



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Phosphorabschwemmung von Graslandflächen in der Schweiz - Eintragspfade und Massnahmen zur Reduzierung

Dr. Volker Prasuhn

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Gliederung

- **Einleitung: Rückblick Seenfachtagung 1998**
- **Abschwemmung von Graslandflächen**
- **P-Messungen in einem kleinen Einzugsgebiet**
- **Modellberechnungen**
- **Ausblick, laufende Versuche**
- **Schlussfolgerungen**



Seen-Fachtagung 1998

- Vortrag M.Braun & V.Prasuhn: Phosphorverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer. Methodisches Vorgehen zur Abschätzung, wichtige Prozesse und Eintragswege.
- Vorstellung eines einfachen Stofffluss-Modells
- Liste von Massnahmen gegen P-Verluste durch Abschwemmung
- Reduktionspotenziale von Massnahmen



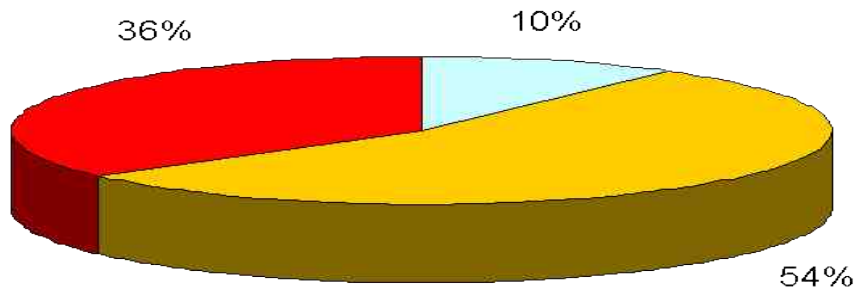
Abschätzung der P-Einträge in die Gewässer der Schweiz

- **MODIFFUS** = **M**odell zur Abschätzung **diffuser** Stoffeinträge in die Gewässer
 - mesoskaliges Emissionsmodell
 - statistisch-empirisches Expertenmodell
 - GIS-basiert
 - wichtigste Eintragsquellen
 - wichtigste Eintragspfade
 - regionale Belastungsschwerpunkte



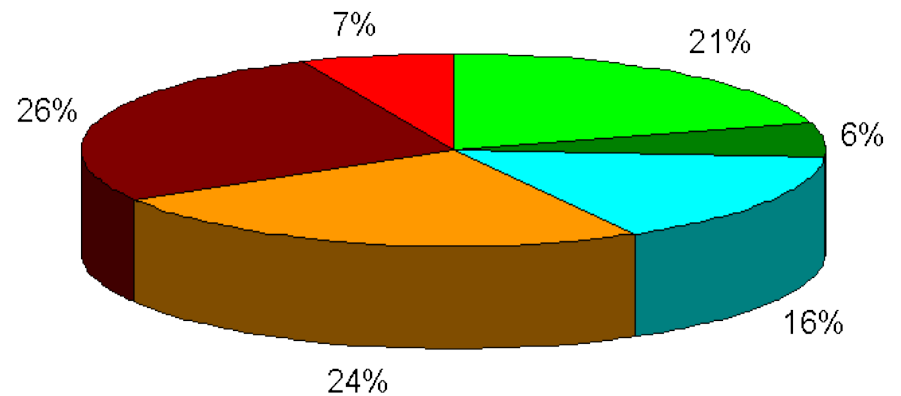
Modellberechnungen MODIFFUS Bodensee 1996/97, Beispiel Schussen

P - Quellen Schussen 1996/97



- natürliche Hintergrundlast
- anthropogen diffuse Belastung
- punktuelle Quellen

diffuse P- Eintragspfade Schussen 1996/97



- Abschwemmung Grasland
- Abschwemmung Rest
- Auswaschung/Drainage
- Bodenerosion Acker
- Erosion allgemein
- Direkteinträge

Quelle: Prasuhn 1999



Gewässerbelastung durch Abschwemmung



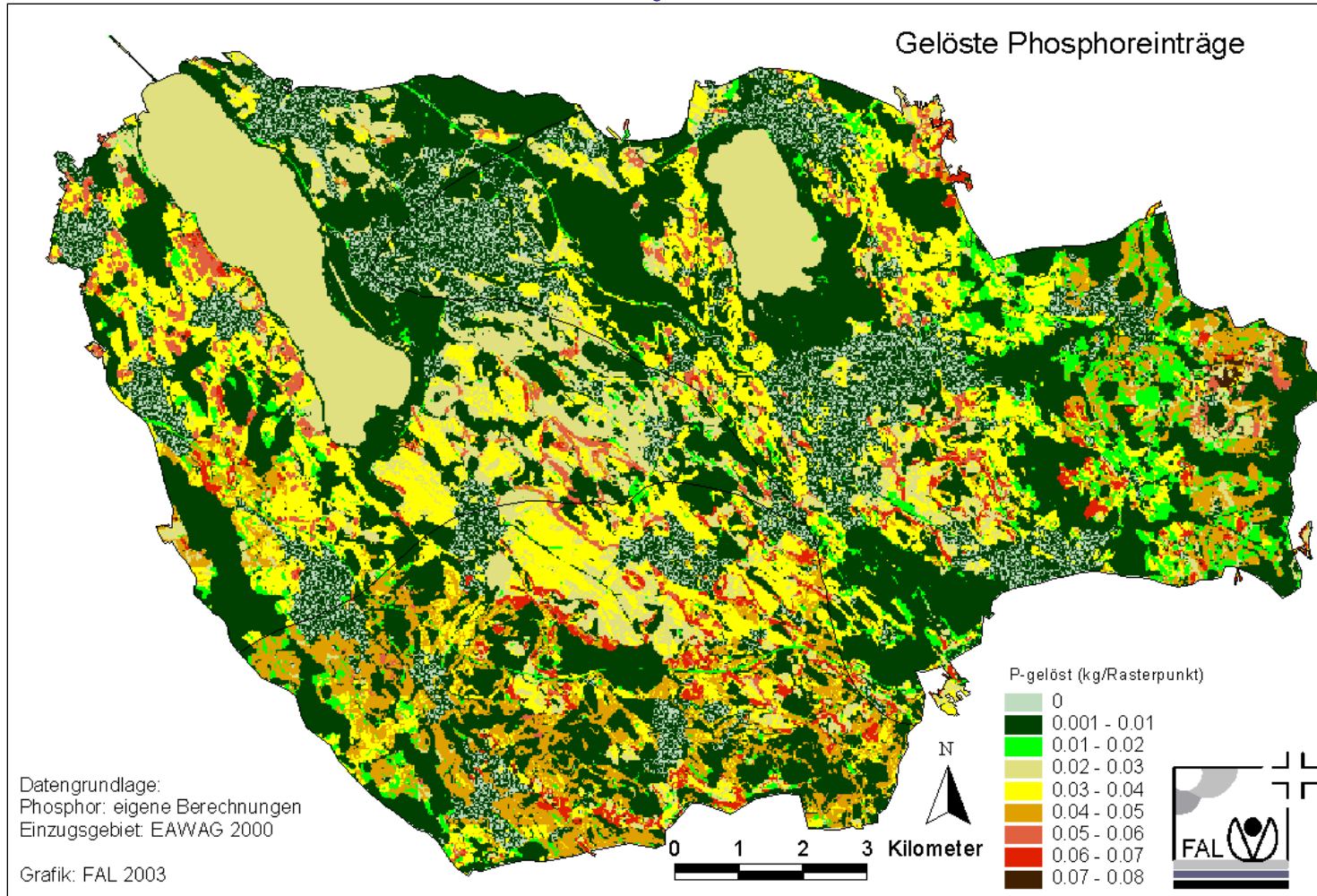


Definition Abschwemmung

- **Abschwemmung** ist der Transport von gelöstem, nicht an Bodenpartikel gebundenen Nähr- und Schadstoffen mit dem auf der Bodenoberfläche abfließenden Wasser, unabhängig davon, ob Bodenerosion stattfindet oder nicht. Abschwemmung ist meist ereignisbezogen (Starkregen, Schneeschmelze, Regen auf gefrorenen Boden) und resultiert entweder bei intensiven Niederschlägen als Infiltrationsüberschuss in Form von Horton'schem Oberflächenabfluss oder bei Dauerregen als Sättigungsüberschuss vor allem bei hoch anstehendem Grundwasser, Stauwasser oder lateralem Zufluss.
- Abschwemmung auf Graslandflächen kann als direkte Abschwemmung von Nähr- und Schadstoffen aus der Düngung (z.B. Gülle) erfolgen oder durch Lösung von Nähr- und Schadstoffen aus der mit Nähr- und Schadstoffen angereicherten obersten Bodenschicht.

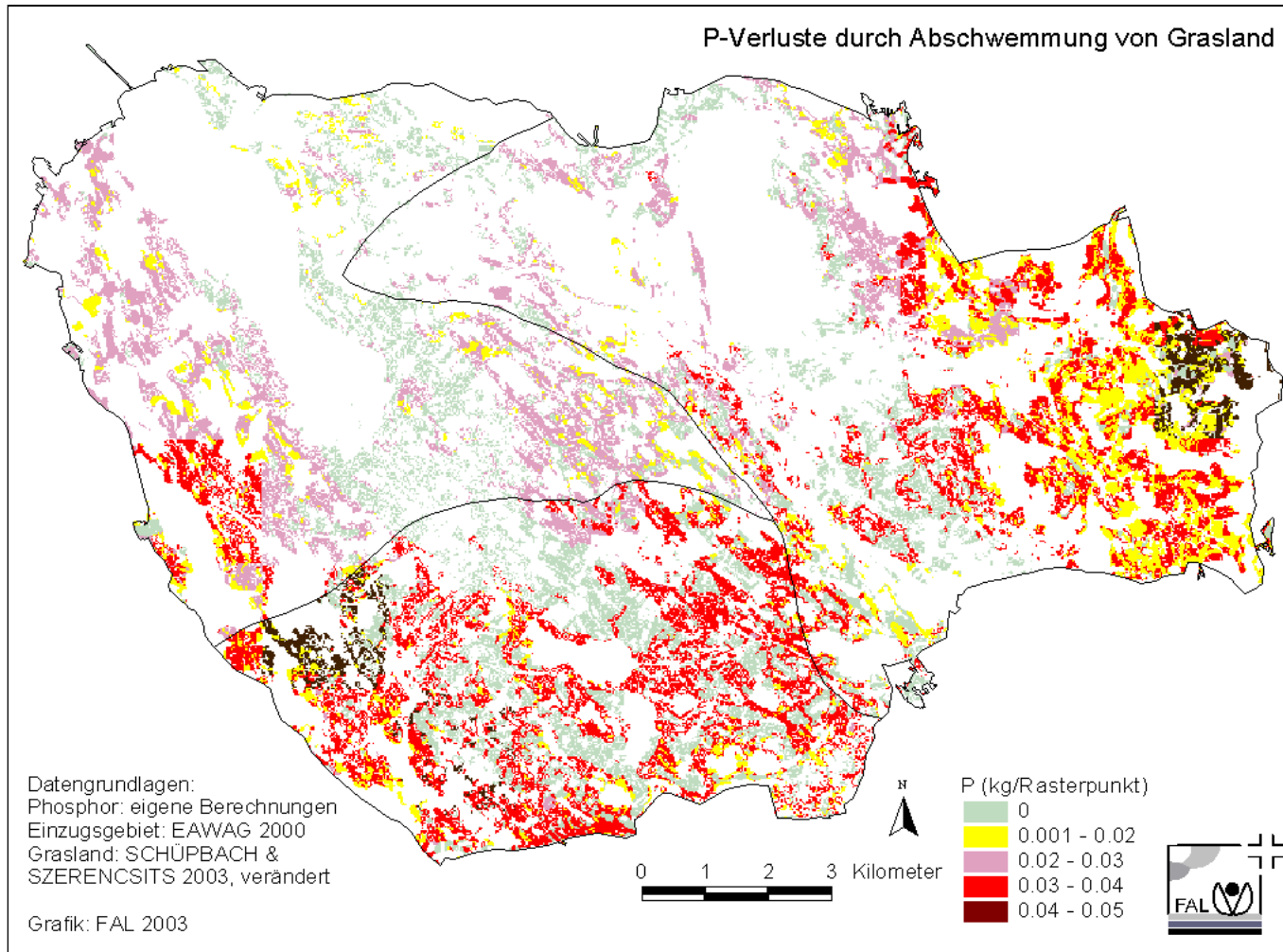


GIS-basierte Modellberechnung MODIFFUS, Beispiel Greifensee



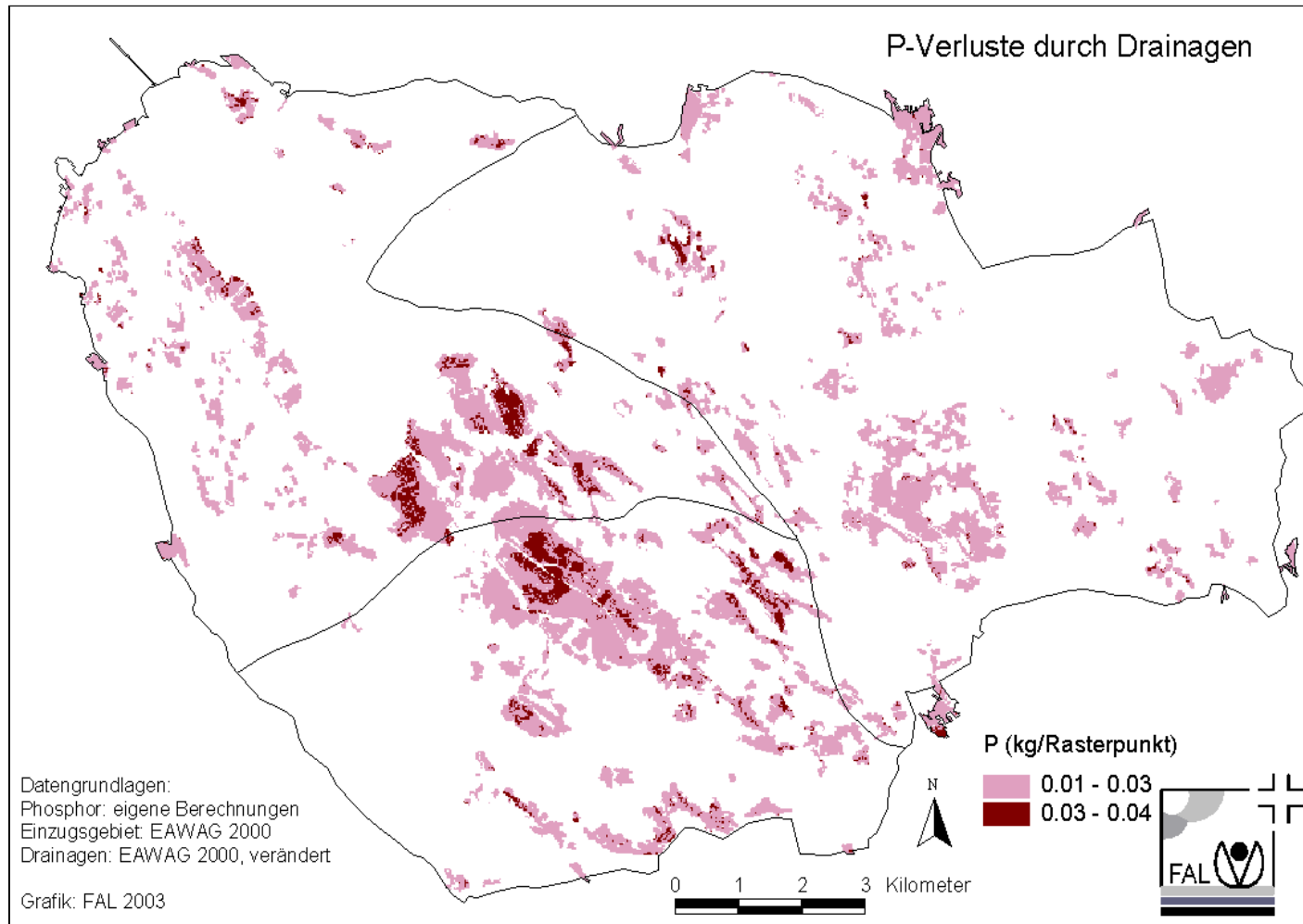


Eintragspfad Abschwemmung Grasland





Eintragungspfad Drainagen



Dissertation P.Lazzarotto: Modeling phosphorus runoff at the catchment scale (COST-Action 832)

Ziel:

- Entwicklung eines Niederschlags-Abfluss-Modells und Phosphorabschwemmung-Modells auf Einzugsgebietsebene für Graslandflächen
- Bestimmung der Risikoflächen für P-Abschwemmverluste
- Evaluation der Ökomassnahmen
- Gebiet: Lippenrütibach (Sempachersee)

Diss. ETH No. 15857

Modeling phosphorus runoff at the catchment scale



Patrick Lazzarotto

2005



Methodik

- **Messungen im Bach (zeitlich hoch auflösend)**
- **Entwicklung der Landnutzung im Gebiet**
- **Entwicklung der P-Bilanzen, Tierzahlen etc.**
- **Entwicklung der Gülleausbringung**
- **Vergleich Entwicklung Bach – Landwirtschaft**
- **Modellberechnungen**



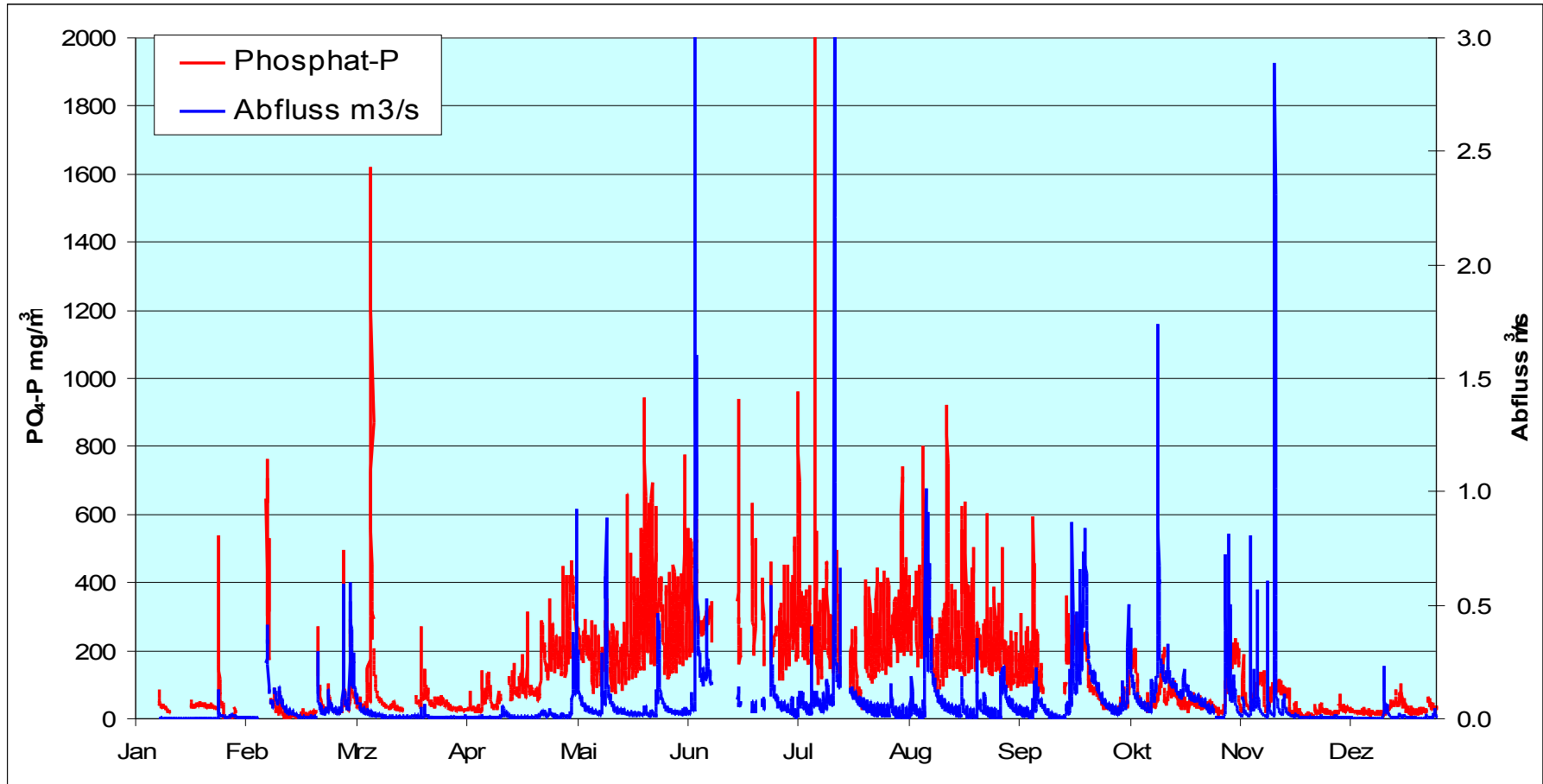
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Einzugsgebiet Lippenrütibach (Sempachersee)





Jahresgang von P-Konzentrationen und Abfluss aus Online-Messungen 2002, Lippenrütibach

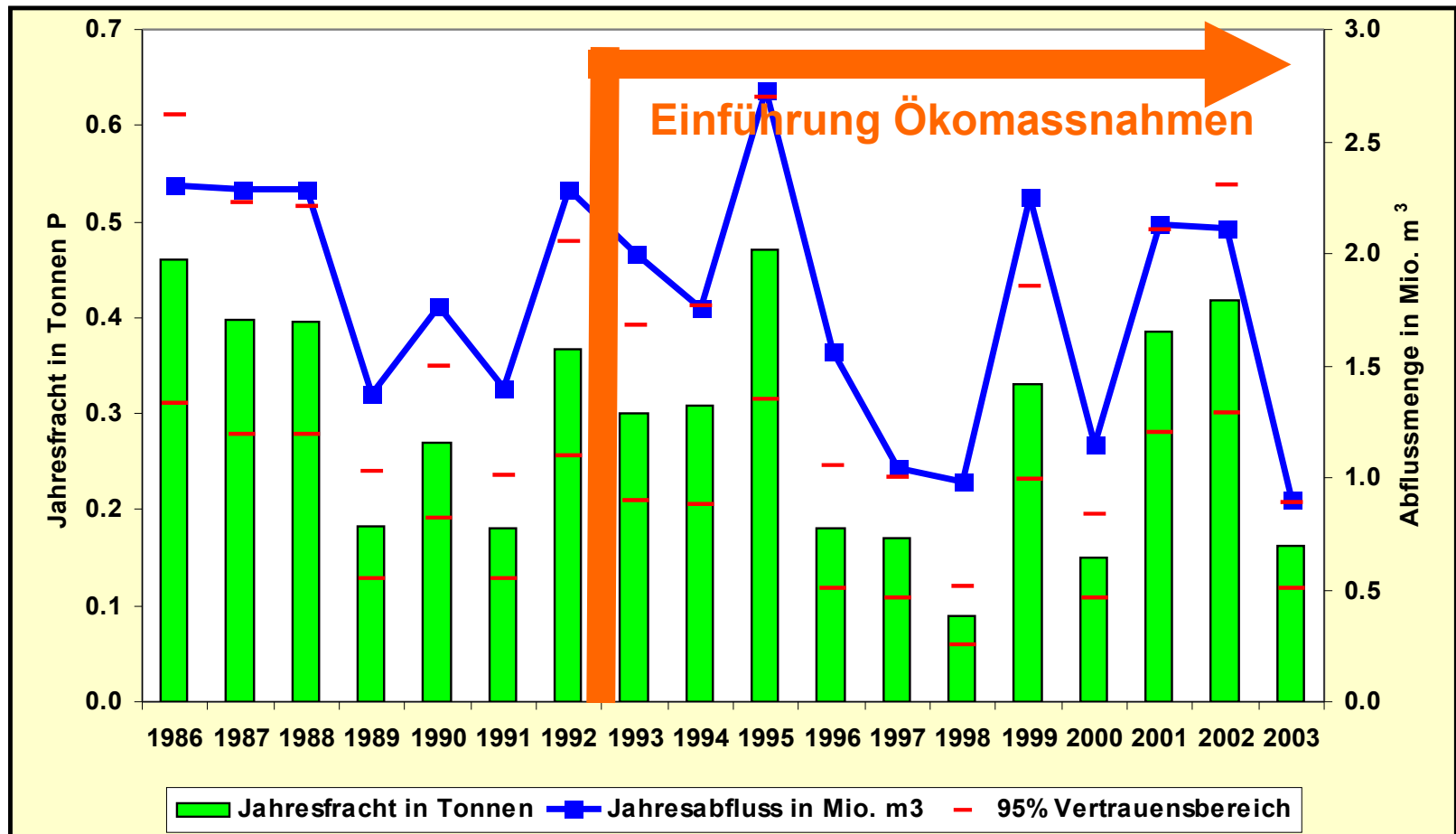


- starke Schwankungen (Einzelereignisse)
- nur manchmal Beziehung zwischen Abfluss und P

Daten: UWE Luzern



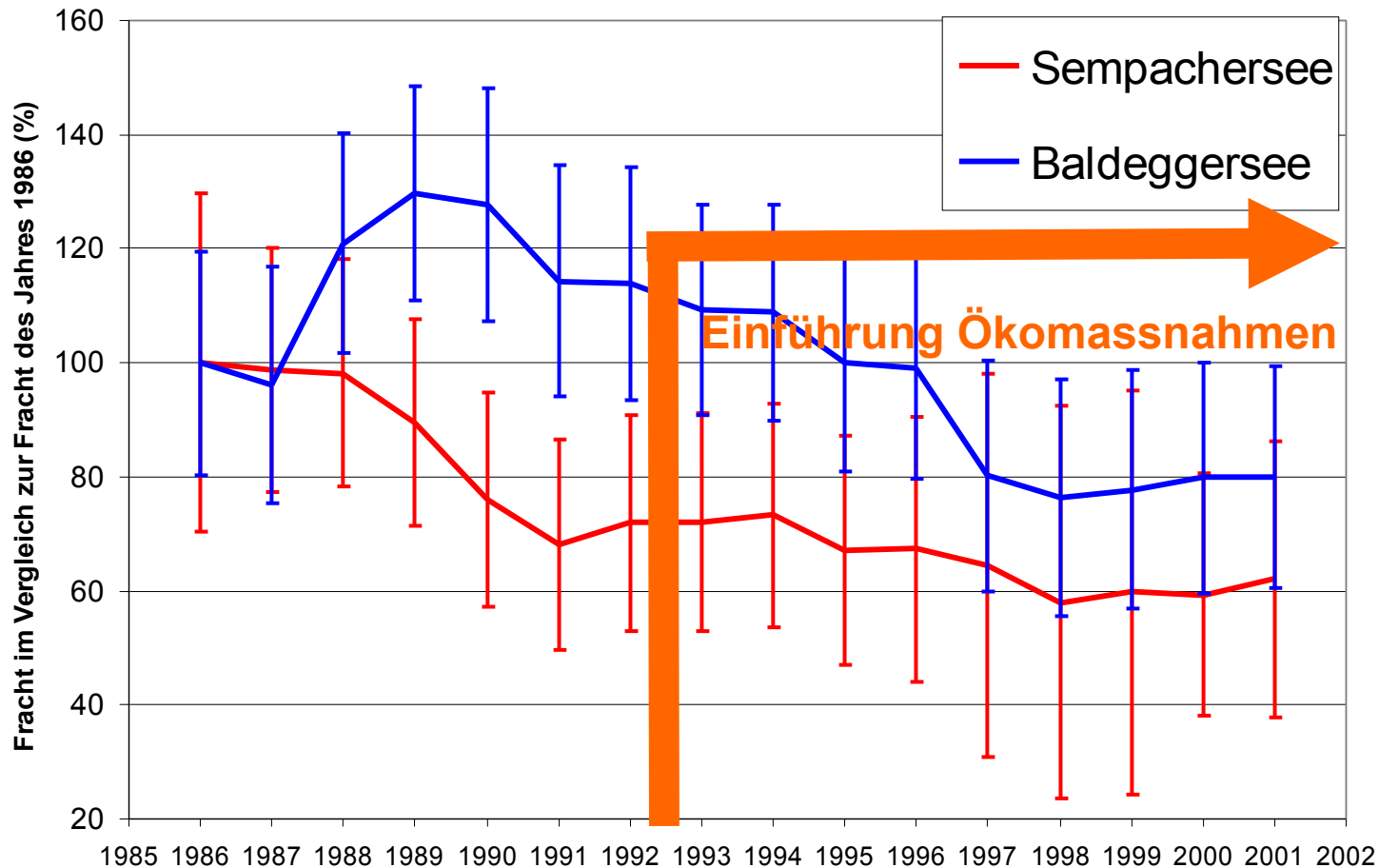
Gelöste Phosphorfrachten über 18 Jahre, Lippenrütibach



- starke Jahresschwankungen (Faktor 5)
- Zusammenhang zwischen Abflussmenge und P-Fracht ($r^2 = 0,90$)



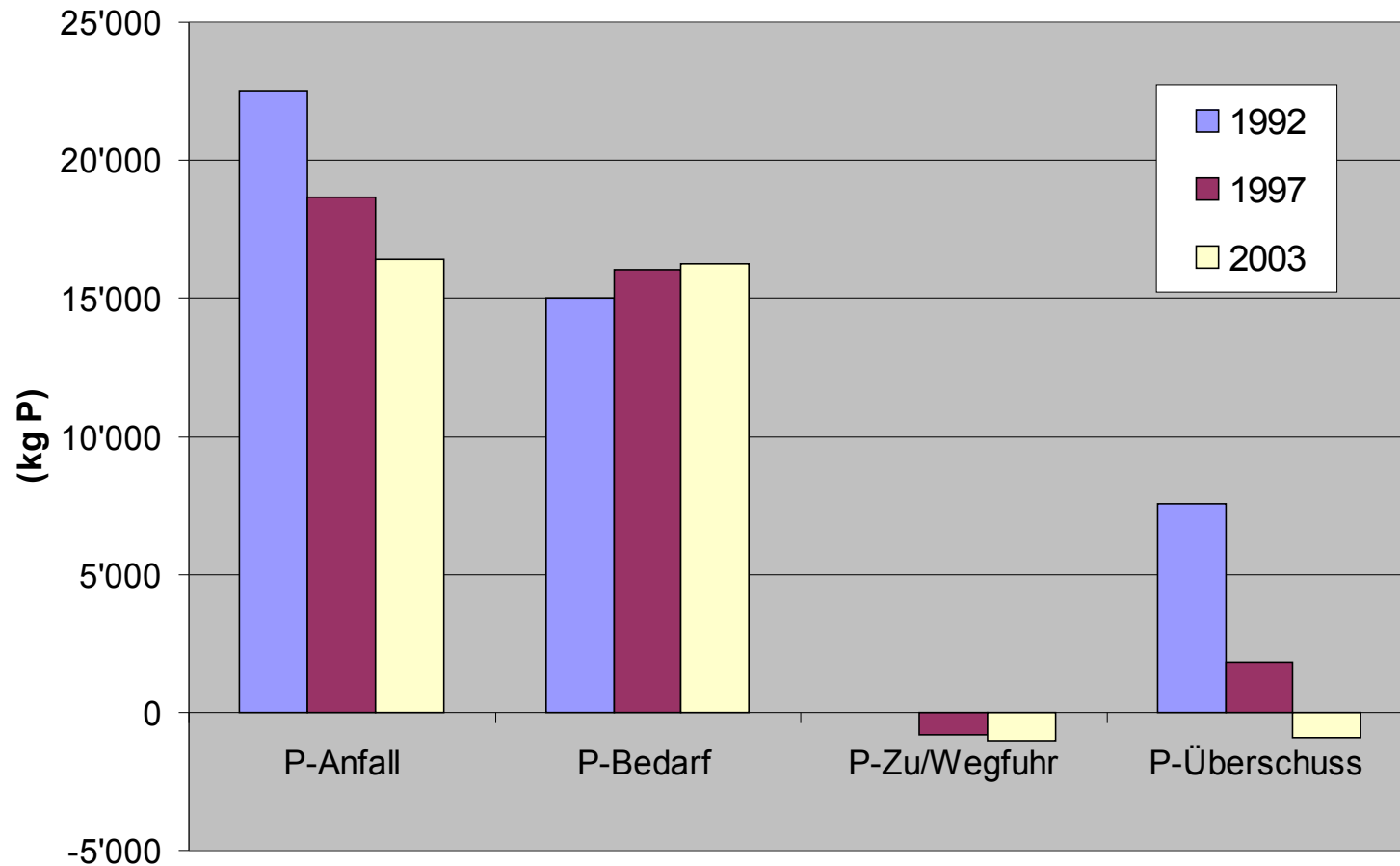
Abflussbereinigte Jahresfrachten in den Zuflüssen zum Sempacher- und Baldeggersee



- Abnahme seit 1993 um rund 10% bis 30%



Entwicklung der P-Bilanzen aller Betriebe im EZG Lippenrütibach 1992, 1997 und 2003



- P-Anfall und P-Bedarf sind heute etwa gleich gross
- etwa 8% des P-Anfalls wird exportiert (Abnahmeverträge)

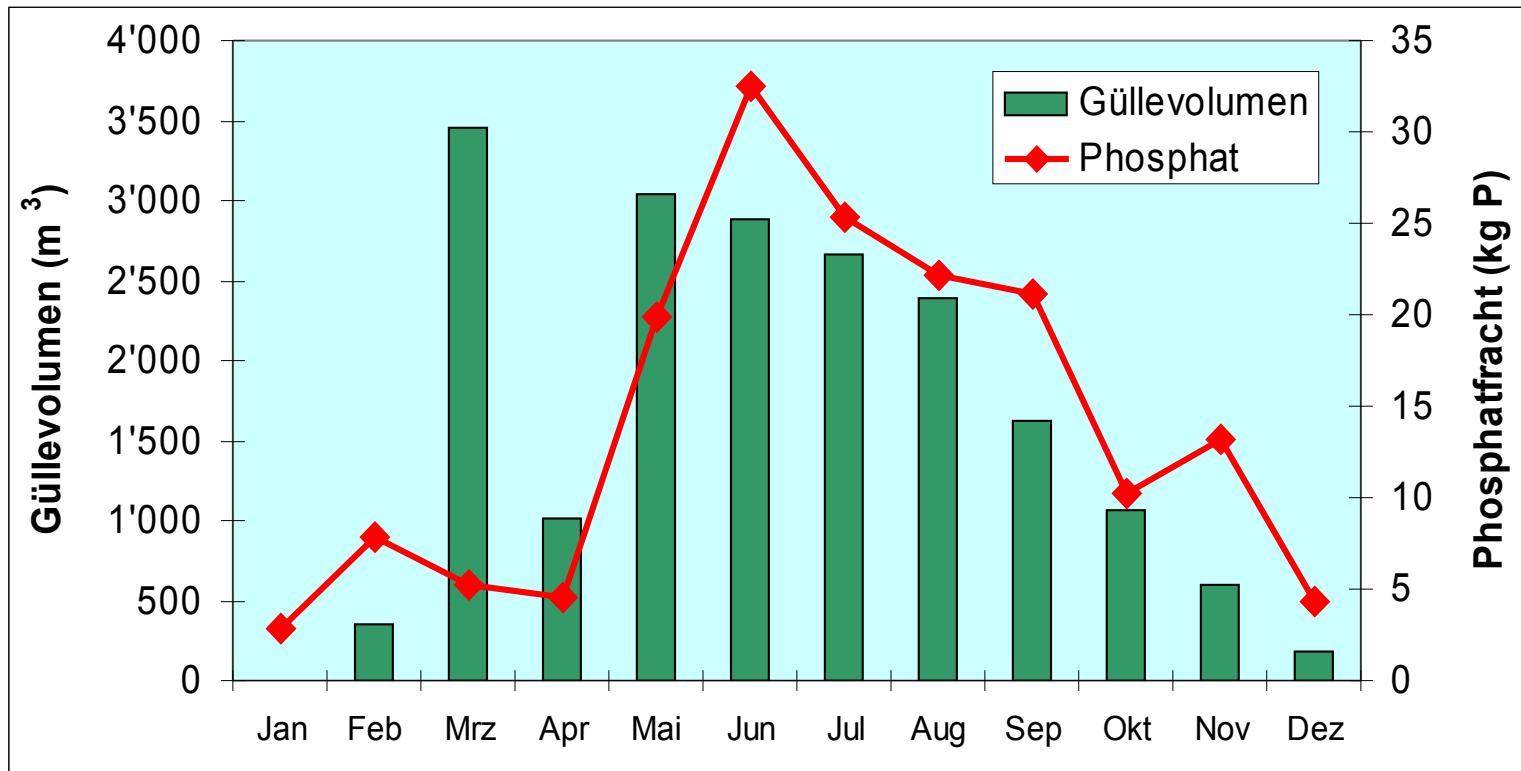
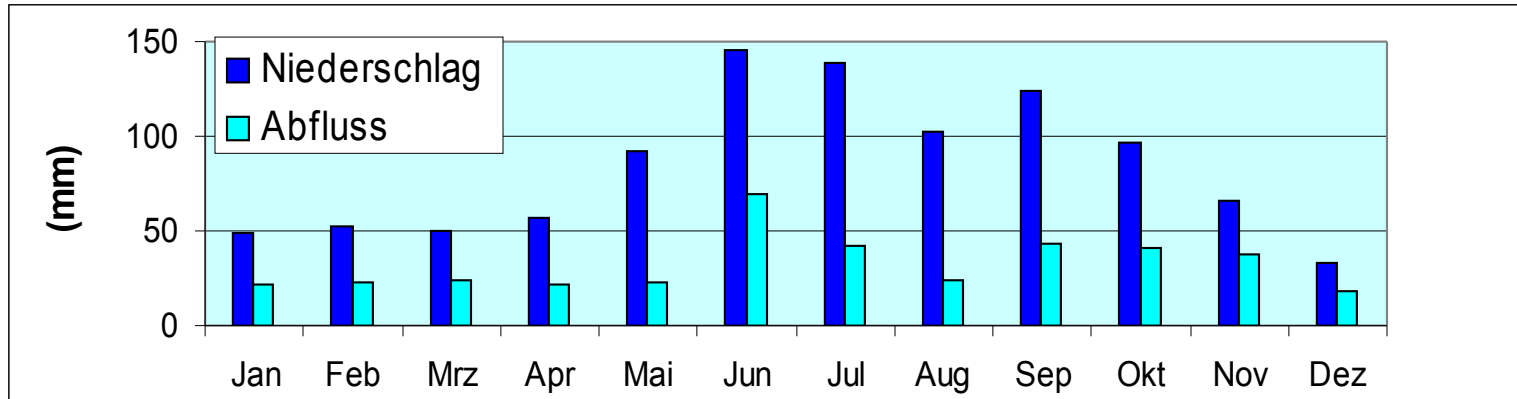


P-Fracht im Bach und P-Düngung im EZG

- **10 t P werden mit Gülle im Einzugsgebiet Lippenrütibach pro Jahr ausgebracht**
- **0.3 t P_{gelöst} gelangen über den Lippenrütibach pro Jahr in den Sempachersee**
- **Maximal 3% der gedüngten P-Menge gelangen in den Sempachersee**

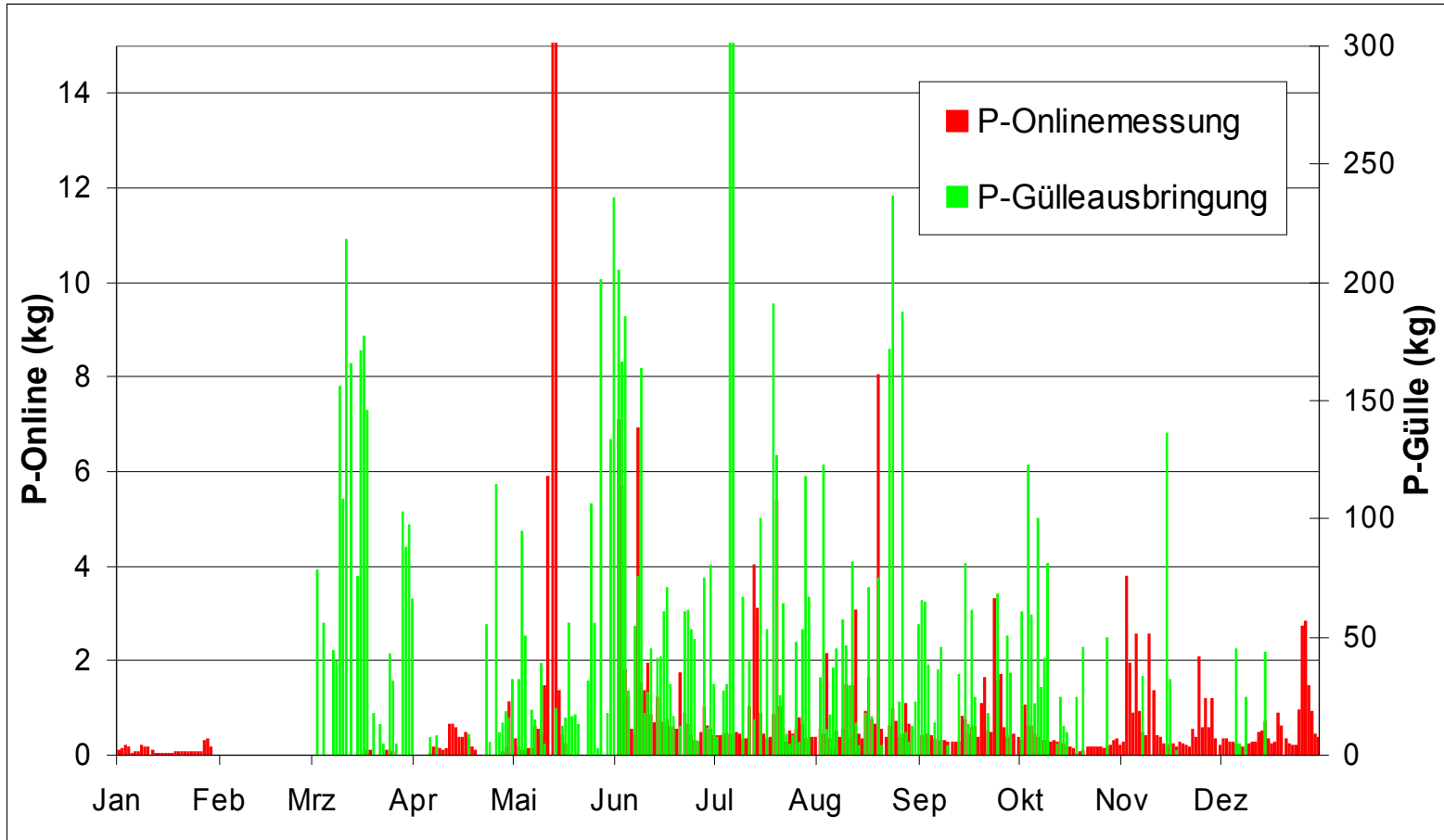


Monatswerte (Mediane 1998-2003) für Niederschlag, Abfluss, ausgebrachtes Güllevolumen und gemessene P-Fracht





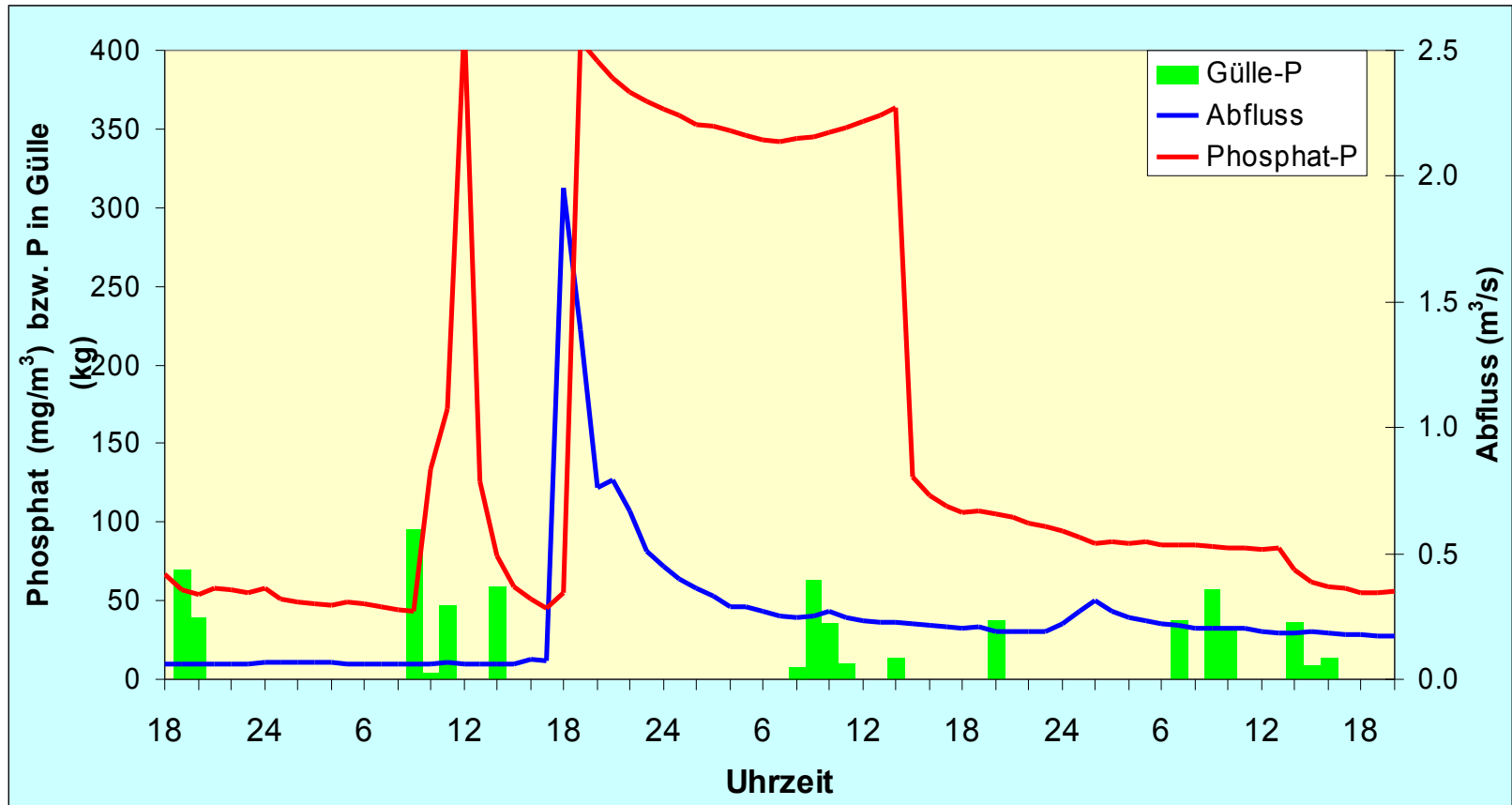
Tägliche P-Fracht und P-Gülleausbringung 1999



- nur manchmal Zusammenhang zwischen P-Fracht und Gülleausbringung

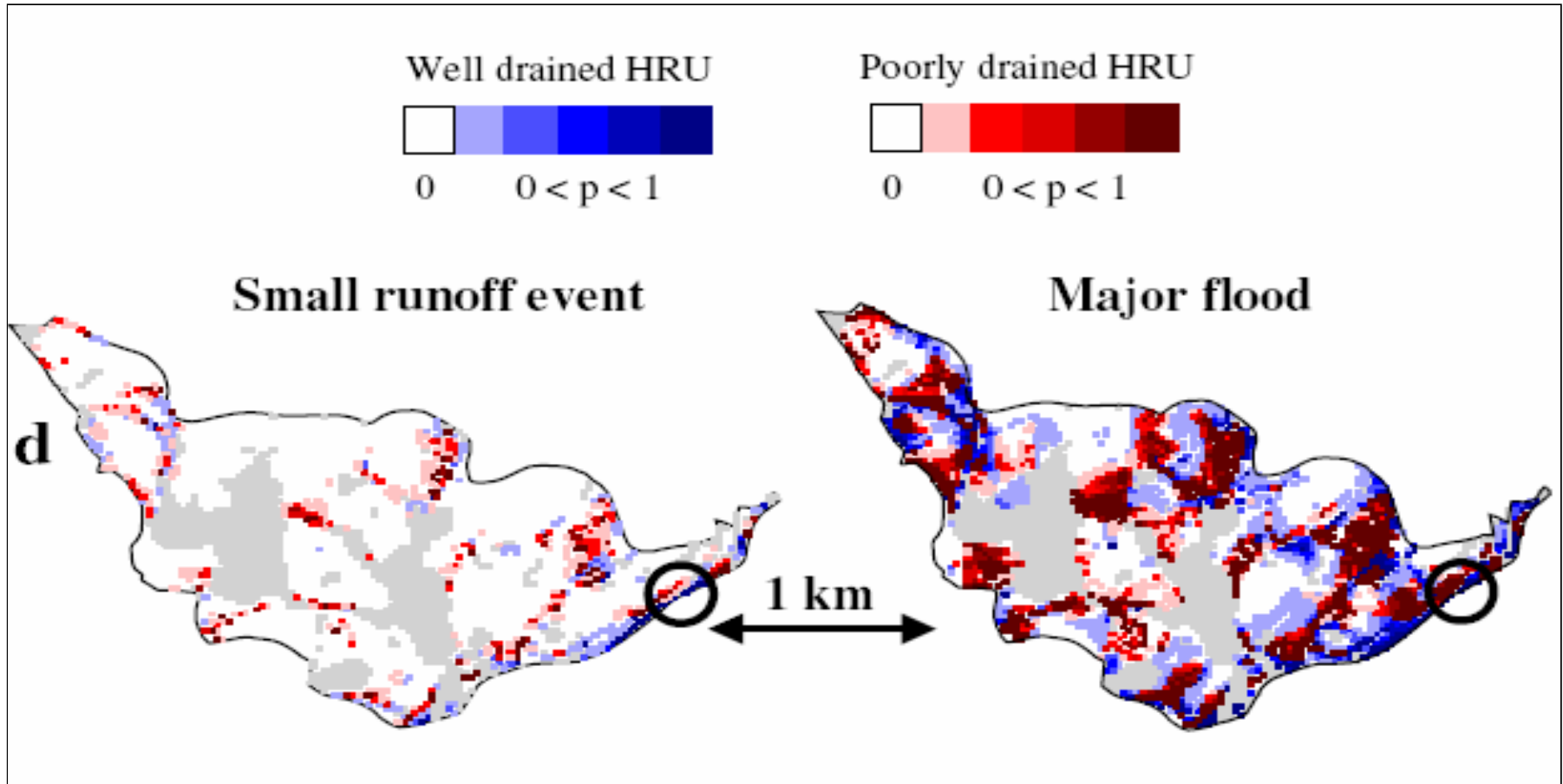


Zusammenhang zwischen P-Konzentration im Bach, Abfluss und Gülle-P-Ausbringung (stündliche Werte, 1.- 4.6.99)





Niederschlag-Abfluss-Modell Abfluss-beitragende Flächen

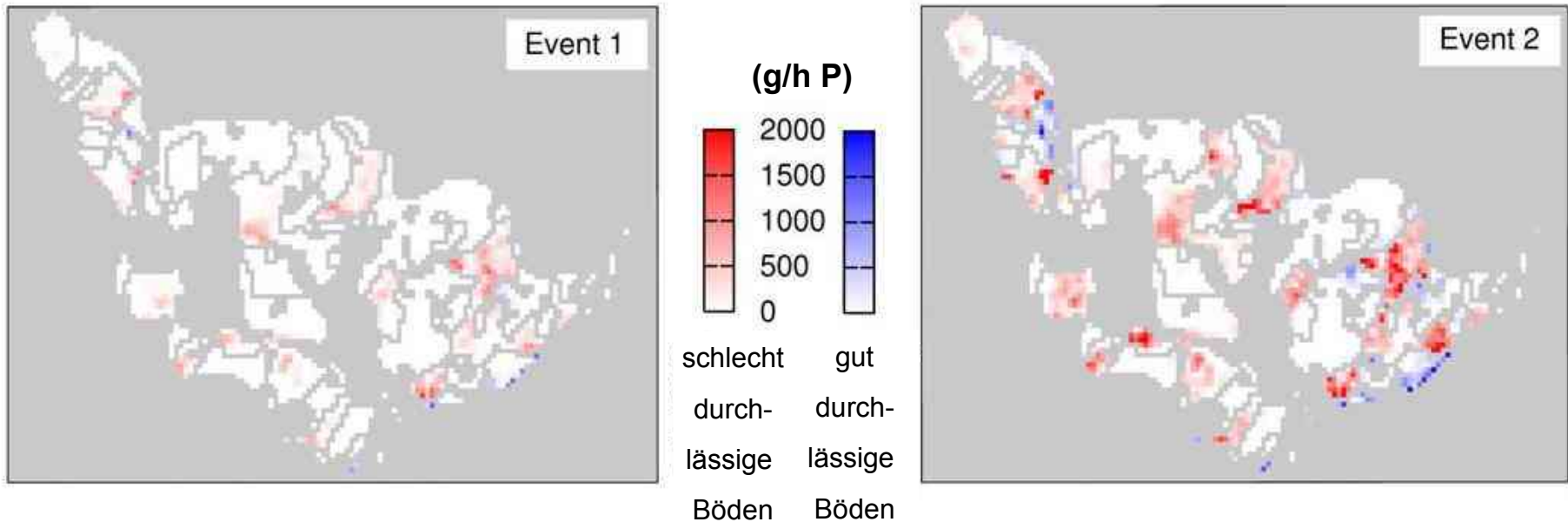


Quelle: Lazzarotto 2005



Modellierung P-Abschwemmung

Nur wenige Flächen tragen zu den P-Verlusten bei – hot spots



Quelle: Lazzarotto 2005



Dissertation P.Lazzarotto: Modeling phosphorus runoff at the catchment scale

Offene Fragen/Probleme:

- Unsicherheiten der räumlichen Vorhersage der P-Verluste
- Prozessverständnis und Bedeutung der direkten Gülleabschwemmung
- Übertragung Modell auf andere Einzugsgebiete
- Szenarien und Massnahmenempfehlungen



Neue Cost Action 869: Mitigation Options for Nutrient Reduction in Surface Water and Groundwaters

Working groups

- **WG1: Localisation of critical source areas at different scales**
- **WG2: Influence of nutrients on ecological processes in surface waters**
- **WG3: Evaluation of (potential) mitigation options at different scales**
- **WG4: Evaluation of projects in example areas across the EU**

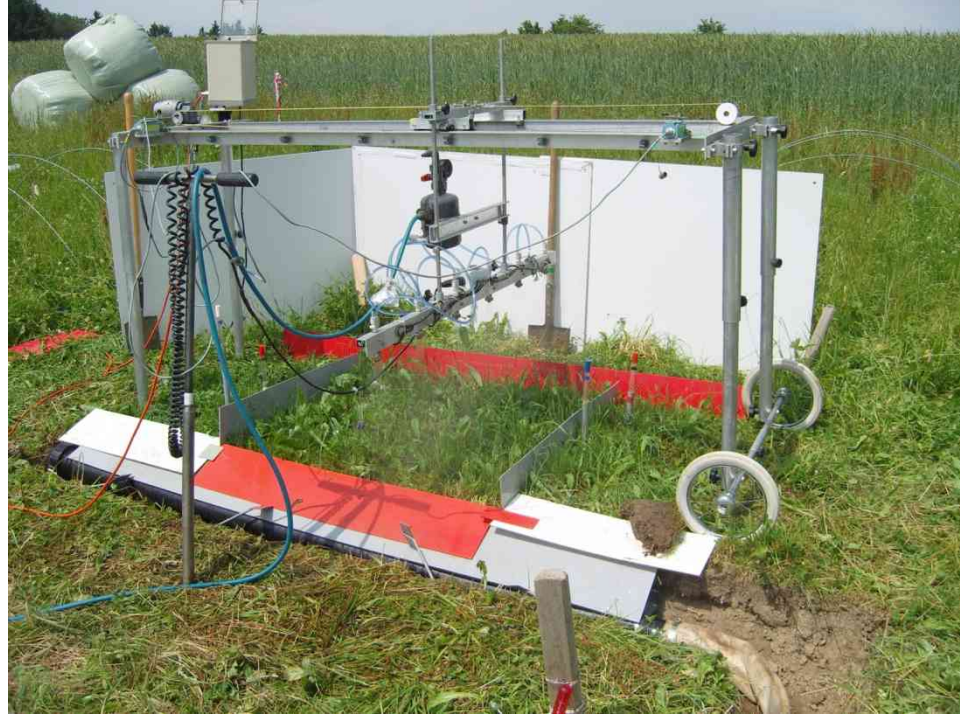
Dissertation Claudia Hahn: “Prediction of contributing areas for P-losses from agricultural land”

Laufzeit: 10/2007 bis 10/2010

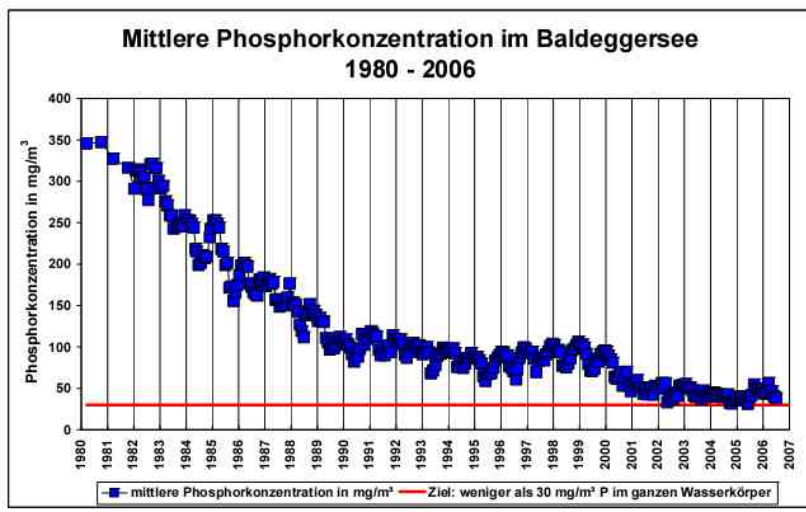
<http://www.cost869.alterra.nl/>



Beregnungsexperimente Baldeggersee



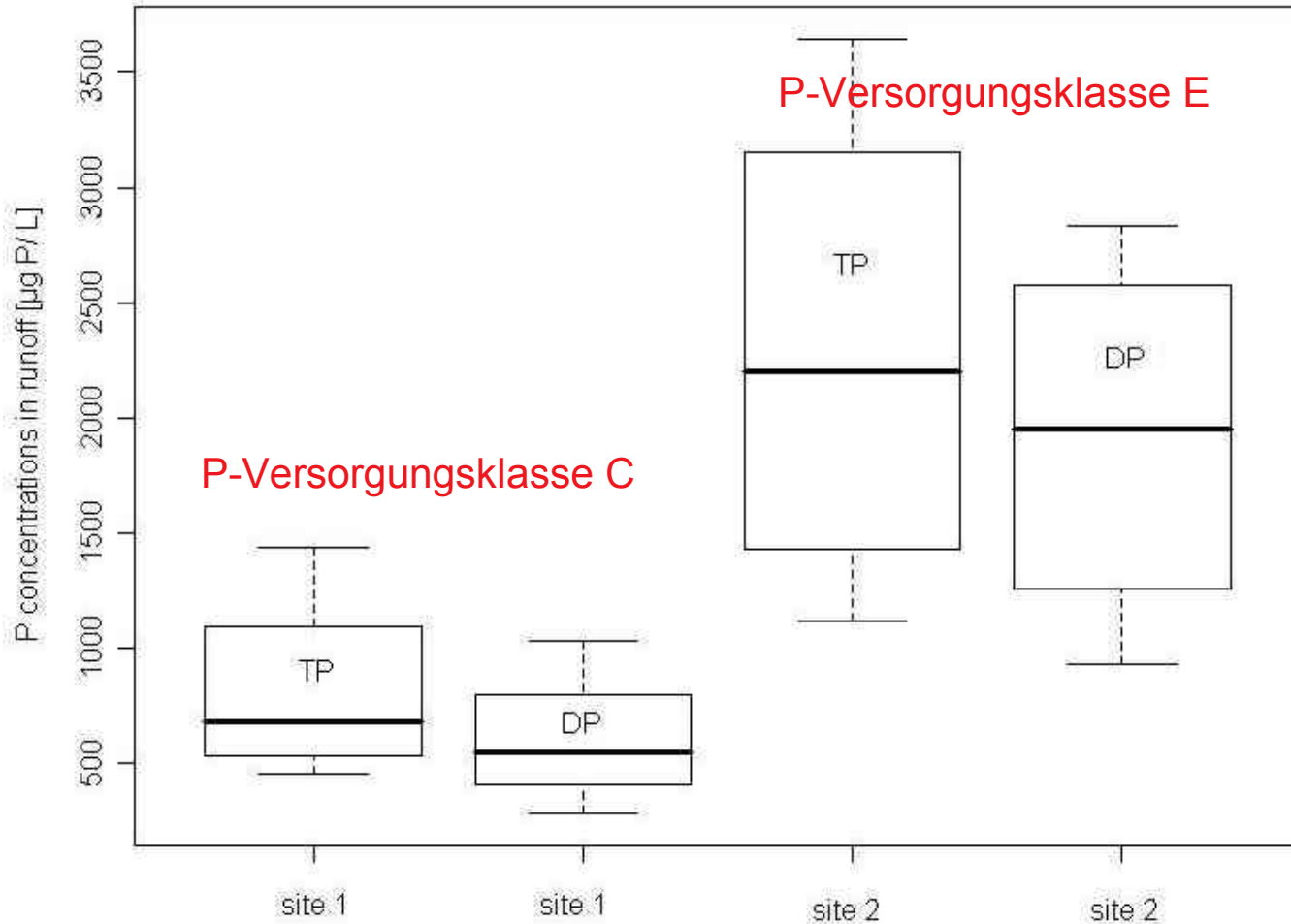
Mittlere Phosphorkonzentration im Baldeggersee
1980 - 2006





Erste Ergebnisse Berechnungsversuche

Berechnung ohne Gülleapplikation





Zusammenfassung

- **In Einzugsgebieten mit vorwiegend Graslandnutzung und hohem Viehbesatz ist P-Abschwemmung einer der wichtigsten P-Eintragspfade.**
- **Es sind meist nur wenige Flächen, die massgeblich zur P-Belastung beitragen (beitragende Flächen, hot spots).**
- **Ereignisbezogene P-Verluste, die in direktem Zusammenhang mit der Düngerausbringung stehen, haben nur einen relativ kleinen Anteil an der Jahresfracht. Dies ist aber auch ein Indiz dafür, dass heute überwiegend zeitgerecht gedüngt wird.**
- **Der überwiegende Teil der Jahresfracht ist bodenbürtig und stammt aus den z.T. stark mit P überversorgten Böden durch jahrzehntelange Düngung.**
- **Die P-Gehalte der Böden nehmen nur langsam ab, auch wenn die P-Düngung reduziert wird. Daher kann auch die bodenbürtige P-Fracht nur langsam abnehmen.**
- **Veränderungen der Phosphorfracht sind im Bach nur langfristig nachweisbar (6-10 Jahre).**
- a) **Witterungsbedingte Einflüsse überlagern allfällige Wirkungen von Massnahmen.**
- b) **Ungenauigkeiten bei der Frachtberechnung erlauben auch bei abflussbereinigten Jahresfrachten erst über einen Zeitraum von 6-10 Jahren zuverlässige Aussagen.**



Fazit (1)

Mehrstufiges Vorgehen (1)

3. - **Abschätzung des Ist-Zustandes mit mesoskaligen Emissionsmodellen auf nationaler/regionaler Ebene.**
 - **Quellen, Pfade und räumliche Belastungsschwerpunkte identifizieren.**
 - **Handlungsbedarf aufzeigen.**
 - **Grundlagen für weitergehende Untersuchungen schaffen.**

2. - **Projekte in belasteten Regionen gezielt lancieren.**
 - **Detailliertere Modelle (parzellenscharf) zur Identifizierung der beitragenden Flächen (hot spots) notwendig.**
 - **Je nach Pfad (Erosion, Abschwemmung, Auswaschung) unterschiedliche Modelle nötig.**



Fazit (2)

Mehrstufiges Vorgehen (2)

2. - **Massnahmenpläne auf Parzellenebene entwickeln unter Einbezug aller beteiligten Akteure (Landwirte, Gemeinde, Landwirtschaftsberater etc.), mit gemeinsamer Feldbegehung.**
 - **einfache Hilfsmittel (Merkblätter, Fotos, Videos, Gefährdungskarten etc.) nutzen.**
- **Die Massnahmen sind weitgehend bekannt, es hapert meist an der Umsetzung.**
- **Massnahmen sind prioritär auf den beitragenden Flächen zu ergreifen.**
- **Fachwissen der Landwirte berücksichtigen/nutzen.**
- **Soziale und psychologische Aspekte nicht unterschätzen.**

A photograph of a flooded field with green grass and water. The text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit" is overlaid in the center in a bold, orange, 3D-style font with a blue outline.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit