Eintragswege diffuser Phosphorbelastungen in Seen und Weiher sowie Strategien zu deren Vermeidung

Hans Güde,
Institut für Seenforschung, Langenargen

Vorschau

Phosphor und Stickstoff als Düngestoffe in Seen

Das Fallbeispiel Schleinsee

Eintragspfade von Phosphor

Erfahrungen zur Reduzierung von P-Einträgen

Mögliche Folgen von Landnutzungsänderungen

Perspektiven für weitere Sanierungsbemühungen

Ausblick mit Zusammenfassung

Die Düngestoffe Stickstoff (N) u. Phosphor (P)

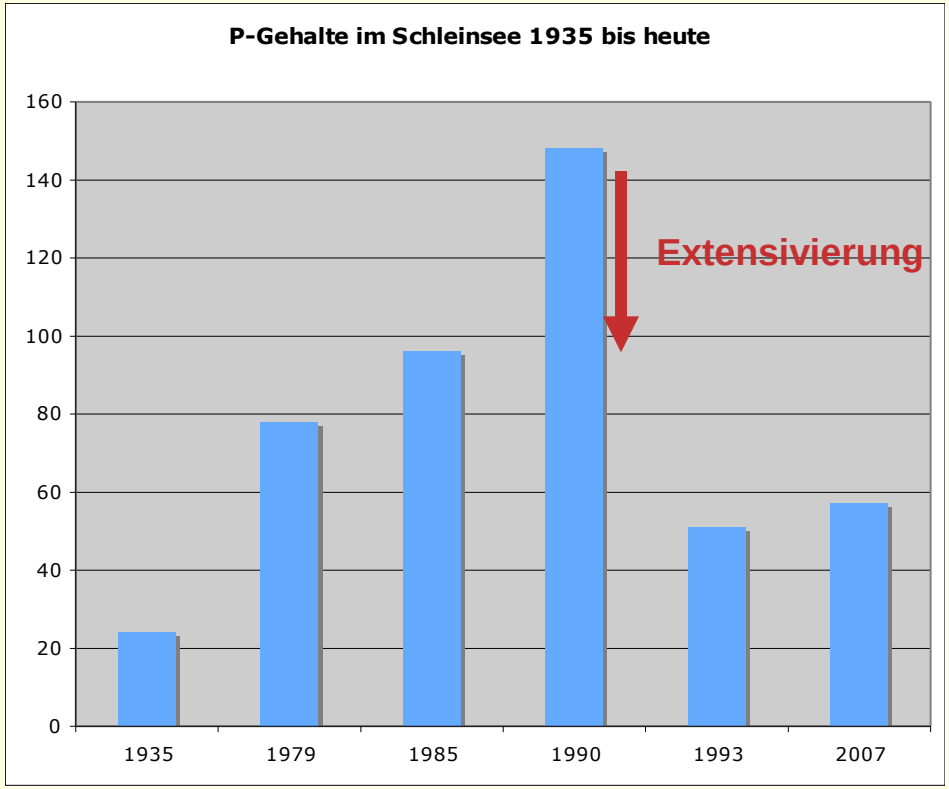
- N und P sind essentielle Nährstoffe für das Pflanzenwachstum
- N als Nitrat gut löslich, mobil, Transport über Grundwasser und in Oberflächenabfluss
- P als Phosphat stark adsorbierend, Transport an Partikeln durch Erosion, kein Grundwasserpfad
- Atom-Verhältnis N:P in Pflanzenbiomasse = 16:1
- In Seen meist > 50 : 1 --> P ist meist der limitierender Wachstumsfaktor
- Stickstoff kann bei überhöhter P-Zufuhr sekundär auch zum limitierenden Nährstoff werden

Das Fallbeispiel Schleinsee-

Experiment 1937 - 1939: Fragestellung Reaktion auf P-Düngung

Vorgehensweise: Düngung des Sees mit 110 kg Phosphor (= 3 x Seeinhalt!)
Ergebnis: P war in kurzer Zeit „verschwunden“
Zunächst kein Produktionsanstieg, jedoch im Folgejahr erhöhtes Algenwachstum
Danach wieder Einpendeln auf den Vorzustand

Phosphor Entwicklung Schleinsee seit 1934



- Beschleunigter Anstieg der P-Gehalte nach 1970
- Ursache: Erhöhung Viehbestand und Umstellung auf Flüssigmist
- Seit 1990 Extensivierung kritischer Flächen mit Verzicht bzw. Reduktion Gülleauftrag im Rahmen des SOS-Seenprogramms
- Danach rascher Rückgang der P-Konzentrationen auf neue niedrige Gleichgewichtskonzentration, neuerdings Wiederanstieg

Die Lektionen vom Schleinsee

•Seen verhalten sich als selbstregulierende Gleichgewichtssysteme, die einmalige Störungen durch internen Stoffhaushalt auszugleichen suchen

•Nur aus dauernden Änderungen externer Belastungen resultieren auch neue veränderte Gleichgewichtszustände

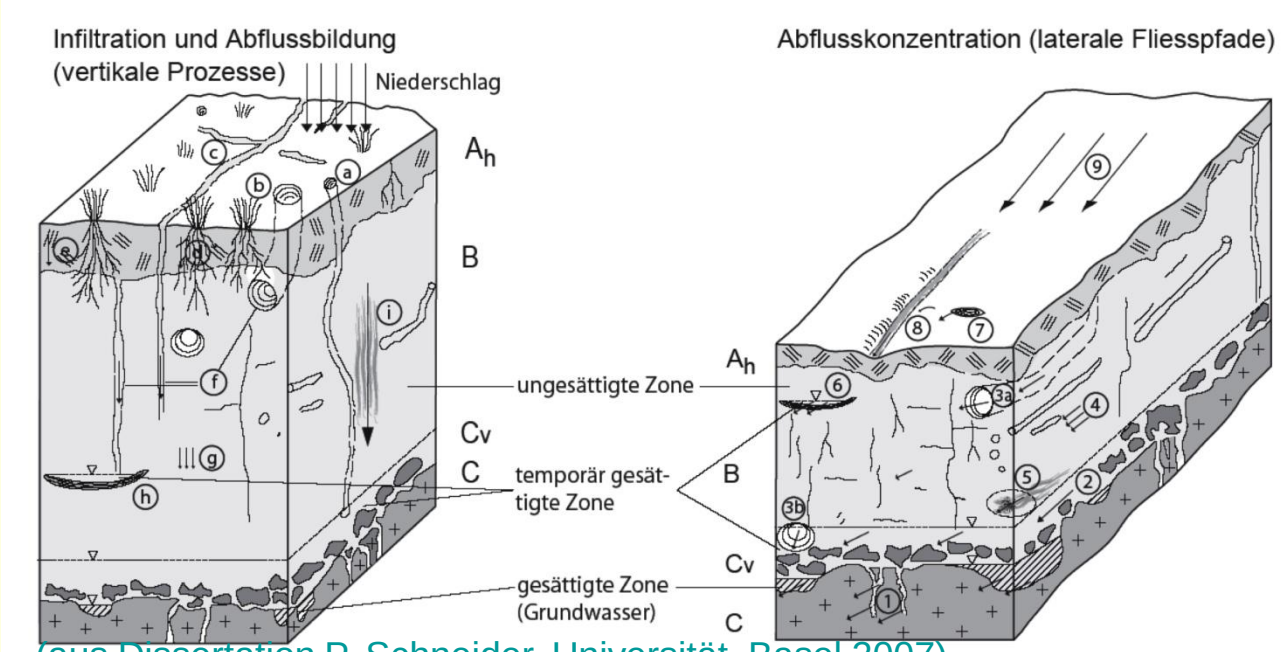
• Auch diffuse Einträge sind reduzierbar

• Der Ausgangszustand ist - wenn überhaupt - nur sehr langfristig wieder erreichbar

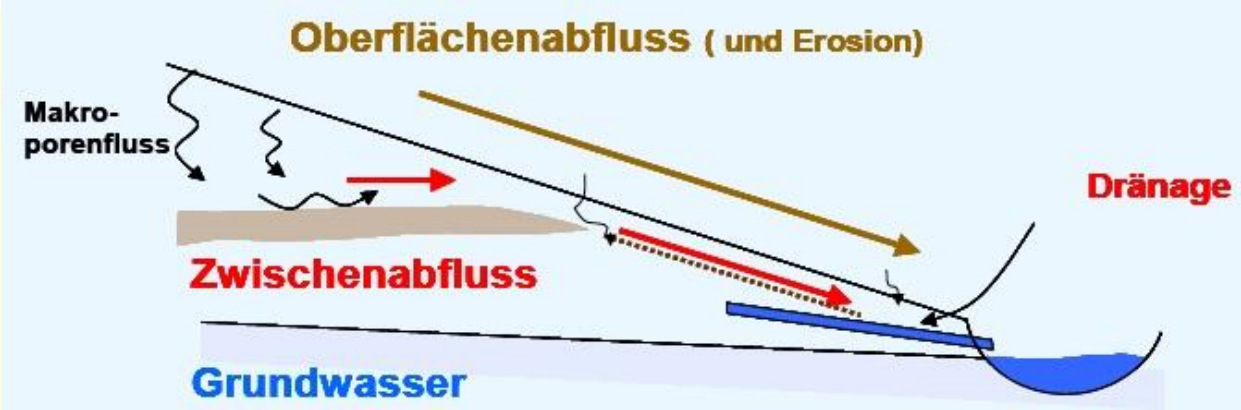
• Erfolge sind nur nachhaltig wenn keine neuen Eintragsquellen hinzukommen ---> Änderung Landnutzung!

Vom Auftrag zum Austrag

Die komplizierten Wege des Phosphors vom Boden ins Gewässer



(aus Dissertation P. Schneider, Universität Basel 2007)



(aus Vortrag Dr. Diepolder Seentagung Bad Schussenried 2008)

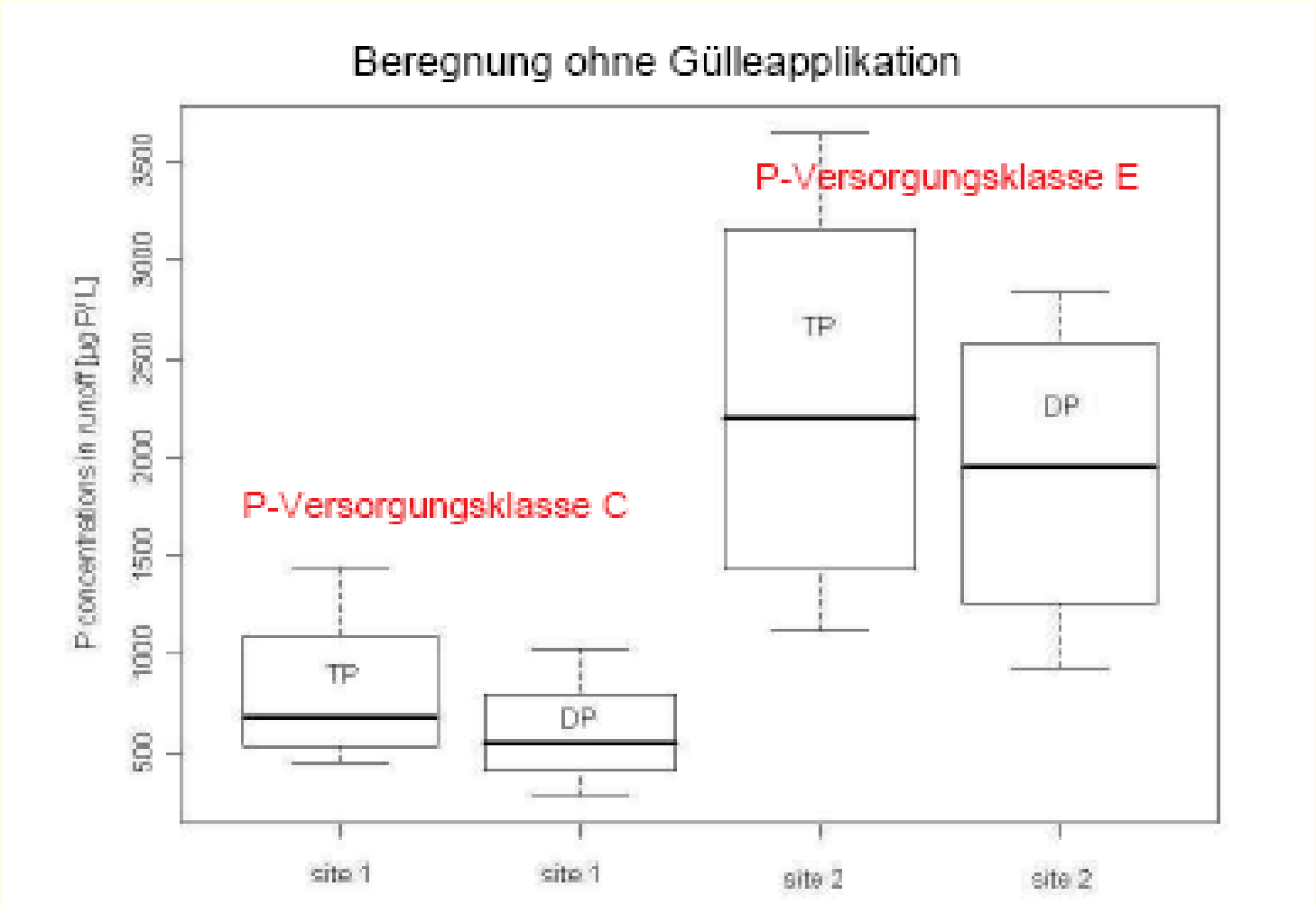
Grünlandbewirtschaftung: Zwischenabfluss und Oberflächenabschwemmung dominieren

P und N Gehalte der Gülle (kg/m^3)

Rindergülle (8 % TS)	3,5	1,8	0,7	5,0
Schweinegülle (8 % TS)	5,3	3,4	1,5	2,5
	N		**P**	

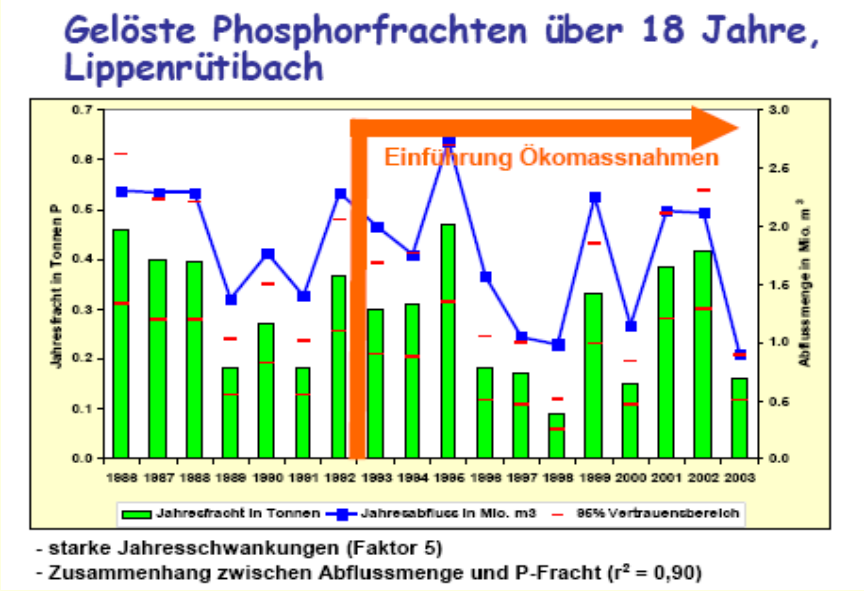
N: P (atomar) < 10:1 ---> Überangebot P bezogen auf Wachstumsbedarf Planzen!!

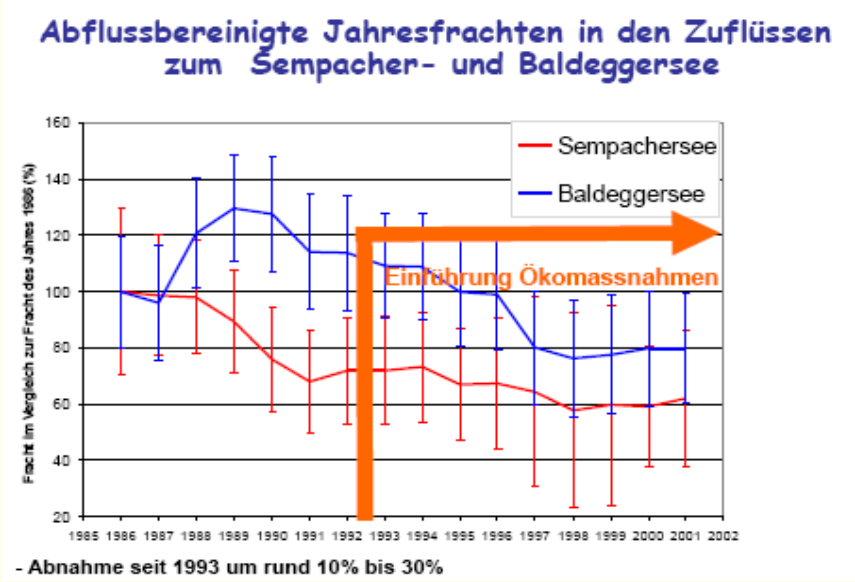
P-Gehalte Oberböden entscheidend für Grundlast



(aus Vortrag Dr. Prasuhn Seentagung Bad Schussenried 2008)

Die Schweizer Erfahrungen zur Reduktion diffuser P-Einträge

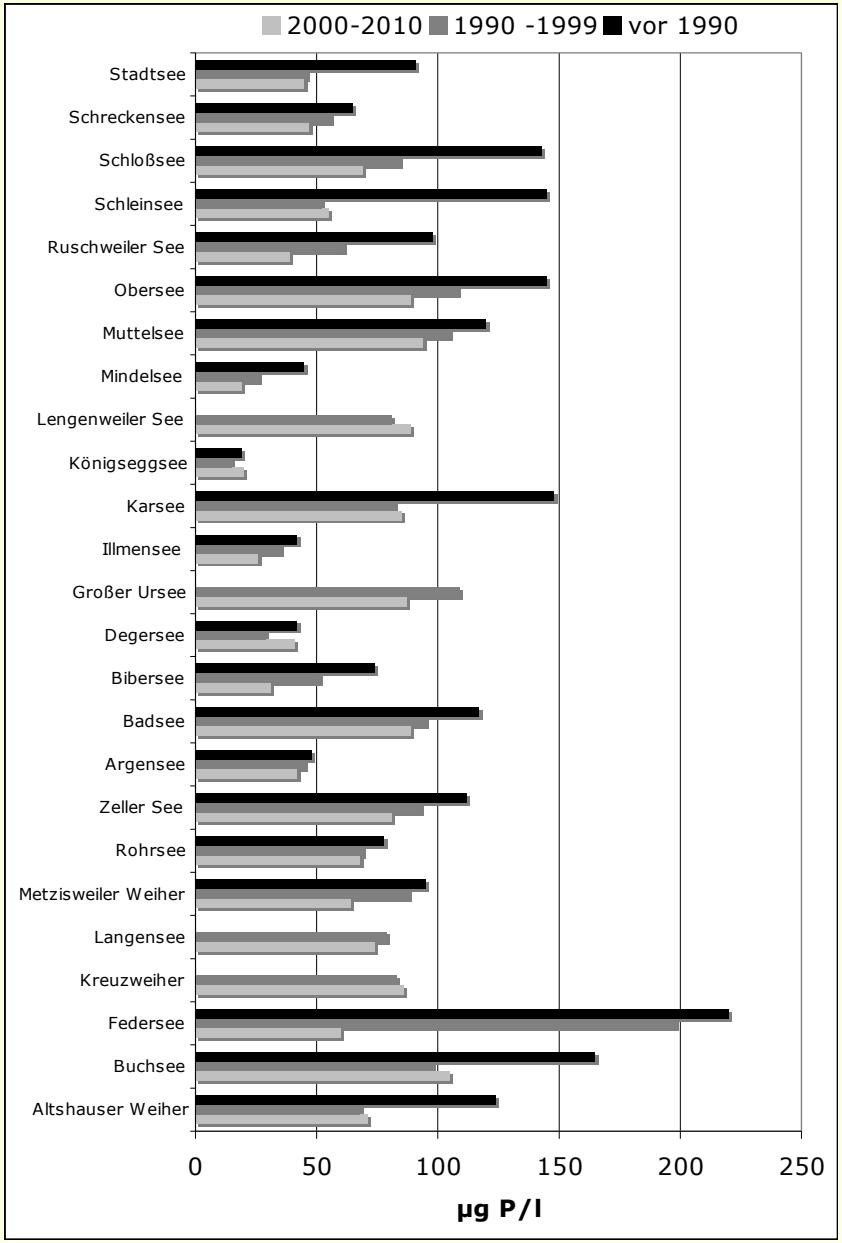




(aus Vortrag Dr. Prasuhn Seentagung Bad Schussenried 2008)

- wenige Flächen tragen zur P-Belastung bei (hot spots).
- durch Düngung nach GLP werden ereignisbezogene P-Verluste minimiert
- Überwiegender Teil der Jahresfracht ist bodenbürtig und stammt aus z.T. mit P überversorgten Böden
- Die P-Gehalte der Böden nehmen nur langsam ab, auch wenn die P-Düngung reduziert wird..
- Veränderungen der Phosphorfracht sind im Bach nur langfristig nachweisbar

Entwicklung P-Gehalte oberschwäbischer Seen



Sanierungsprogramme SOS an den meisten Seen

Generell abnehmende Tendenz

Vor 1990 oft auch Punktquellen aus Siedlungsbereich

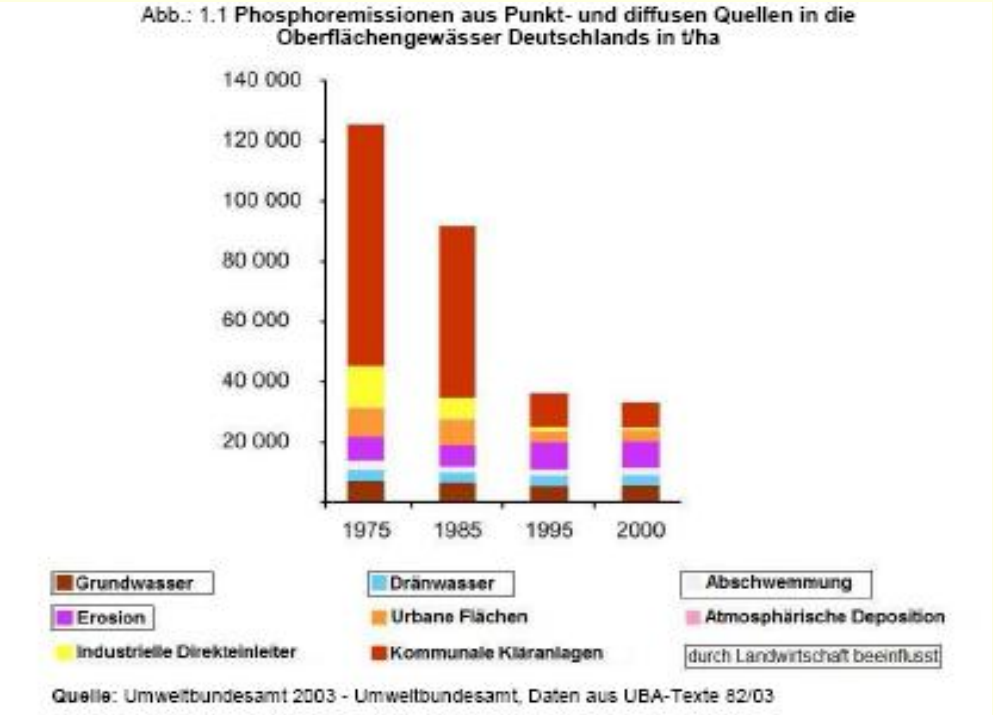
Größte Abnahme meist bis 2000

Nach 2000 oft Stagnation

Auswirkungen Biogasanlagen auf P-Austräge

- Umwidmung von Gras in Ackerflächen: erhöhte P-Austräge?
- Erschwerung Extensivierungsverträge durch Verteuerung
- Risiko neuer Punktquellen bei nicht fachgerechtem Ausbau

Umwidmung Grünland --> Ackerbau und P-Einträge



Anteil des P-pflanzenverfügbar am P-gesamt der Eintragsquellen

nach Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2008

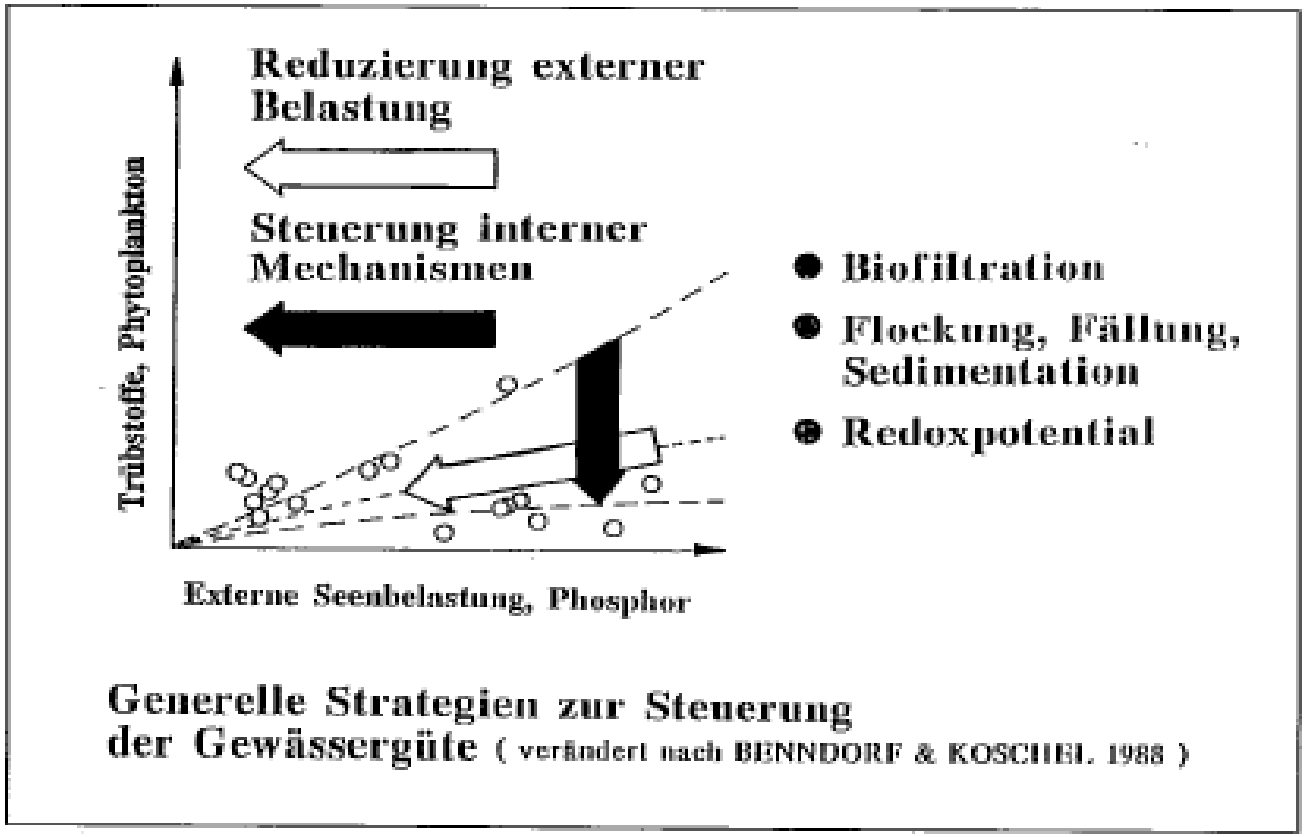
Quelle	Anteil* P-pfl.verfügbar an P-gesamt
Kläranlagen	70 %
Direkteinleiter	50 %
Urbane Flächen	60 %
Grundwasser,	100 %
Dränagen	100 %
Abschwemmung	100 %
Erosion	5 % (!)

(aus Vortrag Dr. Bach, Universität Gießen 2009)

- Nach Reduktion Siedlungseinträge diffuse Einträge dominant
- Unter diffusen Einträgen dominieren Einträge aus Erosion (Ackerbau)
- Erosionsrisiko bei Maisanbau erhöht (lange Phasen ohne Vegetation)
- Erosionsbedingte Einträge haben jedoch geringere Pflanzenverfügbarkeit
- Risiko Abschwemmung + Dränage mindestens so hoch wie im Grünland

Sanierungskonzeptionen

Interne oder externe Maßnahmen?



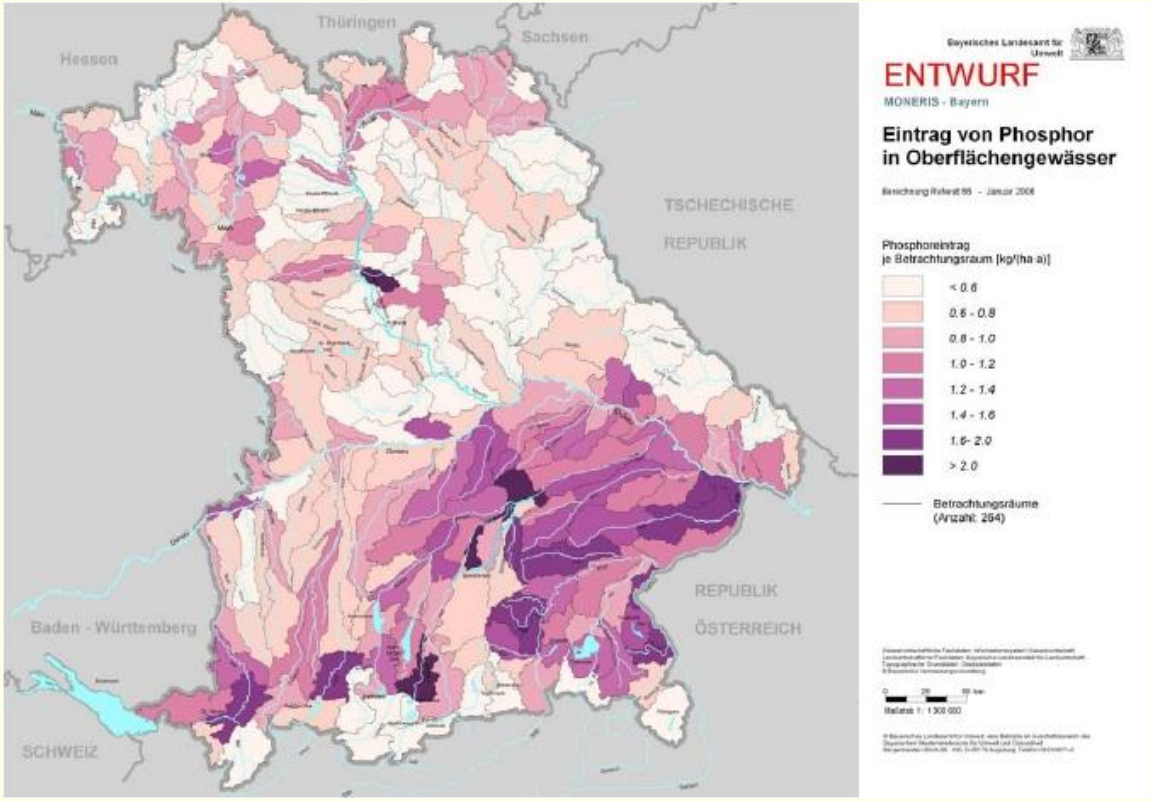
Generelle Strategien zur Steuerung der Gewässergüte (verändert nach BENNDORF & KOSCHEL 1988)

Meist ernüchternde Erfolgsbilanz bei nur internen Maßnahmen
begleitende Maßnahme sinnvoll: z.B. Stadtsee, Argensee, Karsee
In jedem Fall: **Priorität Reduzierung externer Einträge**

Potenziale für Reduktion P-Austräge?

- Strikte Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis (GLP)?

•Verluste von Düngeraufbringung an Gewässer i.d.R. gering (< 3 % Aufbringung)
•Flächensaldo daher innerhalb der Unschärfen (+/- 4 kg/ha/Jahr) „ausgeglichen“
•Gewässerbelastung jedoch schon bei Austrägen > 0, 2 kg/ha/Jahr möglich!
•Berechnete Austräge im Alpenvorland (Fallbeispiel Bayern) deutlich darüber

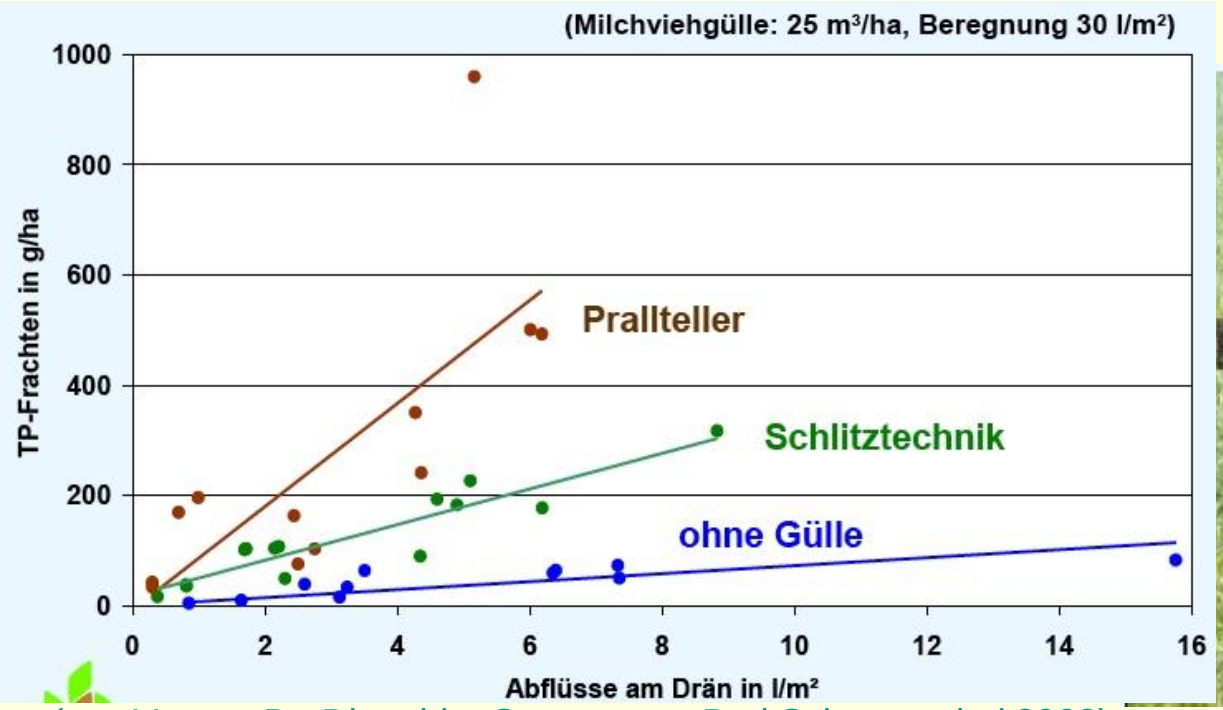


„Gute landwirtschaftliche Praxis“ notwendig, aber nicht hinreichend!

Potenziale für Reduktion P-Austräge?

- Strikte Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis?

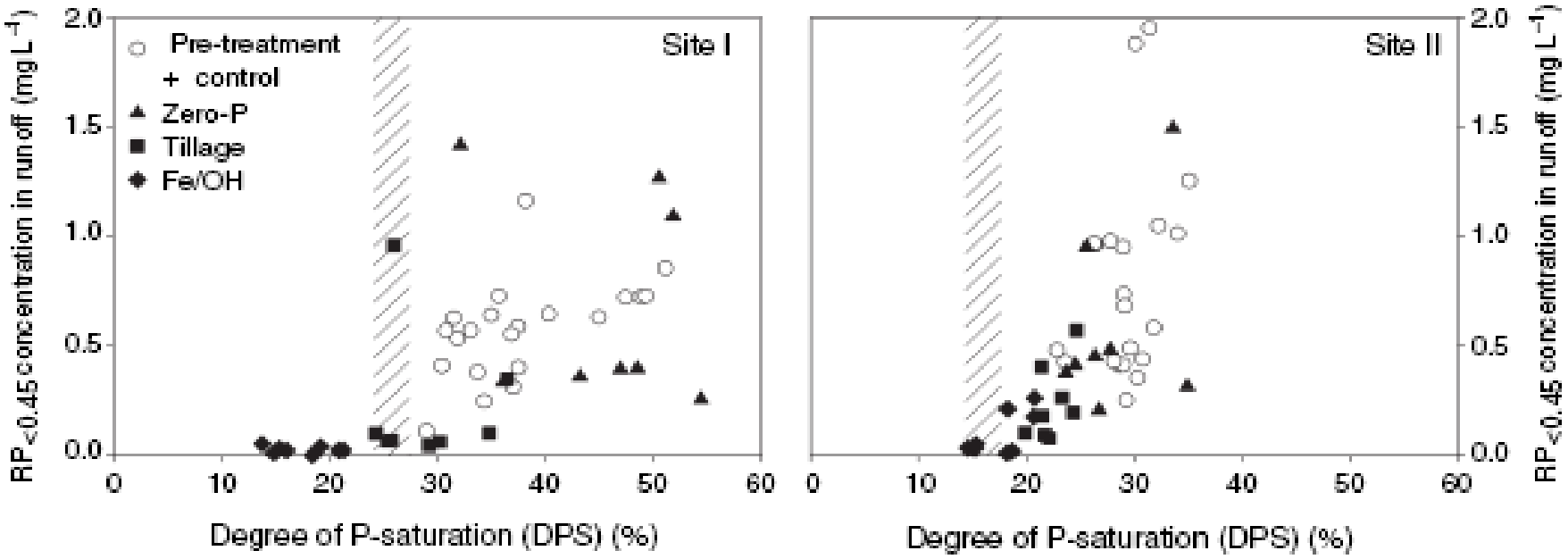
- Optimierung der Gülleaufbringung?



(aus Vortrag Dr. Diepolder Seentagung Bad Schussenried 2008)

Potenziale für Reduktion P-Austräge?

- Strikte Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis?
- Optimierung der Gülleaufbringung?
- **Immobilisierung von P im Boden (Schweizer Pilot-versuche)?**



Potenziale für Reduktion P-Austräge

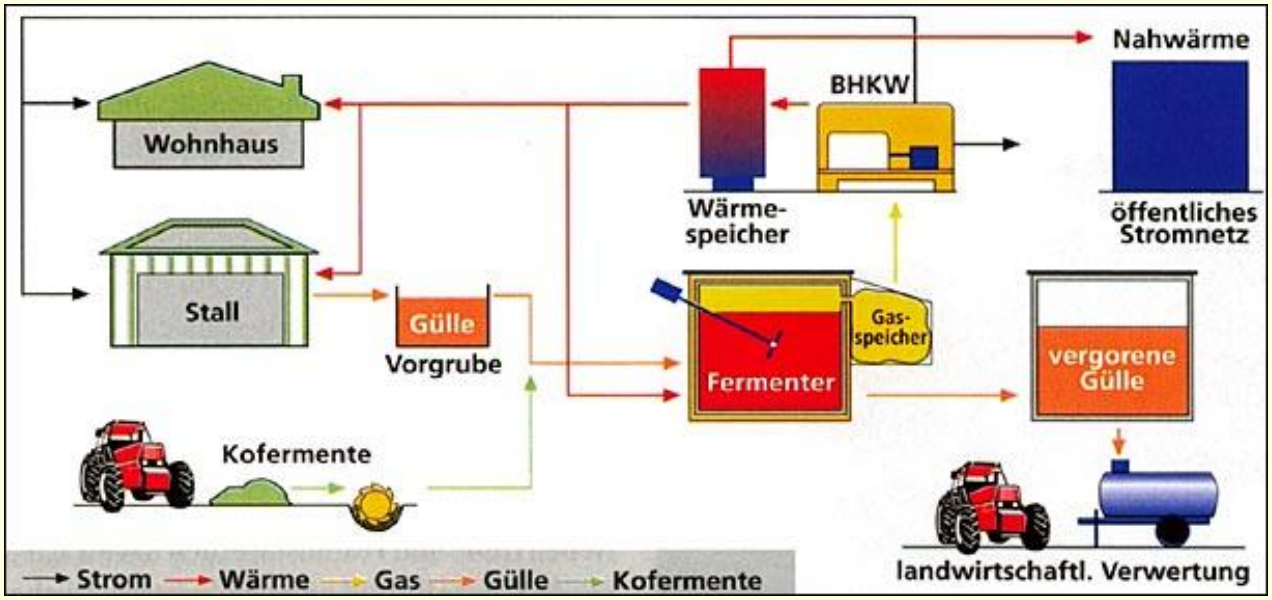
- Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis?
- Optimierung der Gülleaufbringung?
- Immobilisierung von P im Boden (Schweizer Pilot-versuche)?
- Erhöhter P-Entzug aus Boden durch Intensivierung Pflanzenwachstum? (Schnitthäufigkeit, ggf. Erhöhung N:P Verhältnis Gülle : Dr. Elsässer bei Diskussion Treffen Landwirtschaft Gewässerschutz RV am 12.3.10)

Potenziale für Reduktion P-Austräge

- Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis?
- Optimierung der Gülleaufbringung?
- Immobilisierung von P im Boden (Schweizer Pilot-versuche)?
- Erhöhter Entzug P-Boden durch Intensivierung Pflanzenwachstum? (Schnitthäufigkeit, ggf. Erhöhung N:P Verhältnis Gülle :Dr. Elsässer bei Diskussion Treffen Landwirtschaft Gewässerschutz RV am 12.3.10)
- Güllebehandlung zur Reduktion P-Gehalte?

Potenzial zur P-Reduktion durch Biogasanlagen?

•Fällungstechnologie grundsätzlich vorhanden (Klärtechnik)
• Phosphor ist knapper Rohstoff: Wiedergewinnung grundsätzlich möglich (Pilotversuche in Kläranlagen laufen)
•Verbundlösungen bei Biogasanlagen verbessern Voraussetzungen für großtechnische Behandlungsverfahren



Zusammenfassung

- Relevante diffuse Eintragswege: Zwischenabfluss + Dränagen + Oberflächenabschwemmung, Erosion untergeordnet
- Bioverfügbarkeit ist zu berücksichtigen. Höhere Wichtung für gelöste Austräge!
- Erfolge durch GLP-Beachtung (Beratung): v.a. wirksam zur Minimierung von Spitzenlasten
- Grundlasten entstehen durch langjährige P-Anreicherung in Oberböden. Dieser Austrag aus Böden nur langsam reduzierbar : durch Minderung P-Auftrag, negative Flächenbilanz durch P-Entzug Pflanzen
- Landnutzungsänderung(Mais):erhöhtes Risiko P-Austräge
- Hot-spot Konzept und Güllepraxis entscheidende Strategie
- Neue Lösungswege sind gefragt: Erfordernis ganzheitlicher Ansätze mit Bündelung von Expertenwissen