforderten Mindestbreiten aus dem Nitrataktionsprogramm deutlich überschreiten (siehe "Weitere Informationen").

#### **VERSICKERUNGS- UND BEGLEITMULDEN**

Versickerungs- und Begleitmulden können dort angelegt werden, wo große Wassermengen an einem Punkt ein Feld verlassen. Darin können sich der Boden und der im Boden enthaltene Phosphor absetzen und gelangen so nicht weiter in Richtung des Gewässers.

#### **RETENTIONSBECKEN**

Retentionsbecken werden angelegt, um große Wassermengen aus mehreren Feldern zurückzuhalten. In den Becken kann sich der mit dem Abfluss transportierte Boden absetzen. Der im abgelagerten Boden enthaltene Phosphor wird nicht weiter ins Gewässer verfrachtet.

Die richtige Anlage eines Retentionsbeckens erfordert eine ordnungsgemäße Planung, auch um durch zusätzliche Bewirtschaftungsmaßnahmen (Bepflanzung, Pflanzenschnitt, Aushub u.ä.) eine dauerhafte Wirkung zu erreichen. Der Mitteleinsatz dabei ist hoch, daher sollten die Becken lediglich errichtet werden, wenn keine anderen Maßnahmen mehr zur Verfügung stehen.



Abb. 35: Retentionsbecken

## Weitere Informationen

### ERGÄNZUNGEN AUS DEM AKTIONSPROGRAMM

#### NITRAT 2012

Hier sind Bestimmungen aufgelistet, deren Einhaltung einerseits eine unmittelbare Auswirkung auf die Oberflächengewässerqualität hat und andererseits auch aufgrund von Cross Compliance vorgeschrieben ist.

**In vielen Fällen gilt:** Wird die Ausbringung von Stickstoff eingeschränkt, dann wird gleichzeitig auch die Ausbringung von Phosphor vermindert (z.B. Wirtschaftsdünger, Mineraldünger).

#### § 3 Hanglagendüngung

Wenn die durchschnittliche Hangneigung zu einem Gewässer der ersten 20 m von der Böschungsoberkante weg über 10 % beträgt, so ist eine Gabenteilung der Düngung durchzuführen:

- » max. 100 kg  $N_{\text{feldfallend}}$  in einer Gabe
- » max. 100 kg  $N_{\text{feldfallend}}$  vor dem Anbau – Einarbeitung!

Ausnahmen: Stallmist und Kompost und Schläge im Berggebiet unter einem Hektar.

Weiters sind folgende Schutzmaßnahmen bei einem Anbau von Mais, Zuckerrüben oder Kartoffeln zu treffen:

- » Vermeidung einer Düngerabschwemmung durch Querstreifeneinsaat, Quergräben mit bodenbedeckendem Bewuchs oder sonstiger gleichwertiger Maßnahme (Schlagteilung) oder

- » Anlage eines mindestens 20 m gut bestockten Streifens zwischen dem Gewässer und der zur Düngung vorgesehenen Ackerfläche oder
  - » Anbau quer zum Hang oder
  - » abschwemmungshemmende Anbauverfahren (z.B. Schlitzsaat, Mulchsaat, Direktsaat) oder
  - » Bestockung über den Winter
- Ausnahme: Schläge im Berggebiet unter einem Hektar.

#### § 4 Ausbringungsverbote

Wenn folgende Bodenzustände auftreten, ist eine Düngung verboten:

- » **Schneebedeckte Böden**

Erst wenn über 50 % des Bodens eines Schlages schneefrei sind, ist eine Düngung zulässig.

- » **Durchgefrorene Böden**

Als durchgefroren gilt, wenn der Boden trotz Sonneneinstrahlung nicht mehr auftaut und der Boden daher nicht mehr aufnahmefähig ist. Eine dünne oberflächige Gefrierschicht am Morgen, die tagsüber auftaut, ist kein durchgefrorener Boden. Ein auftauender Boden kann jedoch wassergesättigt sein!

- » **Wassergesättigte Böden**

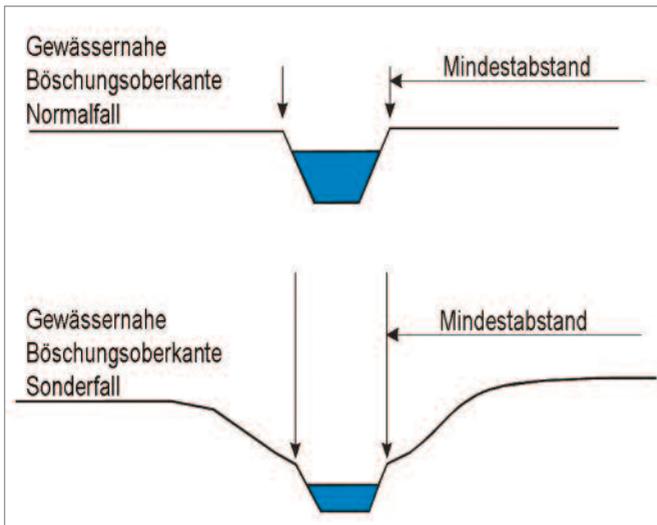
Die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens ist erschöpft!

- » **Überschwemmte Böden**

### § 5 Düngung in Gewässernähe – Randzonen

Ein direkter Nährstoffeintrag durch die Düngung entlang von Oberflächengewässern muss vermieden werden. Vorgegebene düngungsfreie Gewässerabstände, sogenannte Randzonen, sind einzuhalten.

» Bezugsbasis ist die Böschungsoberkante!



» Bei keiner eindeutigen Erkennbarkeit einer Böschungsoberkante gilt: Regelabstand + 3 m ab Anschlaglinie des Wasserspiegels bei Mittelwasser



Es ist dafür zu sorgen, dass kein Abschwemmen der Dünger in oberirdische Gewässer erfolgt!

# Stoffeintrag durch Erosion

## Phosphor

AP 2012 - § 5: Mindestabstände beim Ausbringen von Nährstoffen auf landw. Nutzflächen in der Nähe von Wasserläufen			
Nutzungsart	Hangneigung (20 m-Bereich)	zu stehenden Gewässern	zu fließenden Gewässern
			
<b>Acker, Grünland, ...</b> 	< 10 %	<b>20 m</b>	<b>5 (3<sup>a</sup>) m</b>
	> 10 %	<b>20 m</b>	<b>10 m</b>
<b>Acker, Grünland</b> <u>Düngeinjektion</u> oder mit <u>ganzjährig bestockten Randstreifen</u> mit einer Breite von mind.:  	< 10 %	<b>10 m</b>	<b>2,5 m</b>
	> 10 %	<b>20 m</b>	<b>5 (3<sup>a</sup>) m</b>

\* auf "Kleinschlägen" (max. 1ha Größe, max. 50 m Breite) und entlang "Entwässerungsgräben"

## IMPRESSUM

### Medieninhaber:

Land Oberösterreich

### Herausgeber:

Amt der Oö. Landesregierung

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft

Kärntnerstraße 10 – 12, 4021 Linz

Tel.: (+43 732) 77 20-124 24, Fax:(+43 732) 77 20-21 28 60

E-Mail: [ogw.post@ooe.gv.at](mailto:ogw.post@ooe.gv.at)

Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung

Abteilung Land und Forstwirtschaft

Bahnhofplatz 1, 4021 Linz

Tel.: (+43 732) 77 20-115 01, Fax: (+43 732) 77 20-21 17 98

E-Mail: [lfw.Post@ooe.gv.at](mailto:lfw.Post@ooe.gv.at)

[www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at)

### Redaktion:

DI Ernst Bäck, Dr. Andreas Bohner, DI Bettina Gstöttner, DI Michael Haderer, Mag. Wolfgang Heinisch, DI Franz Xaver Hölzl, Mag. Rosemarie Hösl, DI Elisabeth Murauer, Ing. Christoph Schneiderbauer, Dr. Peter Strauss, DI Thomas Wallner

### Fotos, Abbildungen, Grafiken:

Hubert Blatterer, Andreas Bohner, Bettina Gstöttner, Franz Xaver Hölzl, Rosemarie Hösl, Sabine Kapfer, Elisabeth Murauer, Hermann Oberndorfer, Christoph Ömer, Mathias Parzinger, Christian Reichinger, Stefanie Roitinger, Christoph Schneiderbauer, Peter Strauss, Thomas Wallner

### Layout:

Julia Tauber

(Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz)

**Druck:** Druckerei xy

2013; 1. Auflage 10.000 Stück

**DVR:** 0069264

### Homepage:

[www.gewaesser-zukunft.eu](http://www.gewaesser-zukunft.eu)

Diese Broschüre wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung aus dem INTERREG Programm Bayern-Österreich 2007-2013 kofinanziert.

## Stoffeintrag durch Erosion

Phosphor



**lk**  
landwirtschaftskammer

 **ifz**  
roumberg  
gumpenstein  
Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.roumberg-gumpenstein.at](http://www.roumberg-gumpenstein.at)

**BUNDESAMT FÜR  
BAU  
WW**  
WASSERWIRTSCHAFT

**ö.wasser**schutz  
**beratung**

gemeinsam grenzenlos gestalten  
**INTERREG**  
Bayern – Österreich  
2007-2013



**EUROPÄISCHE UNION**  
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

