

Maßnahmen für eine nachhaltige, gewässerschonende Landbewirtschaftung

Rosemarie Hösl¹* und Peter Strauß¹

Zusammenfassung

Hauptziel des Interreg IV A Projektes „Gewässer-Zukunft“, einem Kooperationsprojekt zwischen Oberösterreich und Bayern, ist es, eine dauerhafte Reduktion von Phosphoreinträgen in Oberflächengewässer aus landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet der Antiesen zu erreichen. Zu hohe Phosphorkonzentrationen im Gewässer können großflächig als Ursache für das Verfehlen der vorgegebenen Qualitätsziele der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) „guter ökologische Zustand“ angesehen werden. In einem ersten Schritt wurden GIS-gestützte Erosionsgefährdungskarten erstellt, und Abflusswege in ausgewählten Kleineinzugsgebieten ermittelt, um so genannte Hot Spots, Flächen mit besonders hohem Gefährdungspotential, zu ermitteln. Diese Erkenntnisse wurden in anschließende Beratungsaktivitäten integriert. Durch begleitende Gewässeranalysen in diesen Kleineinzugsgebieten sollen Veränderungen verschiedener Wasserqualitätsparameter (Schwebstoff, Phosphor) kontinuierlich aufgezeichnet und ausgewertet werden. Zusätzlich werden durch zahlreiche Beregnungsversuche Gewässerschutzmaßnahmen wie z.B. Mulchsaattechniken auf Parzellenebene untersucht.

Schlagwörter: Gewässerschutzmaßnahmen, Phosphoreintrag in Oberflächengewässer, Hot Spots, Monitoring hydrologischer Einzugsgebiete

Summary

Within the collaborative Interreg IV A project of Upper Austria and Bavaria various sustainable surface water protection measures are evaluated. Main aim of the project is an enduring phosphorus input reduction into surface waters from agriculturally used land. High phosphorus concentrations in surface waters are the main problem for the expected failing of the prescribed quality goals of the Waterframe Directive (WFD). In a first step hot spots areas with high vulnerability to soil erosion – were detected through GIS based erosion calculations combined with mapping of linear flow paths in selected subcatchments of the river Antiesen. This information is used for further consulting by the chamber of agriculture, especially for the concerned farmers in the project area. The project is accompanied by continuous monitoring of changes in water quality, various parameters (sediment concentration, phosphorus) are collected and analysed. Additionally numerous plot-based rainfall simulations are made, to test various conservative mulching techniques.

Keywords: surface water protection measures, phosphorus input into surface waters, hot spots, catchment monitoring

Einleitung

Oberflächengewässer in der zum Teil intensiv genutzten Kulturlandschaft des Alpenvorlandes in Bayern und Oberösterreich sind oftmals durch Nährstoffeinträge belastet, sodass diese Gewässer das bis 2015 zu erreichende Qualitätsziel „guter ökologischen Zustand“ bzw. „gutes ökologisches Potenzial“ verfehlen werden. Dies ist unter anderem über das Monitoring nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) belegt.

In Bayern (BY) und Oberösterreich (OÖ) ist laut Entwurf des Gewässer- Bewirtschaftungsplanes nach EU-Wasserrahmenrichtlinie für einen erheblichen Anteil der Oberflächenwasserkörper die Verringerung von diffusen Nährstoffeinträgen aus der Landwirtschaft notwendig. Erhöhte Nährstoffeinträge führen nicht nur zu ökonomischen Schäden sondern vor allem zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Wasserqualität und der Biozöosen, in weiterer Folge kommt es zu Gewässereutrophierung mit den Fol-

geproblemen Verkräutung und erhöhtem Algenwachstum. Im Regelfall liegt Phosphor als wachstumsbestimmender Faktor vor und kann großflächig als Ursache für das Verfehlen des Qualitätszieles „guter Zustand in Oberflächengewässern“ angesehen werden. Da der Grad der kommunalen Abwasserreinigung in Bayern und Oberösterreich bereits sehr hoch ist, kommt der überwiegende Teil des Phosphoreintrags aus diffusen Stoffeinträgen von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Eintrag von Phosphor aus diesen Flächen in Gewässerläufe erfolgt dabei auf unterschiedlichen Pfaden. Einerseits weisen landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen oft eine hohe Versorgung mit Phosphor auf, der oberflächlich über lineare Abflusswege oder über schnelle Versickerungsleitbahnen (Grobporen) in die Gewässer gelangt. Andererseits kommt es durch Bodenerosion zur Verlagerung des angereicherten Oberbodens in Richtung der Gewässer und letztendlich ebenfalls zu einem erhöhten Stoffeintrag. Hauptziel dieses Kooperationsprojektes zwischen Bayern und Oberösterreich stellt die Reduktion von

¹ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

* Ansprechpartner: Mag. Rosemarie Hösl, rosemarie.hoesl@baw.at



Phosphoreinträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in Oberflächengewässer dar. Die ökologische Qualität von Wasser und Gewässerlebensraum soll an der Antiesen in Oberösterreich und dem Waginger-Tachinger See in Bayern durch die Projektaktivitäten nachhaltig verbessert werden. Ziel ist es, eine verbesserte Umsetzung von Maßnahmen zu erreichen, die geeignet sind, Phosphoreinträge in Oberflächengewässer, verursacht durch intensive Grünlandnutzung (BY) und Ackernutzung (OÖ), zu reduzieren.

Im Weiteren wird die Phosphor-Problematik und der Projektverlauf für das oberösterreichische Projektgebiet dargestellt. Im Einzugsgebiet der Antiesen liegt die Hauptproblematik des Phosphoreintrags im Bereich der oberflächlichen Eintragspfade – zum Teil durch lineare Abflusswege – und der Verlagerung über Bodenabtrag.

Die Umsetzung von geeigneten Gewässerschutzmaßnahmen findet im Dialog mit betroffenen Landwirten statt. Durch Öffentlichkeitsarbeit, Fortbildungs- und Beratungsangebote der Landwirtschaftskammer werden Landwirte über Gewässerschutzmaßnahmen informiert. Die Projektaktivitäten teilen sich im Wesentlichen in drei Bereiche: a) Ermittlung von Hot Spots, b) Begleitende Gewässeruntersuchungen und c) Durchführung von Begrünungsversuchen.

Methodik

a) Ermittlung von Hot Spots

Die Ermittlung von so genannten Hot Spots, Gebieten mit besonderem hohem Gefährdungspotential, soll die Möglichkeit bieten, schlagbezogene Gewässerschutzmaßnahmen gezielt vorschlagen zu können. Die Ermittlung dieser Hot Spots beinhaltet eine GIS-gestützte Erstellung von Erosionsgefährdungskarten auf Basis von digitalen Höhenmodellen. Endprodukt ist eine schlagbezogene Bewertung des Risikos für Erosion und Phosphoraustrag aller landwirtschaftlichen Flächen im Projektgebiet. Zudem wurde die Ermittlung von linearen Abflusswegen automatisiert und durch Feldbegehungen durchgeführt und die erhaltene Genauigkeit der Fließwege verglichen.

Fließwegeermittlung unter Berücksichtigung von Feldkartierungen

Trotz der Verwendung hochauflösender Höhenmodelle (Rasterweite 1m) als Datengrundlage für die Erhebung von Fließwegen, entspricht ein automatisch generiertes Fließwegenetz nicht immer der Realität.

Lineare Fließwege wie Entwässerungsgräben, Kanäle oder Straßengräben werden in automatisierten Fließwegberech-

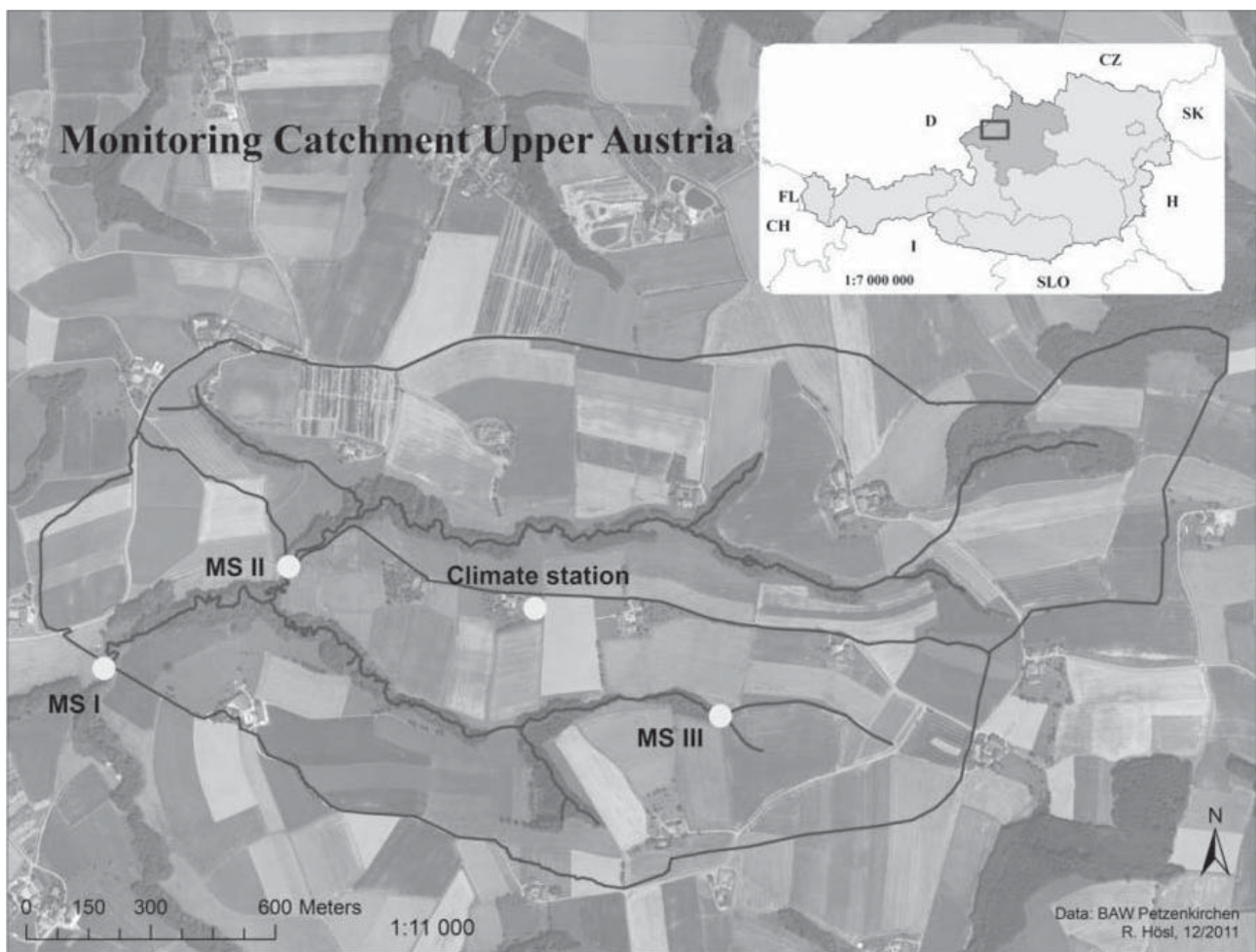


Abbildung 1: Übersicht zum begleitenden Monitoring-im Einzugsgebiet der Antiesen in Oberösterreich; Asböckbach.

nungen nicht berücksichtigt, da diese Strukturen oft zu klein in ihrer Ausformung sind. Trotzdem beeinflussen sie die hydrologische Situation in einem Einzugsgebiet wesentlich. Mittels Feldbegehungen wurden lineare Strukturen die als bevorzugte Fließwege fungieren und direkt mit dem Oberflächengewässer verbunden sind, erhoben und in das Höhenmodell integriert (HÖSL et al. 2012). Die Generierung des Fließwegenetzes erfolgte mittels ArcGIS 9.3.

b) Begleitende Gewässeruntersuchungen

Ein zentraler Bestandteil des Projektes sind begleitende Gewässeruntersuchungen, bestehend aus kontinuierlichen Abflussmessungen dreier hydrologischer Messstellen in einem Einzugsgebiet an der Antiesen (Asböckbach bei Ort im Innkreis). An zwei dieser Messstellen (MS I und MS II, siehe *Abbildung 1*) werden Abfluss- und Schwebstoffdaten kontinuierlich im Gewässer über Messsonden erfasst. Zusätzlich werden ereignisbezogene (abflussgesteuerte) Wasserproben mittels automatischen Probensammlers genommen, um zusätzliche Schwebstoff- und Phosphoranalysen zu erhalten. Zusätzlich werden auch Handproben genommen um einen möglichst kontinuierlichen Verlauf der Schwebstoff- und Phosphorkonzentrationen nachvollziehen zu können. An einer dritten Messstelle (MS III) wird der Oberflächenabfluss eines ca. 10 ha großen Feldes gemessen. Eine Abfluss- sowie Schwebstoffmessung erfolgt hier ebenfalls kontinuierlich über Messsonden, bzw. durch einen Probensammler, der ebenfalls abflussgesteuert ist. Die Datenübertragung erfolgt an allen drei Messstellen online mittels GPRS Übertragung, womit gewährleistet wird, dass bei erfolgten Probenahmen die Wasserproben schnellstmöglich abgeholt und im Labor analysiert werden können.

Eine Wetterstation wurde zentral im Einzugsgebiet eingerichtet (siehe *Abbildung 1*), Lufttemperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftfeuchtigkeit und Globalstrahlung werden hier kontinuierlich aufgezeichnet. Diese Daten werden mittels GSM-Übertragung abgerufen, aufbereitet und auch den Landwirten im Projektgebiet zur Verfügung gestellt.

c) Beregnungsversuche

Der Zusammenhang zwischen verschiedenen Bodenbearbeitungsmaßnahmen, Anbautechniken und Bodenerosion wird mithilfe von Regensimulationen untersucht. Dazu wurden im Herbst 2010 Beregnungsversuche in Oberösterreich durchgeführt, die unterschiedliche Saatbeetbereitungsvarianten bei Zwischenfruchtanbau auf Oberflächenabfluss und Bodenabtrag untersuchten (HÖSL und STRAUSS 2011). Auf einer Versuchsfläche wurden dazu fünf verschiedene Bearbeitungsvarianten mit grobem oder feinem Saatbeet angelegt. Die Zwischenfruchtmischung wurde um den 22. August gesät, rund ein Monat danach wurde jede Variante mit drei Wiederholungen beregnet, insgesamt wurden also 15 Parzellen (5 m x 2 m) beregnet. Die groben Saatbeetvarianten wurden jeweils nur einmal gegrubbert (~18 cm Tiefe), die feinen Saatbeetvarianten wurden gegrubbert und zweimal mit der Kreiselegge bearbeitet bevor die Zwischenfrucht angebaut wurde.

Auf diesen Versuchsflächen wurden im Frühling 2011 weitere Beregnungsversuche durchgeführt. Die abgefrostete Zwischenfrucht vom Herbst wurde für Mulchsaat- und Direktsaatvarianten genutzt, jeweils eine Mulchsaatvariante und eine Direktsaatvariante wurden dabei sowohl auf dem groben als auch auf dem feinen Saatbeet vom Herbst 2010 angebaut. Eine fünfte konventionelle Anbauvariante wurde ebenfalls auf Bodenabtrag und Oberflächenabfluss untersucht, dabei wurde einmal mit Pflug und zweimal mit der Kreiselegge bearbeitet.

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse zu den oben genannten drei Arbeitspaketen dargestellt.

a) Hot Spots – lineare Abflusswege

Verbunden mit der Ermittlung von Flächen mit erhöhtem Gefährdungspotential im Bezug auf Phosphoreinträge in

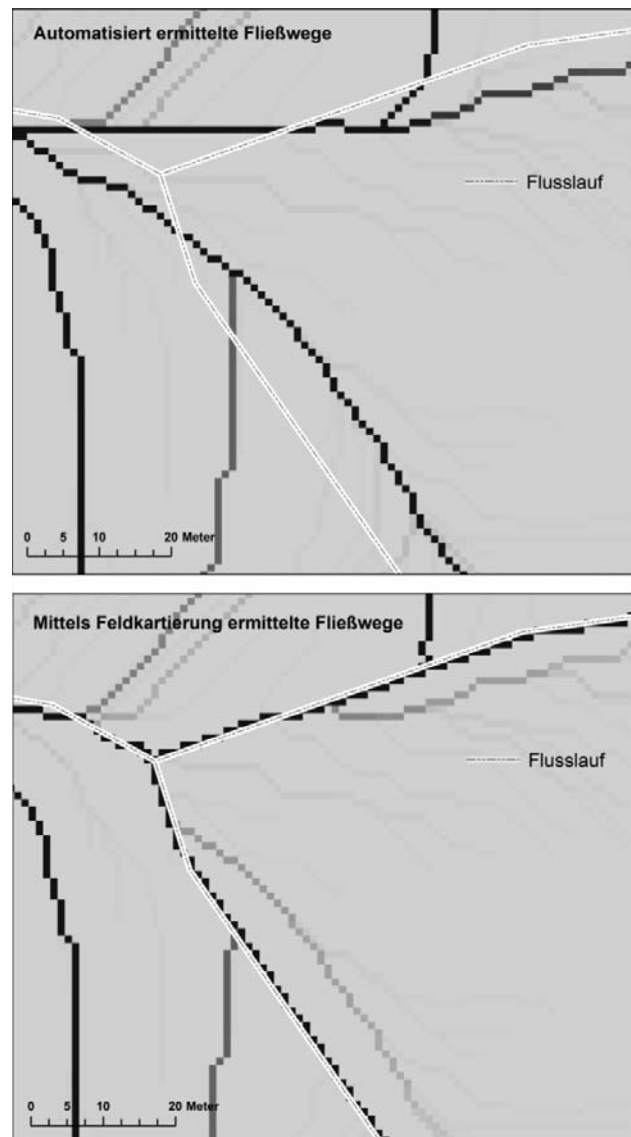


Abbildung 2: Vergleich von automatisch ermittelter Fließwege und durch Feldbegehung ermittelte Fließwege

Oberflächengewässer ist die Fragestellung wie die landwirtschaftlich genutzten Flächen an die Oberflächengewässer angeschlossen sind. Anhand von *Abbildung 2* wird der Unterschied zwischen den beiden Berechnungsvarianten (automatisiert und durch Kartierung ermittelte lineare Fließwege) verdeutlicht. Ohne kartierte Fließwege und korrigiertes Gewässernetz wird das Fließwegenetz nur ungenau dargestellt. Damit einher geht die Verbindung zwischen landwirtschaftlicher Fläche und Oberflächengewässer, die ebenfalls nur ungenau dargestellt werden kann. So entwässern beispielsweise ca. 25% der untersuchten Einzugsgebiete über lineare Abflusswege, die ohne Kartierung nicht erfasst worden wären. Mithilfe von Feldkartierungen konnte die hydrologische Situation im Projektgebiet bestmöglich wiedergegeben werden und bietet die Grundlage für weitere Modellanwendungen im Bezug auf Phosphoreinträge in Gewässer durch Bodenerosion. *Abbildung 2* stellt einen Ausschnitt des Projektgebietes dar, um die Berechnungsergebnisse zu veranschaulichen.

b) Begleitendes Monitoring

Durch begleitende Gewässeruntersuchungen soll eine Basis für die Bewertung von Qualitätsänderungen gelegt werden. In den nachstehenden Grafiken werden zur besseren Darstellung an zwei Messstellen der Verlauf von Abfluss, Schwebstoff- und Phosphorkonzentration bei einem Niederschlagsereignis dargestellt.

Für das Niederschlagsereignis vom 12.-13. Oktober 2011 wurde ein Niederschlag von rund 29 mm gemessen. Allerdings fielen vom 7.10. bis zum 10.10.2011 rund 45 mm. Es kann daher von einer erheblichen Vorsättigung des Bodens ausgegangen werden. Die beiden *Abbildungen 3* und *4* zeigen denselben Zeitraum für die zwei Messstellen MS

I und MS III. Die unterschiedlich großen Einzugsgebiete (MS I= \sim 260 ha; MS III= \sim 10 ha) erklären die unterschiedlich hohen Abflüsse, PO_4 und Schwebstoffkonzentrationen. Der Verlauf der Abflusskurven erscheint aber plausibel, auch die Schwebstoff- und Phosphorkonzentrationen bei MS I geben einen erwartungsgemäßen Verlauf wieder, es lässt sich eine gute Korrelation zwischen den beiden Werten herstellen. Dies war zu erwarten, da Phosphor zu einem Großteil partikelgebunden ins Gewässer transportiert wird. Der Verlauf der Schwebstoff- und Phosphorkonzentrationen bei MS III zeigt hingegen ein unruhiges Bild, diese häufigen Schwankungen werden auf die Variabilität des kleinen Einzugsgebietes zurück geführt. (An dieser Messstelle liegt das Intervall der Probenahme bei 15 Minuten, weshalb die letzte automatische Probenahme bereits um 4:19 erfolgte.)

c) Beregnungsversuche

Im Einzugsgebiet der Antiesen wurden im Herbst 2010 und im Frühling 2011 Beregnungsversuche bei unterschiedlicher Aufgabenstellung durchgeführt. Im Herbst 2010 wurden im Wesentlichen unterschiedliche Saatbeetbereitungen für den Zwischenfruchtanbau untersucht. Folgende Varianten wurden mit drei Wiederholungen beregnet: GS= grobes Saatbeet mit Zwischenfruchtanbau; GS+S= grobes Saatbeet mit Saatstriegel, mit Zwischenfruchtanbau; FS= feines Saatbeet mit Zwischenfruchtanbau; FS+F= feines Saatbeet mit Fahrspuren, mit Zwischenfruchtanbau; GS-ZF= grobes Saatbeet ohne Zwischenfruchtanbau. *Abbildung 5* zeigt die Ergebnisse jener Beregnungsversuche. Die Bodenbedeckung (Zwischenfrucht) war rund ein Monat nach Anbau bei den groben Saatbeetvarianten (GS, GS+S) deutlich geringer als bei den feinen Saatbeetvarianten (FS, FS+F), die Zwischenfrucht hatte erwartungsgemäß einen besseren

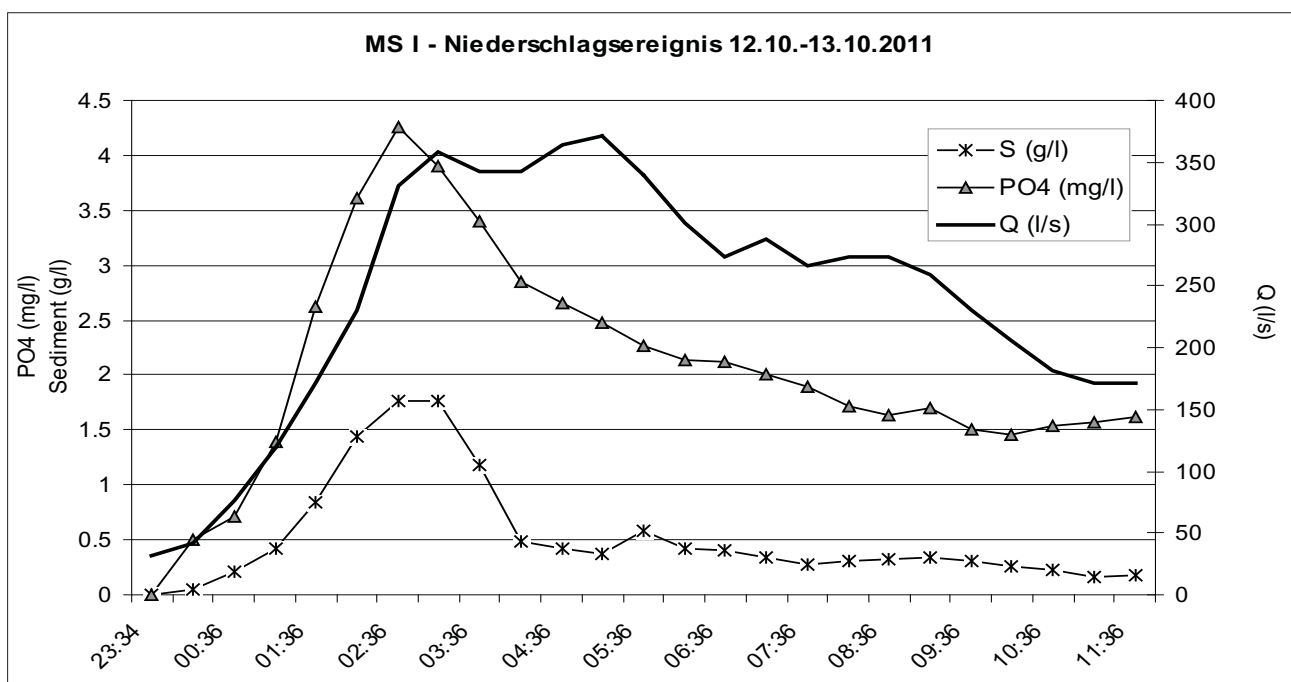


Abbildung 3: Niederschlagsereignis Oktober 2011, an Messstelle 1 (MS I), Darstellung des Abflusses, PO_4 -Konzentration und Schwebstoffkonzentration.

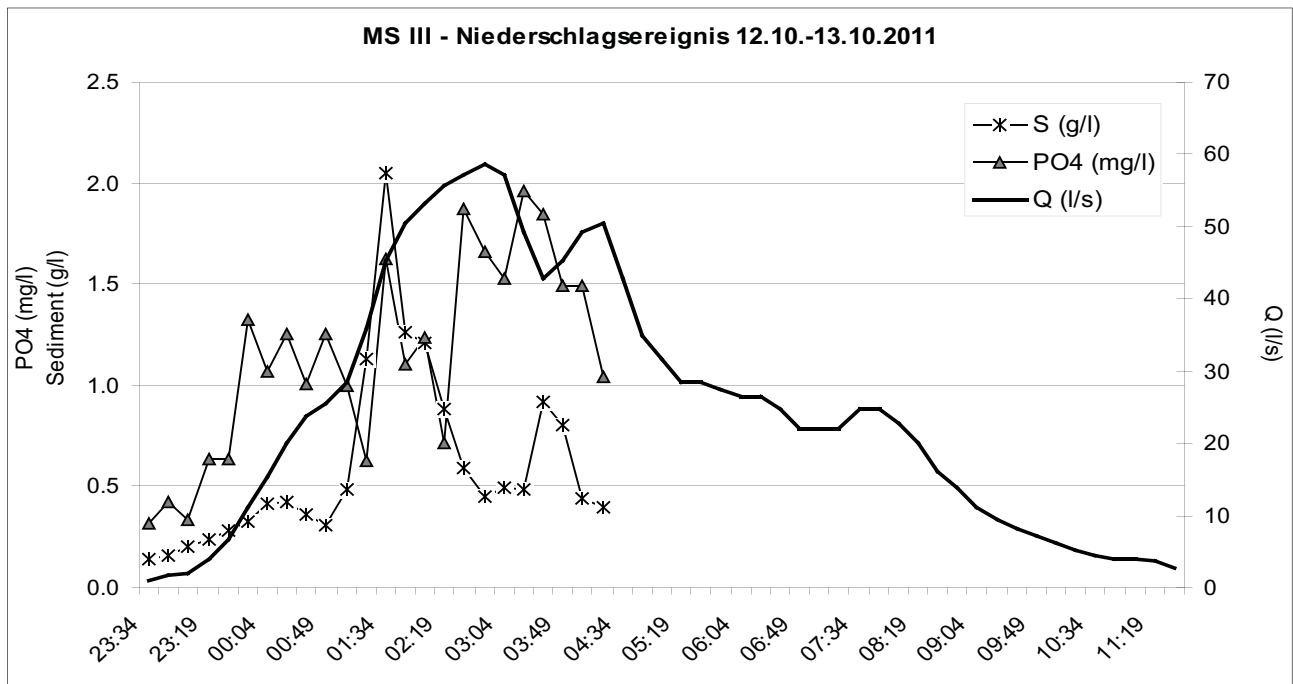


Abbildung 4: Niederschlagsereignis Oktober 2011, an Messstelle Einzelschlag (MS III), Darstellung des Abflusses, PO₄-Konzentration und Schwebstoffkonzentration.

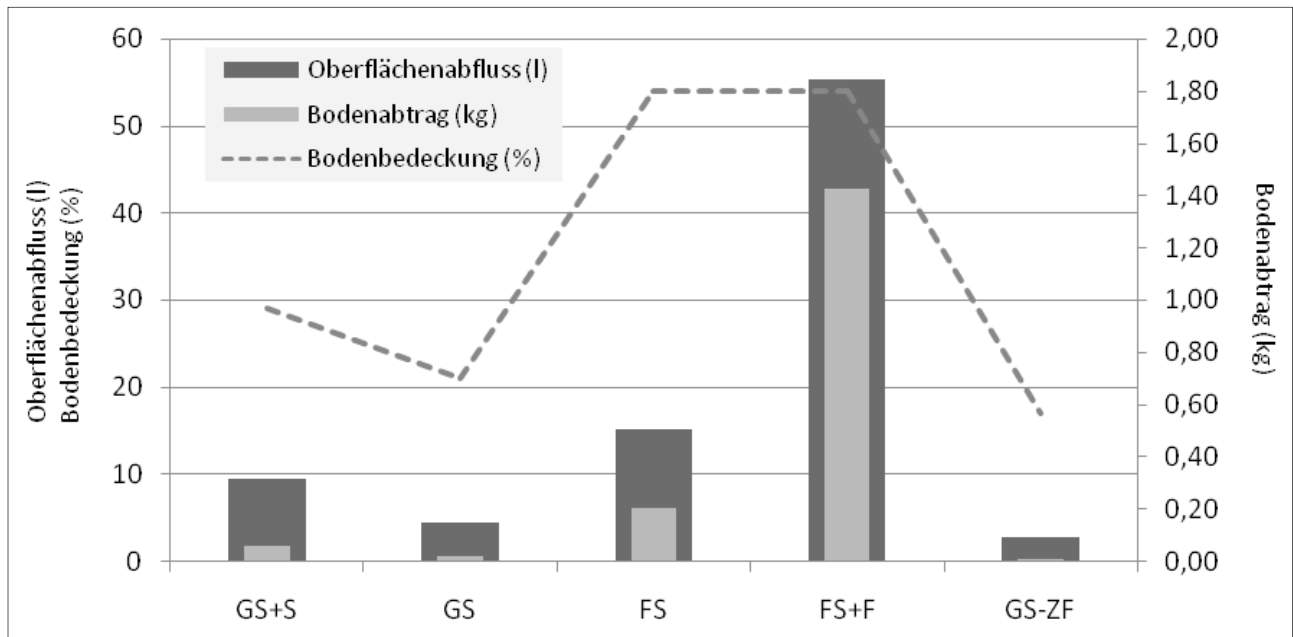


Abbildung 5: Ergebnis der Berechnungsversuche vom Herbst 2010; GS= grobes Saatbeet mit Zwischenfruchtanbau; GS+S=grobes Saatbeet mit Saatriegel, mit Zwischenfruchtanbau; FS= feines Saatbeet mit Zwischenfruchtanbau; FS+F=feines Saatbeet mit Fahrspuren, mit Zwischenfruchtanbau; GS-ZF= grobes Saatbeet ohne Zwischenfruchtanbau.

Aufwuchs durch das feine Saatbeet. Es wird allerdings deutlich, dass trotz hoher Bodenbedeckung bei diesen Varianten (FS, FS+F) sowohl Oberflächenabfluss als auch Bodenabtrag wesentlich höher waren als bei den groben Saatbeetvarianten (GS, GS+S, GS-ZF). Demnach kommt der Saatbeetbereitung eine entscheidende Rolle in der Verminderung der Bodenerosion und somit der Reduktion von Phosphoreinträgen in Gewässer zu.

Im Frühjahr 2011 wurden verschiedene Mais-Anbauvarianten mittels künstlicher Regensimulationen untersucht. Folgende Varianten wurden wiederum mit drei Wiederholungen berechnet: MS+K= Mulchsaat, 1x mit Kreiselegge bearbeitet; GS+DS= Direktsaat auf grobe Saatbeet; MS+SK= Mulchsaat, 1x mit Scheibenegge + 1x mit Kreiselegge bearbeitet; FS+DS= Direktsaat auf feinem Saatbeet; CT= konventioneller Anbau, 1x Pflügen + 2x Kreiselegge. Als

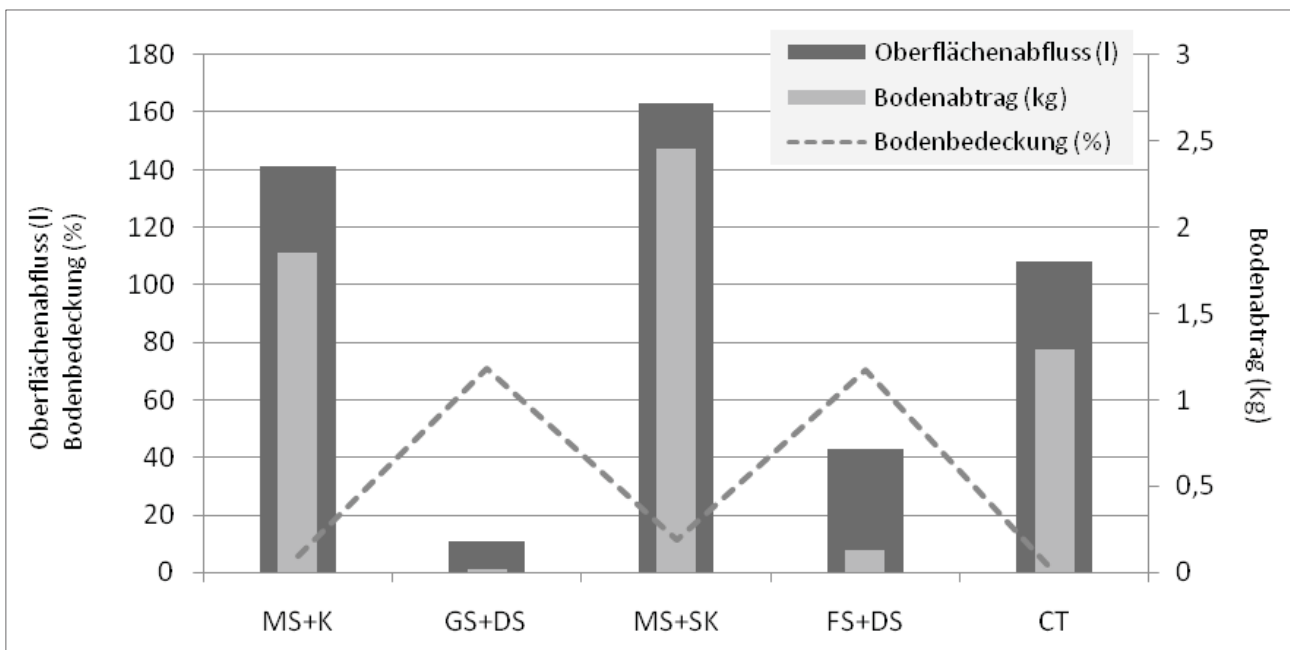


Abbildung 6: Ergebnis der Berechnungsversuche vom Frühling 2011; MS+K= Mulchsaat, 1x mit Kreiselegge bearbeitet; GS+DS= Direktsaat auf grobe Saatbeet; MS+SK= Mulchsaat, 1x mit Scheibenegge + 1x mit Kreiselegge bearbeitet; FS+DS= Direktsaat auf feinem Saatbeet; CT= konventioneller Anbau, 1x Pflügen + 2x Kreiselegge.

Mulchmaterial diente die im Herbst angebaute Zwischenfrucht. Die Bodenbedeckung durch Mulchmaterial war leider durch die Bodenbearbeitung nicht zufriedenstellend auf der Saatbeetoberfläche zurückgeblieben, deshalb konnte lediglich bei den Direktsaatvarianten eine ausreichend hohe Bodenbedeckung zum Zeitpunkt der Berechnungsversuche bonitiert werden. Das erklärt auch, warum die Mulchsaatvarianten (MS+K, MS+SK) im Vergleich zu den Direktsaatvarianten (GS+DS, FS+DS) um ein Vielfaches schlechter abschneiden. Darüber hinaus hat auch die konventionelle Anbauvariante (CT) deutlich weniger Oberflächenabfluss und Bodenabtrag zu verzeichnen als die Mulchsaatvarianten, dies wird auf die größere Infiltrationsleistung durch die Tieflockerung bei Pflugbearbeitung zurückgeführt.

Im Jahr 2011 wurden rund 30% der Fläche im Projektgebiet mit Mais bebaut. Von diesen 30% wurden rund 60% mittels Mulchsaat gebaut, deren Bodenbedeckung ebenfalls im Frühjahr bonitiert wurde und auf lediglich einer Fläche im Projektgebiet zufriedenstellend (über 50%) war.

Ausblick

Mittels begleitendem Monitoring sollen mögliche Veränderungen der Wasserqualität im Projektgebiet an der Antiesen (Asböckbach) weiterhin beobachtet werden. Hauptaugenmerk im letzten Projektjahr 2012 wird auf den Maisanbau gelegt. Mais ist die durch Erosion am stärksten gefährdete Kultur im Projektgebiet. Durch die Beratungsaktivitäten der Interessensvertreter vor Ort konnten alle Landwirte im Projektgebiet (19) davon überzeugt werden, im nächsten Frühjahr 2012 alle geplanten Maisanbauflächen mit Mulchsaat zu bewirtschaften. Dazu wurden die Landwirte auch mit

Saatgut für den Zwischenfruchtanbau unterstützt. Für den Frühling 2012 sind wiederum Berechnungsversuche auf einer Maisanbaufläche vorgesehen, die eine zufriedenstellende Bodenbedeckung (mindestens 50%) aufweist. Weiters ist für 2012 die Erstellung digitaler Beratungsunterlagen zur Erosionsabschätzung auf Schlägen vorgesehen, die für weitere intensive Beratungsaktivitäten eingesetzt werden können.

Danksagung

Das Kooperationsprojekt „Gewässer-Zukunft“ wird vom Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) sowie vom Land Oberösterreich finanziert. Wir bedanken uns für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei allen beteiligten Projektpartnern. Weitere Informationen können unter www.gewaesser-zukunft.eu abgerufen werden.



Literatur

- HÖSL, R., P. STRAUSS and T. GLADE, 2012: Man-made linear flow paths at catchment scale: Identification, factors and consequences for the efficiency of vegetated filter strips. *Landscape and Urban Planning* 104/2, 245-252.
- HÖSL, R. and P. STRAUSS, 2011: Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsvarianten für die Zwischenfrucht Begrünung auf Oberflächenabfluss und Bodenabtrag. 66. ALVA Jahrestagung, 23.-24. Mai 2011, Graz. Beitrag und Vortrag.