

Diagnose & Maßnahmen zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteleinträgen in Oberflächengewässer

**Zusammen gestellt
Manfred Roettele**

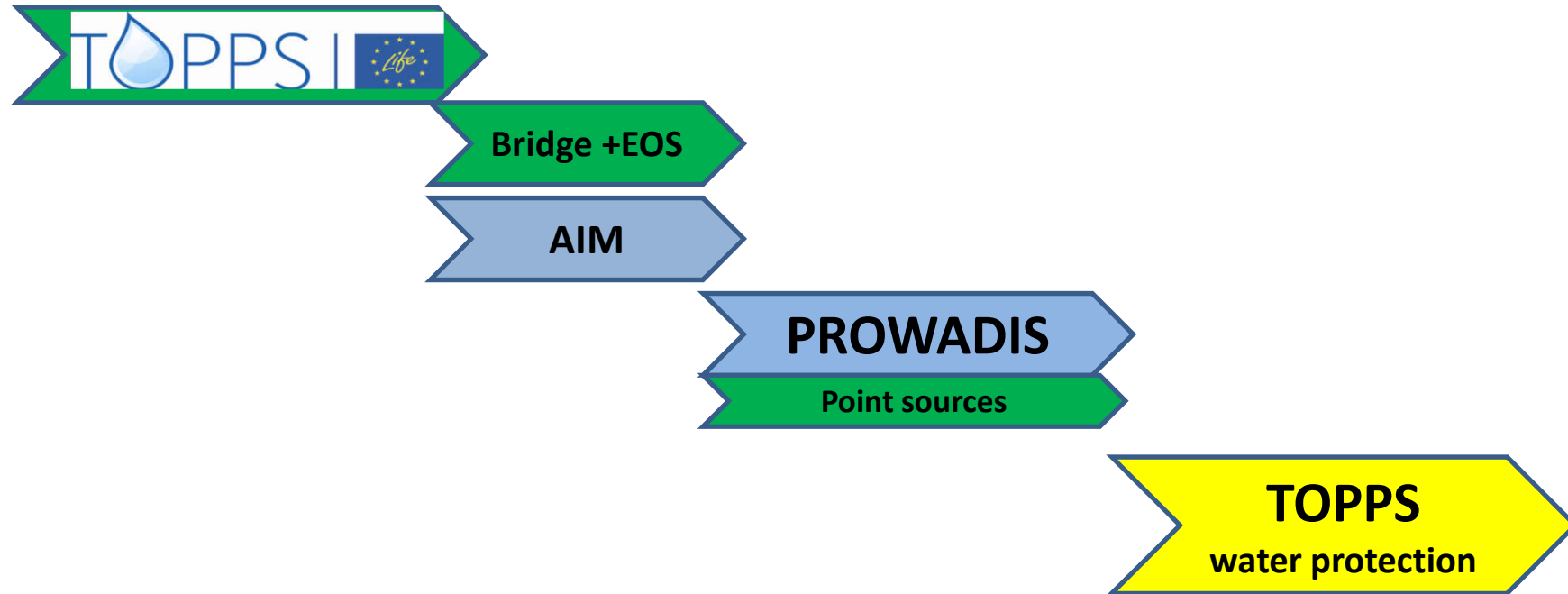


Übersicht

- Einleitung und allgemeine Informationen
- Runoff / Erosion
- Hauptfaktoren für Runoff
- Risikodiagnose im Wassereinzugsgebiet
- Risikodiagnose im Feld
- Dashboard: Risikoeinstufung
- Verbindung von Diagnose mit Reduktionsmaßnahmen
- Reduktionsmaßnahmen- Werkzeugkasten
- Empfehlungen
- Beispiele



TOPPS ist ein langfristiges Projekt der europäischen Pflanzenschutz Industry zur Verbesserung des Wasserschutzes



Nov 2005

Oct 2008

Dec 2010

May 2011

End 2014

2017

Train Operators Promote best Practices & Sustainability



TOPPS – Projekte werden EU weit durchgeführt

BMPs /dissemination	Point source		Diffuse	All	
	TOPPS life	TOPPS extesion			TOPPS EOS
Austria					
Belgium					
Bulgaria					
Croatia					
Cyprus					
Czech Republic					
Denmark					
Estonia					
Finland					
France					
Germany					
Greece					
Hungary					
Ireland					
Italy					
Latvia					
Lithuania					
Luxembourg					
Malta					
Netherlands					
Poland					
Portugal					
Romania					
Slovakia					
Slovenia					
Spain					
Sweden					
United Kingdom					

TOPPS – Punkteinträge

BMPs / Materialien entwickelt
Europa weit (23 Länder)

TOPPS – EOS

Umweltoptimierte Spritze
Experteninformations-System.

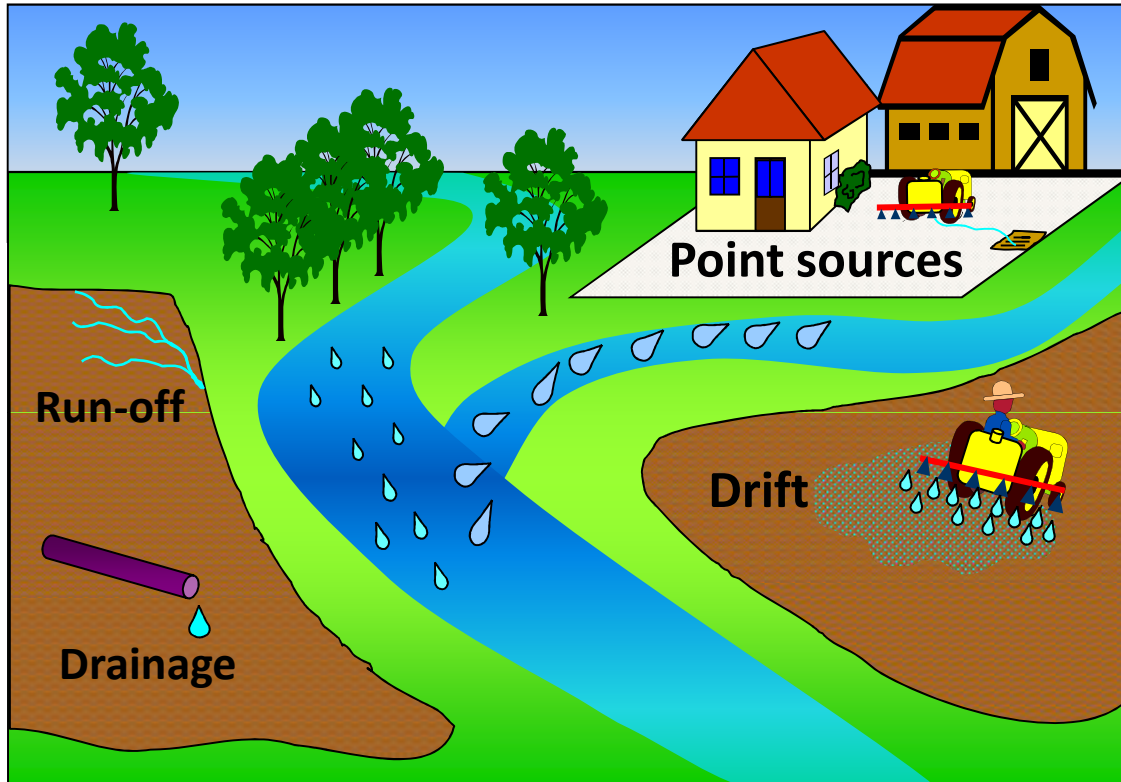
TOPPS-prowadis

7 Länder
BMPs + Materialien entwickelt zur
Reduktion diffuser Einträge

TOPPS water protection

12 Länder
Training, Publikationen
Unterstützung der Einführung von
BMPs (Best Management Practice)

Bedeutung der Eintragungspfade von PSM in Oberflächenwasser



Diffuse
Einträge

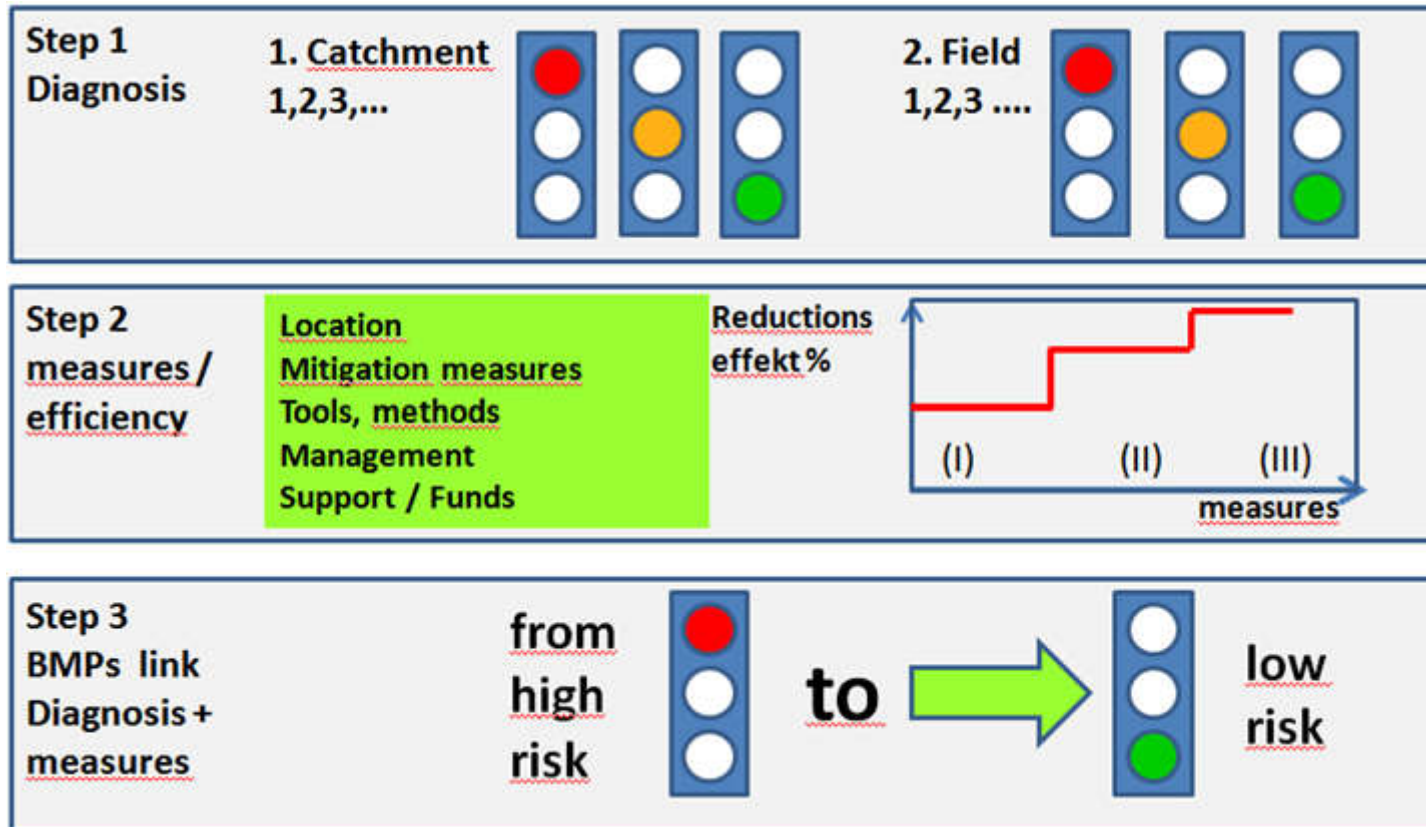
**Runoff
about
35 %**

**> 50 %
Punkt-
einträge**

...vom
Feld

.... vom
dem Hof

BMP – Konzept schrittweiser Prozess

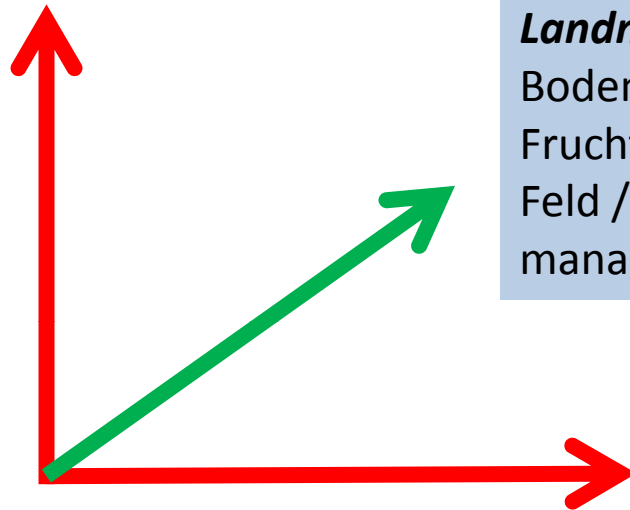


BMP = Diagnose + angepasste Reduktionsmaßnahmen

Risikodimensionen für Runoff

**Wetter
dynamik**

Niederschläge
*Nicht vorhersagbar
für spezielles Feld*



Landnutzung

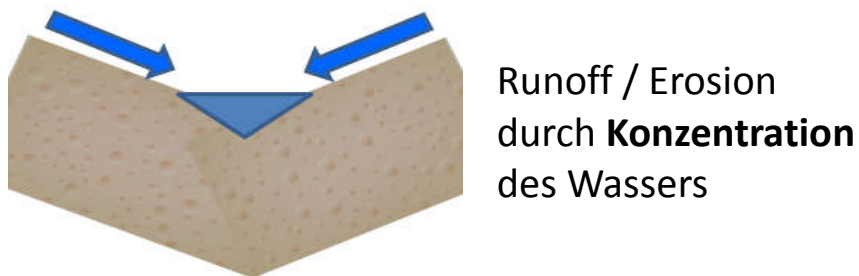
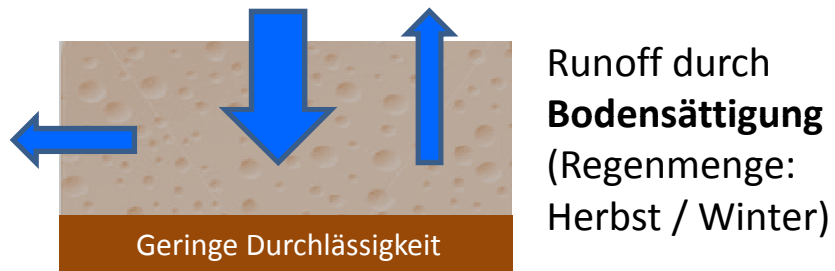
Bodenbearbeitung
Fruchtfolge
Feld / Landschafts-
management

Landschaft : stabil

Boden, Hangneigung, Hydrologie,
Vegetation

Wir können im wesentlichen nur die Landnutzung beeinflussen

3 Fälle sind zu unterscheiden



Oberflächen Abfluß (Runoff) wird verursacht durch Regen und Schneeschmelze. Runoff trägt Nährstoffe ,PSM und Boden aus den Feld durch nicht ausreichende Wasserinfiltration.

Runoffrisiko – gestörte Infiltration



Regenintensität
(große Mengen
in kurzer Zeit)

**Hohes
Runoffrisiko**



Regenintensität
(gering Menge
verteilt auf lange
Zeit)

**Geringes
Runoffrisiko**

Keine ver-
schlammten Böden
Permeabilität hoch

Verschlammte
Böden. Oberfläche
Permeabilität gering

.... Hauptsächlich ein Problem der Regenintensität im
Frühjahr / Sommer)

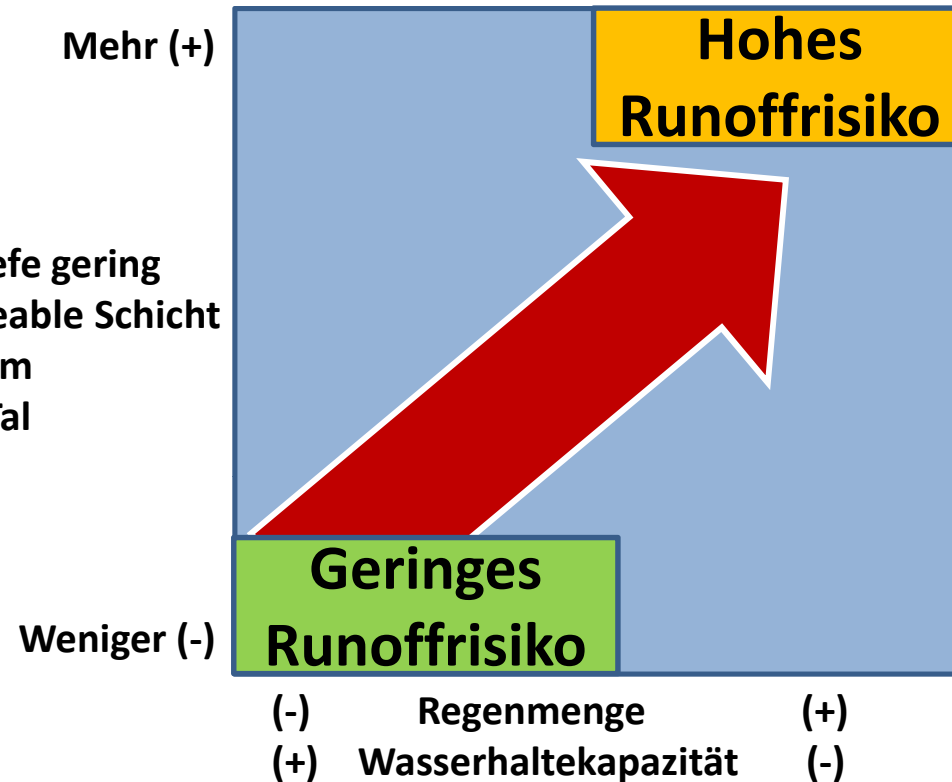


Runoff gestörte Infiltration (Bodenverschlammung)

Runoffrisiko - durch Wassersättigung



- Bodentiefe gering
- Impermeable Schicht
- Hangform
- weites Tal



.... Regenmenge Wasserspeicherung und geringer Wasserverbrauch sind das Problem (Winter)



Runoff durch > Wassersättigung

Faktoren die das Runoffrisiko bestimmen

Entfernung zu Oberflächenwasser



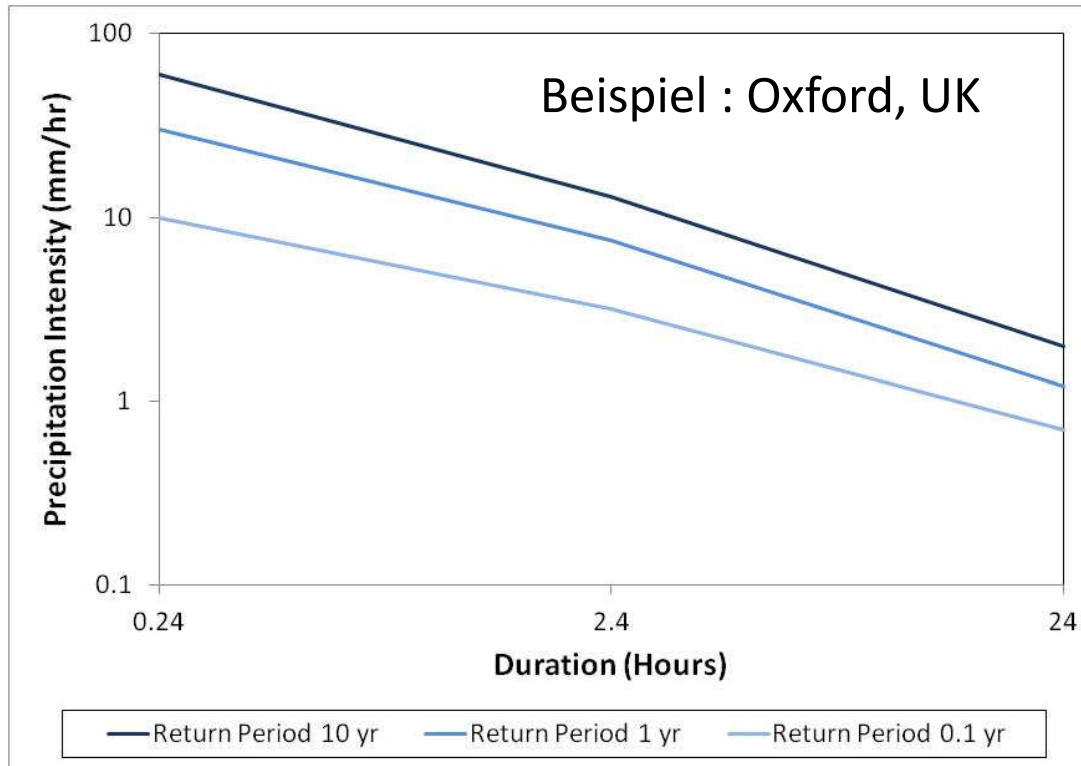
Rohr unter der Straße mit anschließender Furche fördert Runoff Wasser schnell zum angrenzenden Gewässer.

- Felder die Runoff produzieren und weit entfernt sind von Oberflächenwasser stellen ein geringes Risiko für PSM Einträge dar.
- Wichtig ist nicht nur die Entfernung zu einem Gewässer sondern der Verbindungsweg der zu einem Gewässer besteht (Straßen, Kanalrohre)
- Beachten Sie „Abkürzungen“

Faktoren die das Runoffrisiko bestimmen

Wetter / Regenereignisse

- Wettermuster – Häufigkeit, Intensität & Dauer

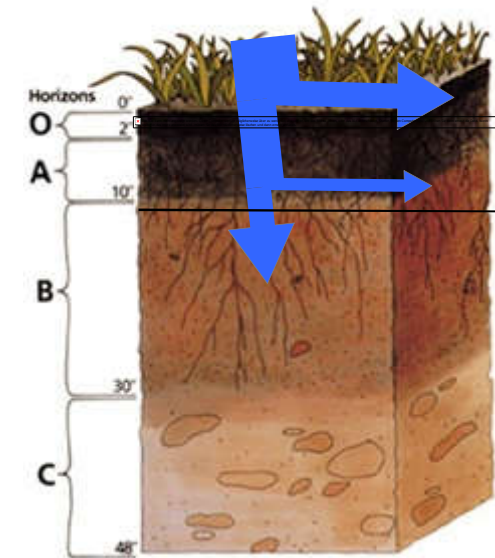
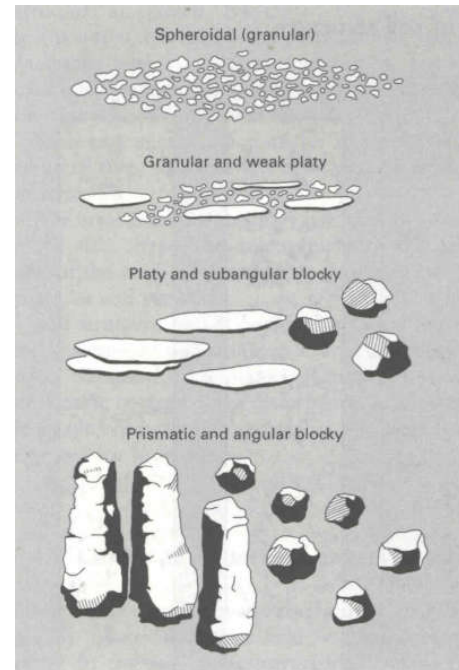
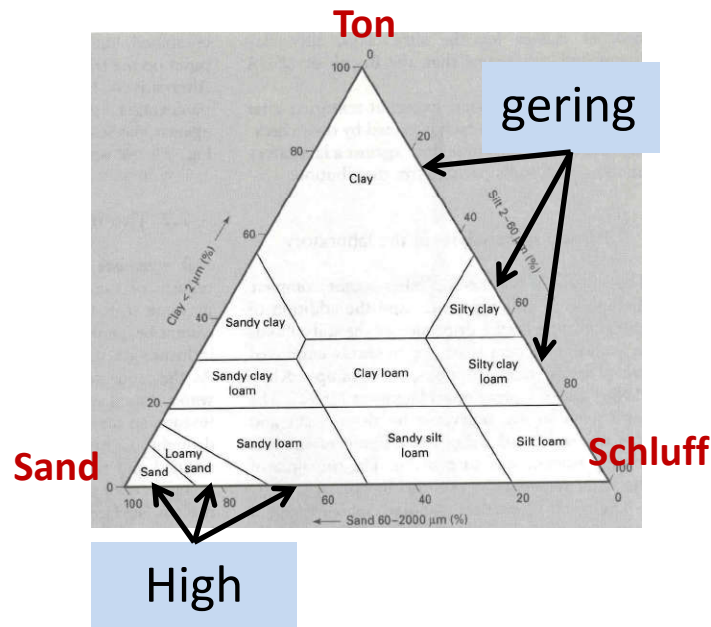


REPRESENTATIVE WETTERBEDINGUNGEN SOLLTEN DIE BASIS SEIN FÜR DIE EMPFEHLUNG SINNVOLLER REDUKTIONSMASSNAHMEN – EXTREMSTE WETTEREREIGNISSE SIND DURCH REDUKTIONSMASSNAHMEN KAUM ZU HANDHABEN.

Faktoren die das Runoffrisiko bestimmen Boden

Runoff & Erosion sind *komplex* werden aber wesentlich beeinflusst durch:

- Durchlässigkeit des Bodens – Textur, Struktur & Schichtung, Bedeckung



Reduktionsmaßnahmen beeinflussen die Wasserinfiltration

Faktoren die das Runoffrisiko bestimmen Landschaft

- **Topographie – beeinflusst Menge & Geschwindigkeit von Runoff**

Hangneigung



Hangform



„Oberflächenrauheit & Oberflächenbedeckung



Hanglänge und
Bewuchs



Reduktionsmaßnahmen konzentrieren sich auf die Struktur der Bodenoberfläche

Anzeichen für Runoff



Spritzerosion



Runoff in Fahrspuren und Furchen



Abschwemmungen und Sedimentierung



Furche im Talweg

Anzeichen für Sedimentablagerungen



Pictures: Unito, Arvalis, IRSTEA

Spezialform von Runoff / Erosion Konzentrierter Runoff



Picture: R.Poulsen DAAS, DK

- Wasser akkumuliert im Feld und bildet einen Wasserstrom.
- Anzeichen von konzentriertem Wasserabfluß erfordern immer Reduktionsmaßnahmen.
- Konzentrierter Abfluß von Wasser ist meist verbunden mit Bodenverlagerung (Erosion)

Konzentrierter Runoff



Anzeichen von Erosion zeigen konzentrierten Wasserabfluß und verlangen immer Reduktionsmaßnahmen.

Drainage

Drainagesysteme transportieren Überschußwasser aus dem Feld mit dem Ziel Felder produktiv zu nutzen oder um Versalzung zu verhindern (semiaride / aride Gebiete)



Drainage von Überschußwasser

Wichtig: Drainagewasser wird üblicherweise aus dem Feld geleitet. Reduktionsmaßnahmen fokussieren sich deshalb auf Maßnahmen außerhalb des Feldes (Rückhaltestrukturen).

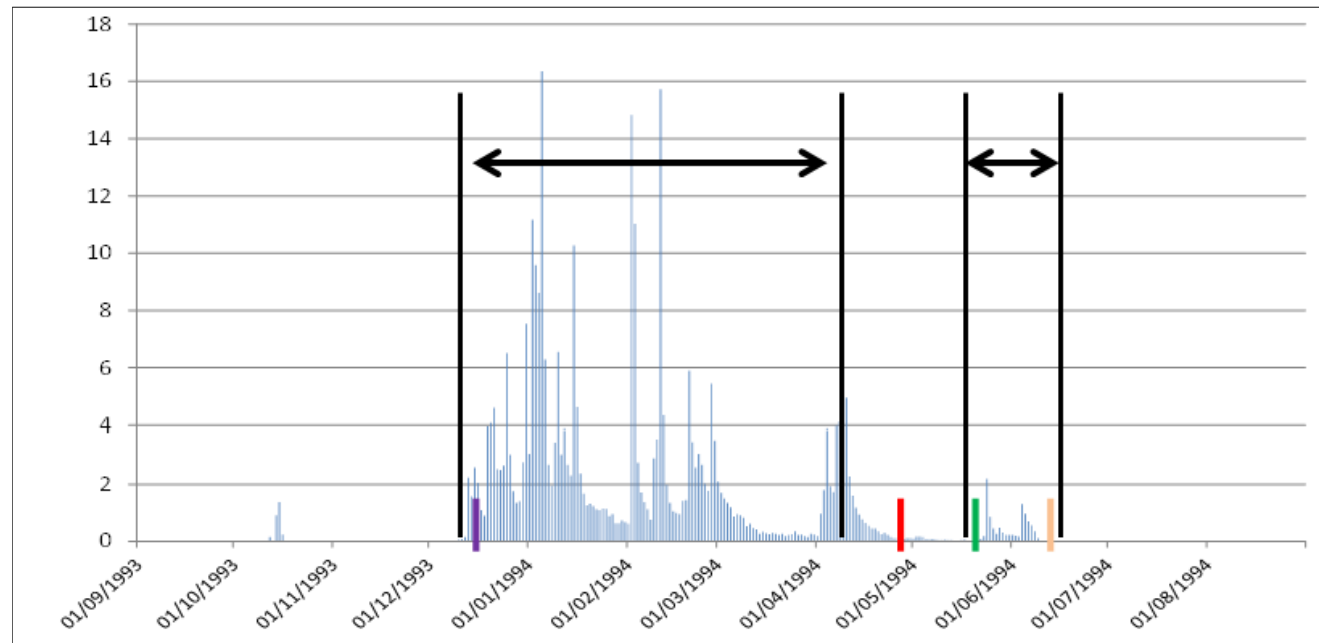
Das Risiko der Wasserkontamination durch PSM ist geringer als bei direktem Feldabfluß da durch die Wasserbewegung im Boden die Abflußgeschwindigkeit reduziert wird und die längere Verweilzeit im Boden zu einem erhöhten Abbau von PSM führt.

Weitere Optionen sind die Applikationszeiten am Drainagefluß auszurichten (Applikation nach Drainageperiode)

- Ausfluß aus Drainage während Wassersättigung des Bodens (Spätherbst / Frühjahr)
- Lokale Wetterstationen liefern Daten zur Wassersättigung des Bodens
- Prüfen Sie vor Applikationen ob Drainage läuft.

Drainagefluß hängt ab von Wassersättigung des Bodens

Beispiel: Western France (La Jaillière) 1993 / 1994



Drainagefluß
Jan bis Ende März

Drainagefluß
Frühsommer (Jun)

Vermeiden Sie Applikationen von PSM während der Boden wassergesättigt ist

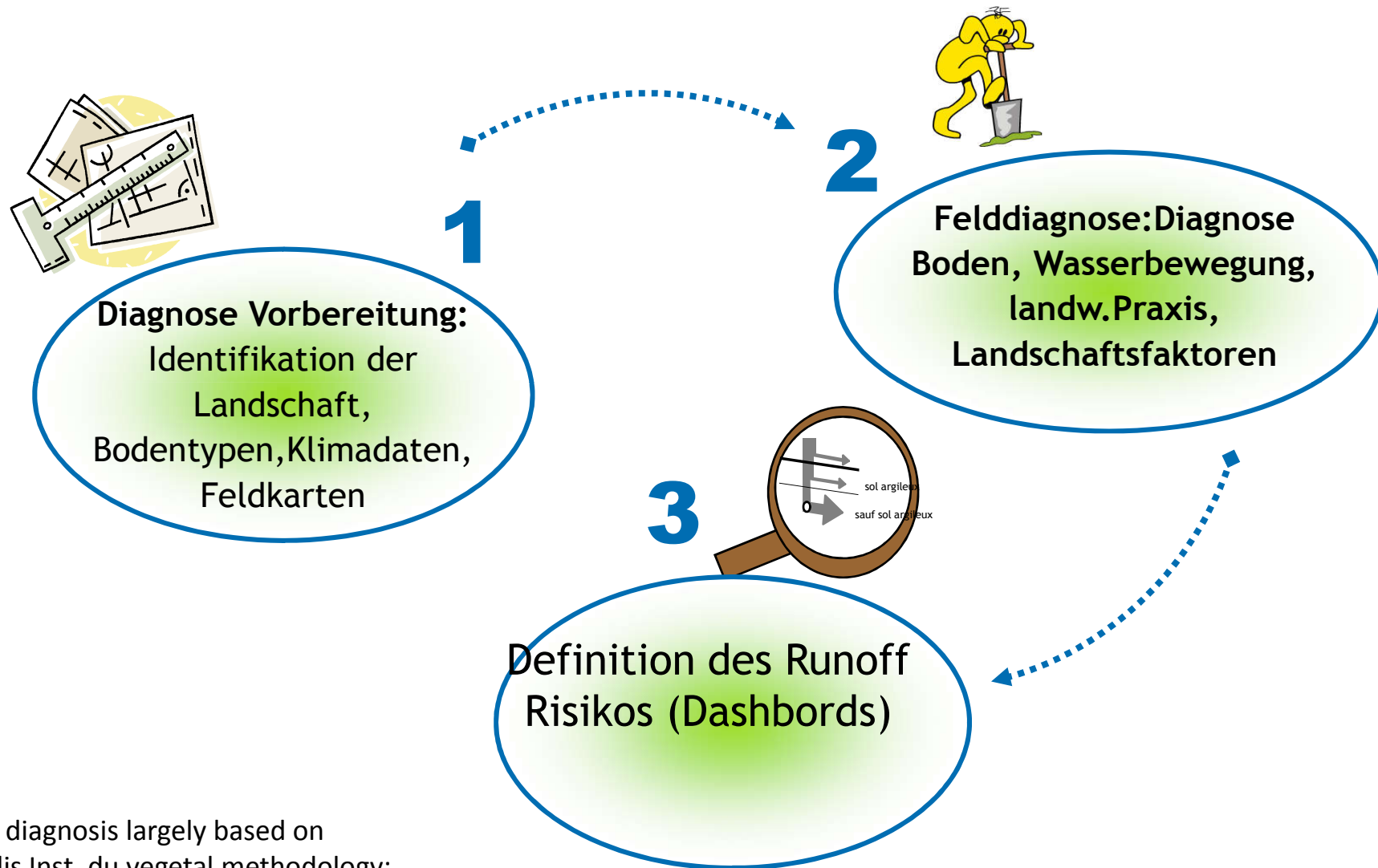


Diagnosis in Praxis

Einzugsgebiet

Feld

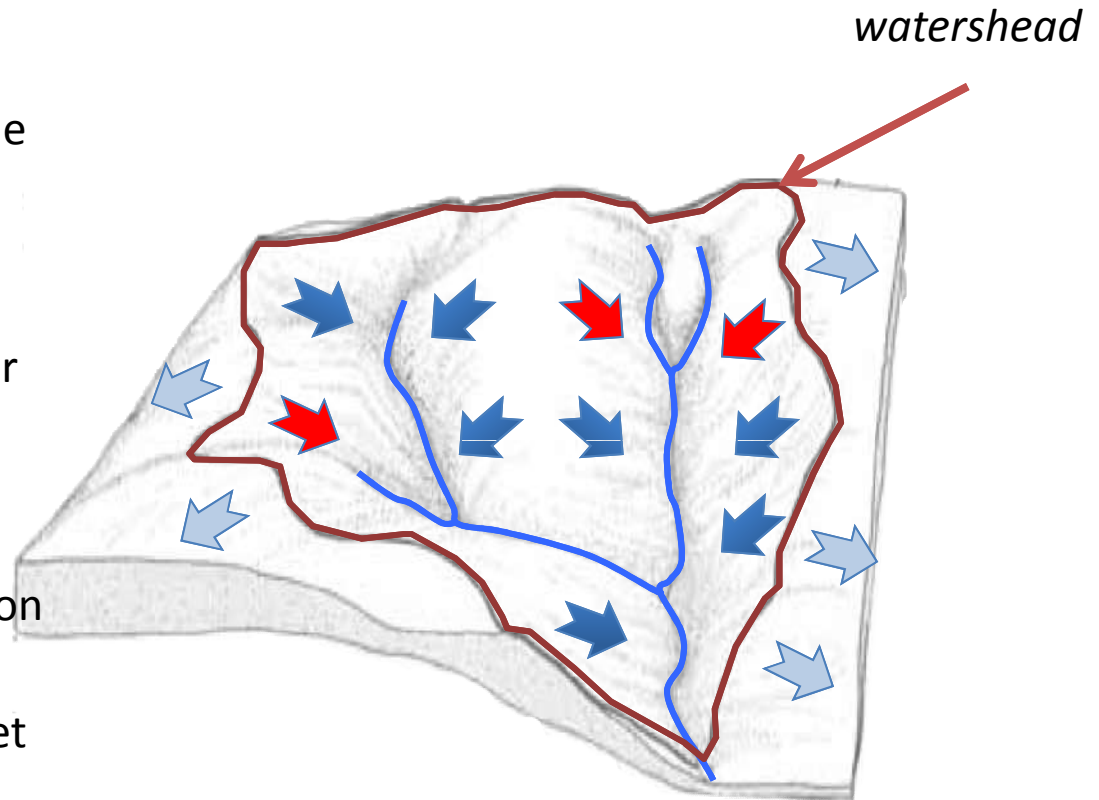
Einzugsgebiet + Felddiagnose



Field diagnosis largely based on
Arvalis Inst. du vegetal methodology:
AquaPlaine

Diagnose auf Einzugsgebietsebene

- Runoff entsteht auf der Fläche des Einzugsgebietes.
- Kontaminierung von Wasser kann durch angrenzende oder entfernte Felder verursacht sein.
- Reduktion von Runoff / Erosion kann Maßnahmen erfordern die das gesamte Einzugsgebiet betreffen.

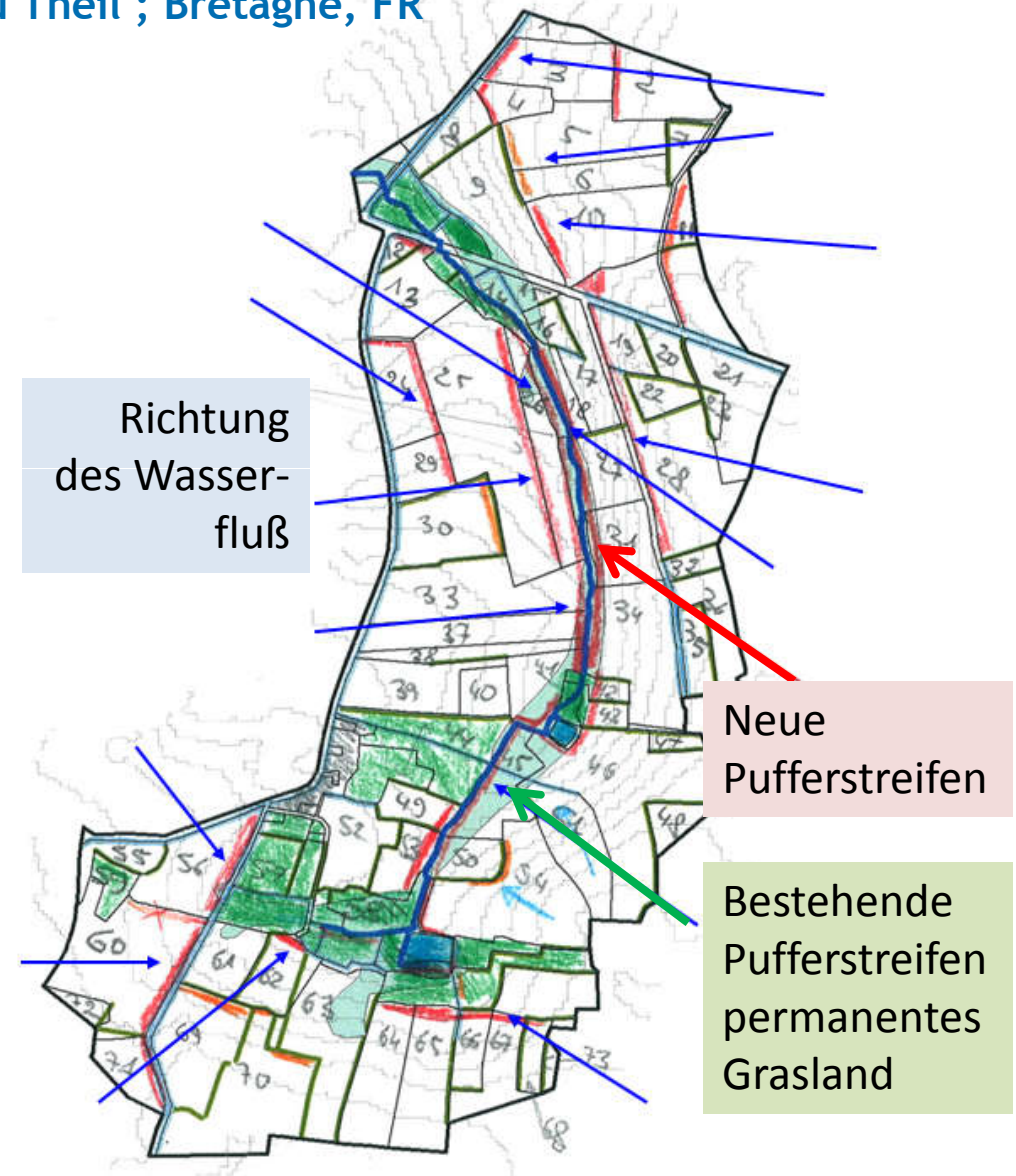


Nicht alle Felder in einem Einzugsgebiet tragen in gleichem Umfang zu Runoff und Erosion bei

Diagnoseergebnis auf Einzugs- gebietsebene

Beispiel: Fontaine du Theil ; Bretagne, FR

- Topographische Information im Einzugsgebiet
- Hydrologisches Netz (Gewässer, Kanäle)
- Wasserfluß und Richtung im Einzugsgebiet
- Feldkarten/ Größe / Lage / landwirtschaftliche Praxis



Einzugsgebietsdiagnose

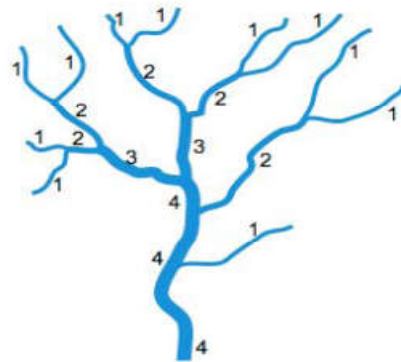
Zwei Diagnose Ansätze:

a) Vom Gewässer aus
(Ripariananalyse)

Bachufer, existierend Puffer, Vegetation der Puffer, angrenzende Felder, Hydromorphie, Verbindung zwischen Gewässern und Hangneigung

b) Vom Einzugsgebiet aus
(Catchmentanalyse)

Wasserfluß im Einzugsgebiet, Pufferwirkung ausreichend?, Boden – infiltration , Beobachtung von Runoff?, Feldbeobachtungen



Fokus on Gewässer 1 , max 2 Ordnung

Felddiagnose



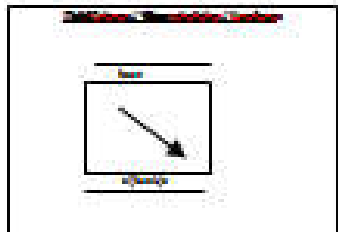
Felddiagnose



Picture: EP-InAgro

Fieldform

Field name and N°: 82 Crop in place and rotation: blau Tillage system: Resistant weed: Ja/Ne	Drainage network: Ja Which one:
--	------------------------------------



Resistant weed:

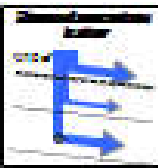
Plant type	0-100 cm	100-150 cm
Flachsaat	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne
Fruchtfolge	Ja/Ne	Ja/Ne


Resistant weed:


Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne
 Operational weed: Ja/Ne

Resistant weed:

Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne
 Controlled in forest: Ja/Ne





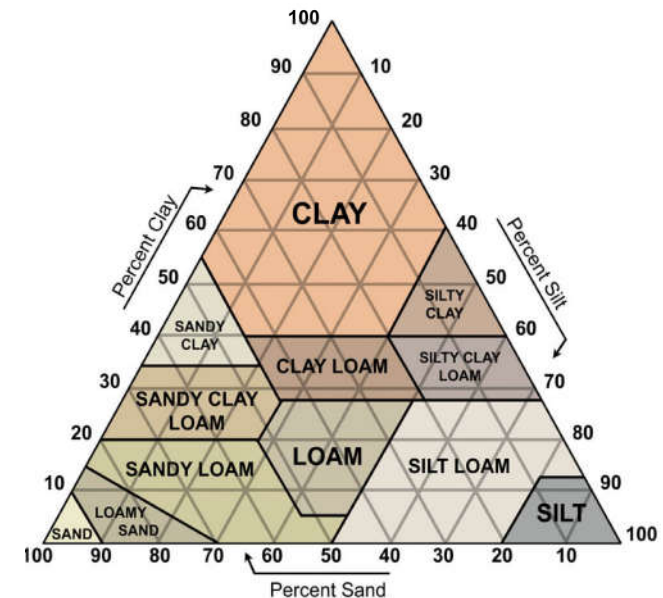


Resistant weed: **Controlled in forest:**

Welche Informationen werden benötigt ?

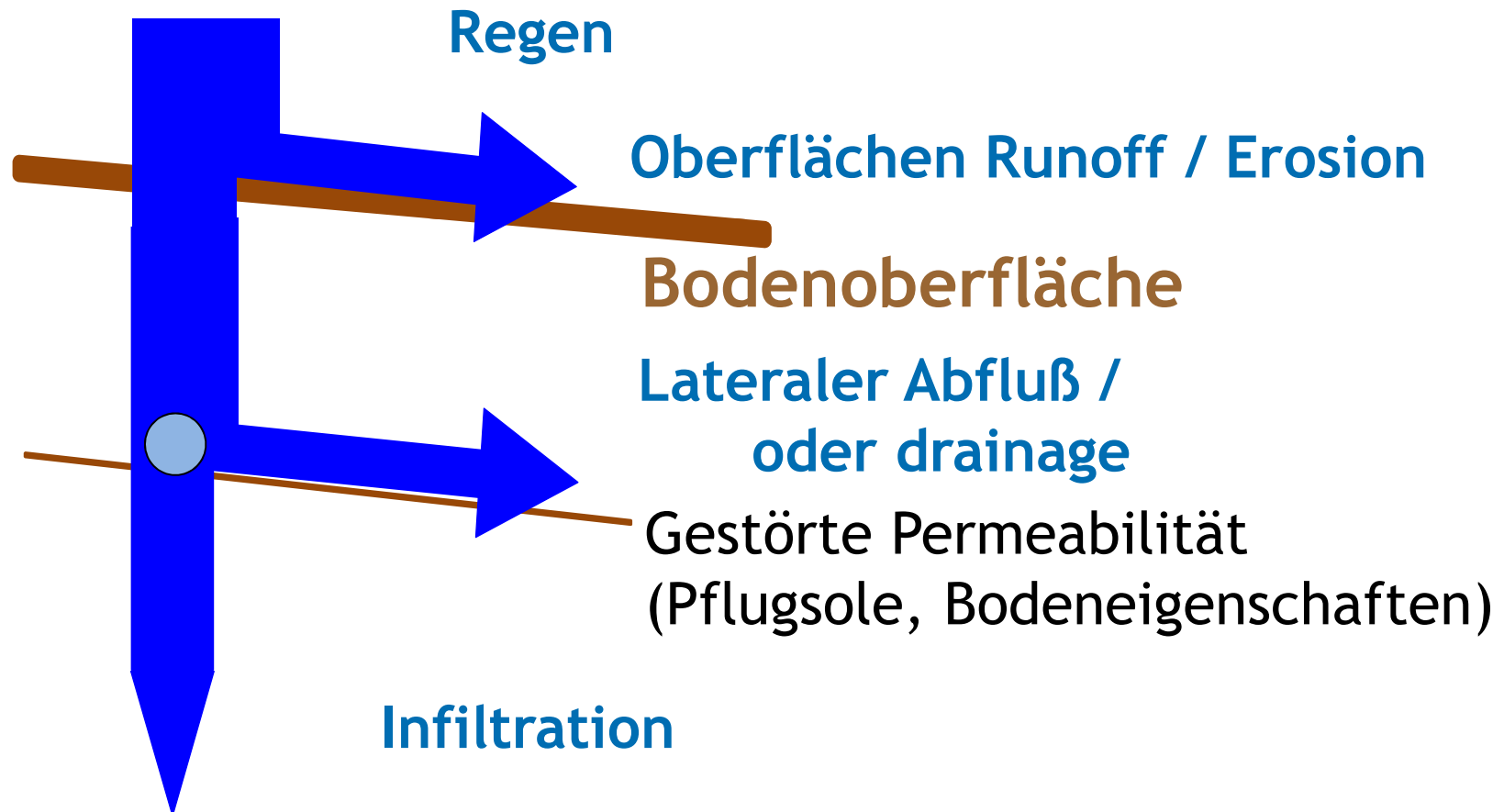
Bodeneigenschaften (Feldmethoden)

- Bestimmung Substratdurchlässigkeit
- Bestimmung der Durchlässigkeit des Oberflächenshorizonts
- Bestimmung der saisonalen Durchlässigkeit des Bodenprofils
- Bestimmung der verfügbaren Wasserkapazität im Oberboden
- Gibt es Anzeichen für Bodenverschlammung oder Runoff symptome?



Felddiagnose

Identifizierung von Wasserbewegung im Boden
und deren Intesität nach Runoff type



Felddiagnose

Beurteilung des Einflusses der landwirtschaftlichen Praxis: Bodenbearbeitung & Anbaupraxis

Bodenbedeckung
(Kultur / Saatzeit)

Bodenbearbeitung
(Intensität / Oberflächen-
beschaffenheit)

Fruchtfolge /
Kulturverteilung
(Winter / Frühjahr)



Symptome zeitweiser Wassersättigung des Bodens

Hydromorphie hinterläßt sichtbare Spuren zeitweiser Wassersättigung im Boden. Dies Symptome entstehen durch Luftabschluß, bei gestörter Versickerung des Wassers , hohem Grundwasserstand oder durch wenig durchlässige Bodenschichten.

Indikatoren:

- Unterhalb des Oberbodens gefärbte Zonen / Einschlüsse sichtbar (grünlich bis gräulich gefärbt, Eisen und Magnesium Einschlüsse (braun bis schwarz).
- Geringe Durchlässigkeit im Unterboden (tonige, lehmige Böden, Gesteinschichten, nicht karstige Kalksteinschichten).
- Boden bleibt nach einem Regen für mindestens 2 bis 5 Tage naß.



Symptome zeitweiser Wassersättigung des Bodens



Symptome für verschlammte / verkrustete Böden

Zur Verschlämmung neigende Böden:

- schwache Aggregatstruktur der Bodenoberfläche (Verdichtungseffekt durch Aufprall Regentropfen)
- Boden bildet Kruste an der Oberfläche, die Wasserinfiltration verhindert.
- Böden mit größeren Anteilen von Feinsand und schluffige Böden sind anfällig für Verkrustungen der Oberfläche.

Indikatoren:

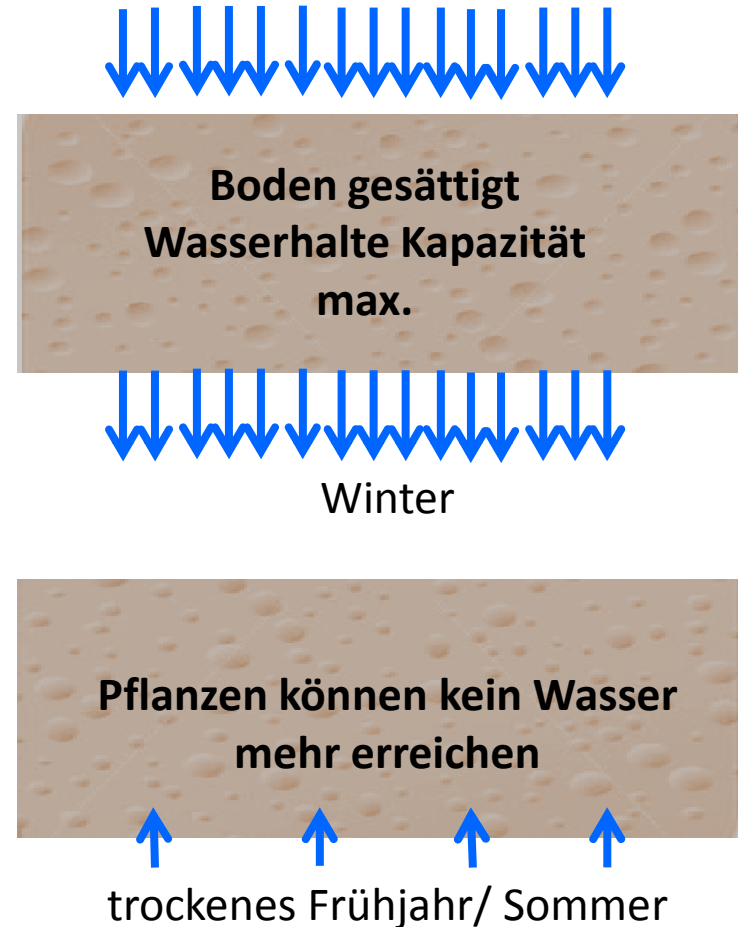
- feine Sedimentschichtung ist sichtbar an der Bodenoberfläche.
- Boden verfügt über wenige bzw. keine mittleren bis größeren Sandpartikel.
- Verkrustete Böden nicht verwechseln mit "gerissenen" Böden die vor allem bei Austrocknung tiefe Risse bilden können (> 35% Ton)



Feldkapazität – Maß für die Wasserhaltefähigkeit des Bodens

Feldkapazität/ Wasserhaltekapazität

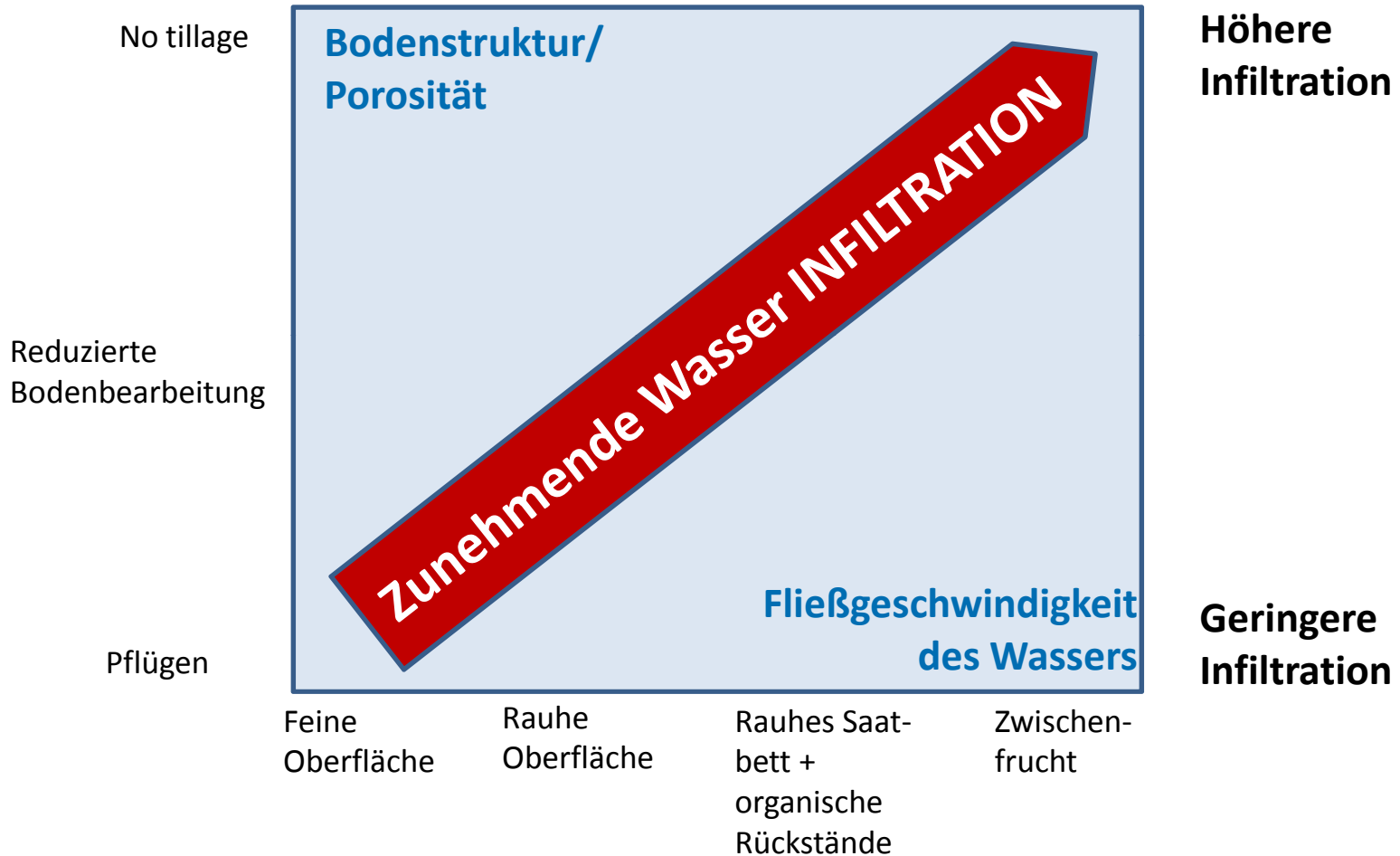
- Menge an Wasser die gegen die Gravitation im Boden gehalten werden kann (mm Wasser – typischerweise berechnet für die Wurzelzone von: z.B. 40 bis 120 cm)
- Wassergehalt im Boden übersteigt die Feldkapazität wenn Wasserinfiltration hoch ist und fällt ab durch den Wasserverbrauch der Pflanzen (Evapotranspiration).
- Wassergehalt in Böden variiert zwischen Feldkapazität und Welkepunkt (Wurzeln können unterhalb des Welkepunktes kein Wasser mehr aufnehmen).



Versickerung ins Grundwasser hauptsächlich im Winter



Anbaupraxis und Bodenbearbeitung stehen in Wechselwirkung und beeinflussen die Wasserinfiltration



.... Nach der Diagnose sollten alle aufgeführten Faktoren beurteilt werden können

Boden:
Textur, Permeabilität
des Bodenprofils

Substrat:
Tiefe, Durchlässigkeit
Neigung

Landschaft:
Hangneigung, Dolinen

Infrastruktur:
Drainage / Wirksamkeit
Pufferstreifen

Wetterdaten:
Regenmuster, Gewässer-
netzwerk

Wasserbewegung im
Boden / Landschaft

Anbaudaten:
Kultur,
Saattermine,
Fruchtfolge,
Bodenbearbeitung

Periode mit
Wasser-
sättigung

Wasserfließ-
richtung

Einfluß Anbaupraxis
auf Wasserbewegung

Intensität der
Wasserbewegungen

Entscheidungstafel : Infiltration - Restriktion

Verbindung zu Oberflächengewässer	Permeabilität des Oberbodens		Hangneigung		Risikoklasse und Szenario
Feld mit direkter Verbindung zu einem Gewässer	NIEDRIG	STEIL (> 5%)		I 7	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Hohes Risiko</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">Mittleres Risiko</div> <div style="background-color: gray; padding: 5px; text-align: center;">Geringes Risiko</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">Sehr geringes Risiko</div>
		MITTEL (2-5%)		I 6	
		FLACH (< 2%)		I 5	
	MITTEL	STEIL (> 5%)		I 4	
		MITTEL (2-5%)		I 3	
		FLACH (< 2%)		I 2	
	HOCH	STEIL (> 5%)		I 3	
		MITTEL (2-5%)		I 2	
		FLACH (< 2%)		I 1	
Feld ohne direkte Verbindung zu einem Gewässer	Transfer bzw. Ablauf von Run-off	JA	Run-off erreicht Gewässer	JA	T 3
			NEIN	T 2	
	NEIN				T 1



Entscheidungstafel: Wassersättigung

Nähe zum Gewässer	Drainage	Topographie	Unterboden, Permeabilität		FK*	Risikoklasse und Szenario
Feld mit direkter Verbindung zum Gewässer	Ohne Drainage	Unterhang, Hangfuß, Gefälle, konkav auslaufend	Pflugsohle und Permeabilitätsstörung		Alle FK-Werte	S 4
			Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		< 120 mm	S 4
			Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		> 120 mm	S 3
		Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		< 120 mm	S 3	
		Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		> 120 mm	S 2	
		Oberhang bzw. gleichmäßiges Gefälle	Pflugsohle und Permeabilitätsstörung		Alle FK-Werte	S 4
	Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		< 120 mm	S 3		
	Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		> 120 mm	S 2		
	Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		< 120 mm	S 2		
	Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		> 120 mm	S 1		
	Mit Drainage		Alle Lagen	Pflugsohle und Permeabilitätsstörung		Alle FK-Werte
		Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		< 120 mm	SD 3	
Pflugsohle oder Permeabilitätsstörung		> 120 mm		SD 2		
Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		< 120 mm	SD 2			
Keine Pflugsohle bzw. Permeabilitätsstörung		> 120 mm	SD 1			
Feld ohne direkte Verbindung zum Gewässer		Alle Flächen (mit Drainage -> SD-Szenarien beachten)	Run-off-Transfer in tiefergelegenes Feld	JA	Run-off erreicht Gewässer	JA
	Run-off erreicht Gewässer				NEIN	T 2
	NEIN				T 1	





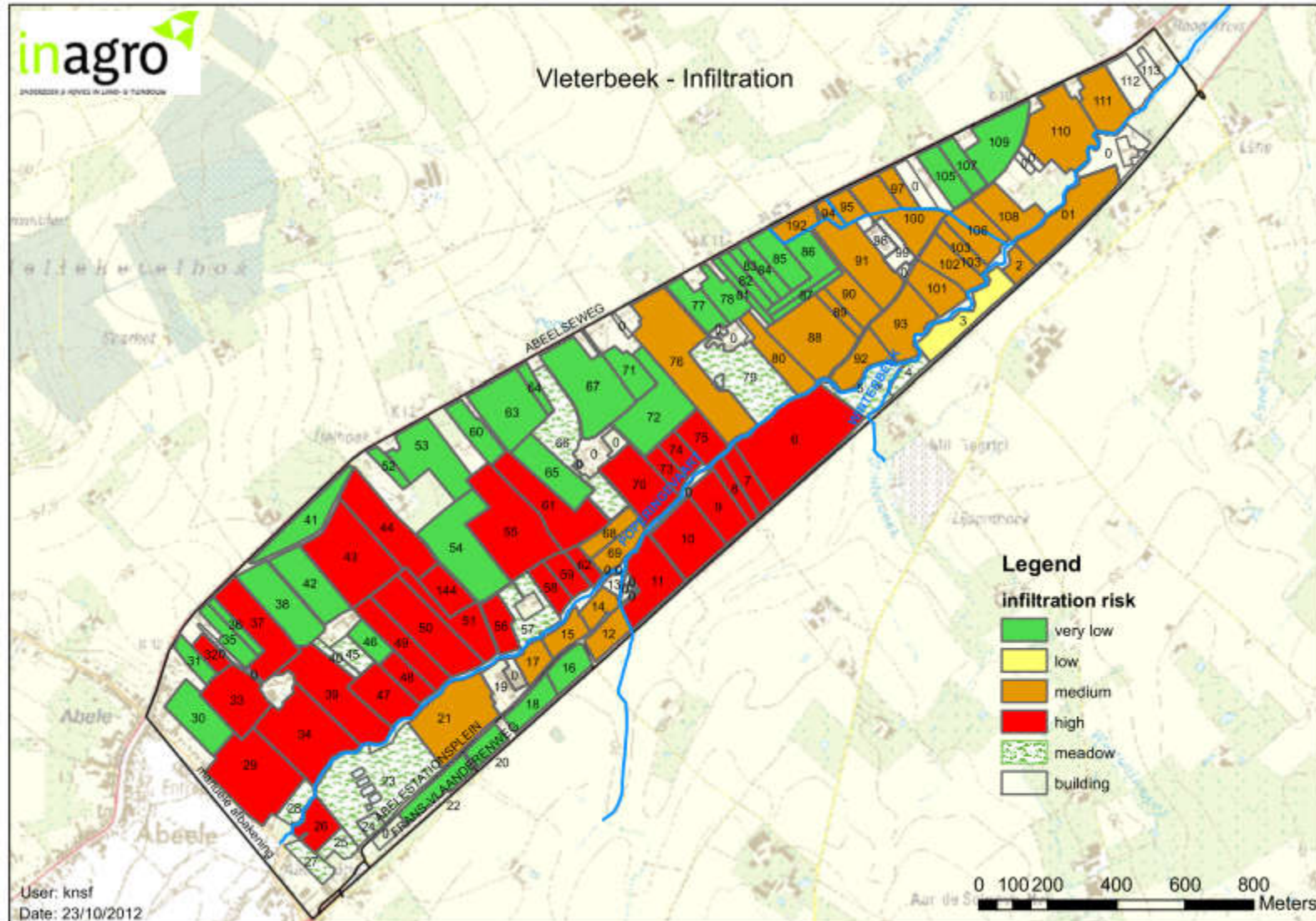
Spezifisch für PSM

- Das Risiko für PSM Einträge in Wasser wird wesentlich beeinflusst durch die Zeit zwischen Applikation und Regenereignis. Eintragsrisiko ist erheblich verringert je länger das Zeitintervall ist
- Je länger PSM in direktem Kontakt mit dem Boden sind desto mehr kann biologisch abgebaut werden.
- PSM transfer in Oberflächenwasser ist abhängig von den chemischen/physikalischen Eigenschaften des PSM.
 - Wasserlöslichkeit (Transfer hauptsächlich mit Wasser)
 - Absorption an Bodenpartikel (Transfer hauptsächlich mit Bodenpartikeln)
- Einträge durch Drainagen sind ein Spezialfall von Runoff (Drainage verhindert Oberflächenabfluß / Abfluß Unterboden)

Maßnahmen zur Reduktion von PSM Einträgen in Wasser reduzieren auch Einträge von N und P

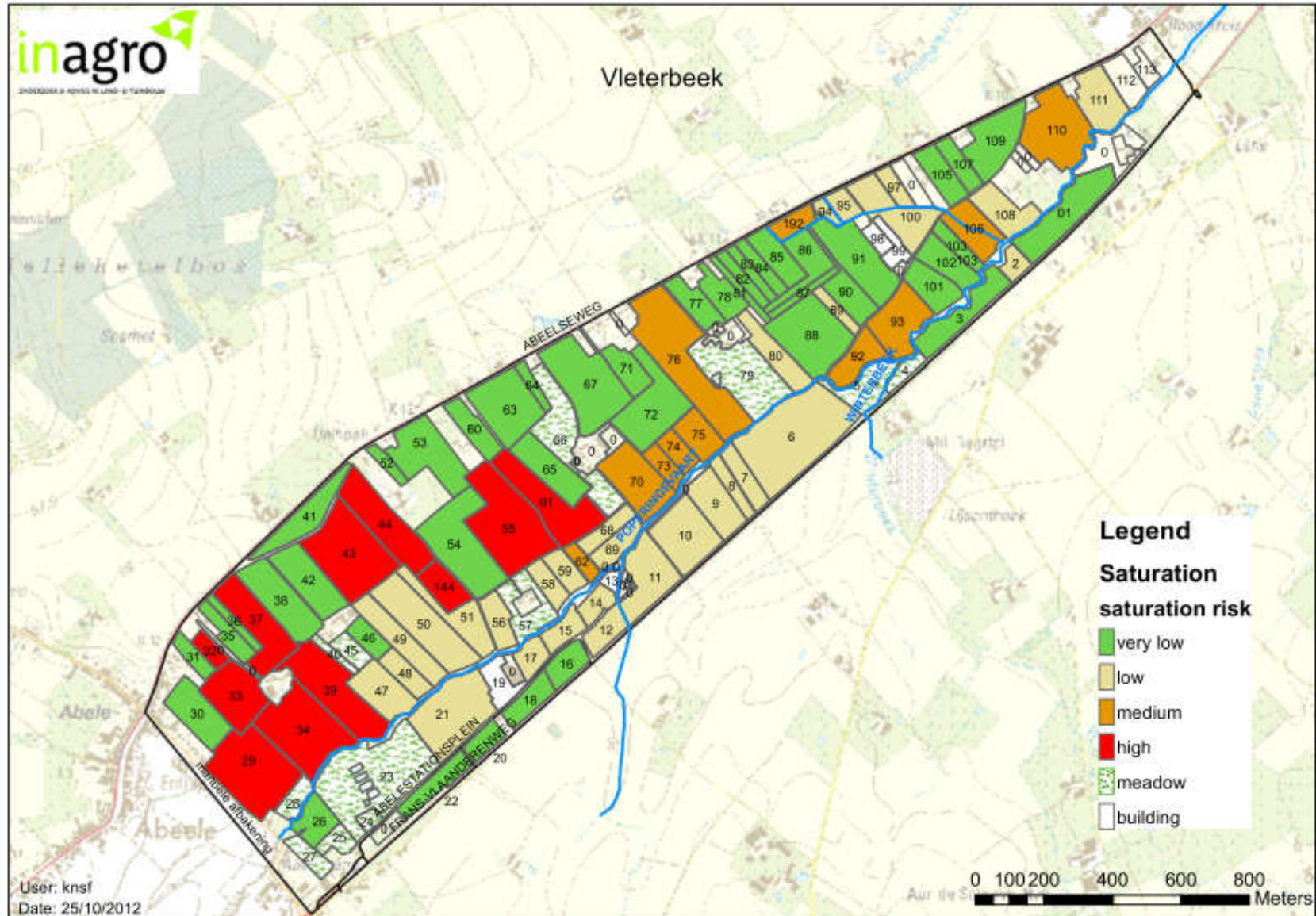
Runoffrisiko Vleterbeek catchment (BE)

1. Runoffrisiko durch wegen gestörter Infiltration



Runoffrisiko Vleterbeek catchment (BE)

2. Runoffrisiko durch Wassersättigung



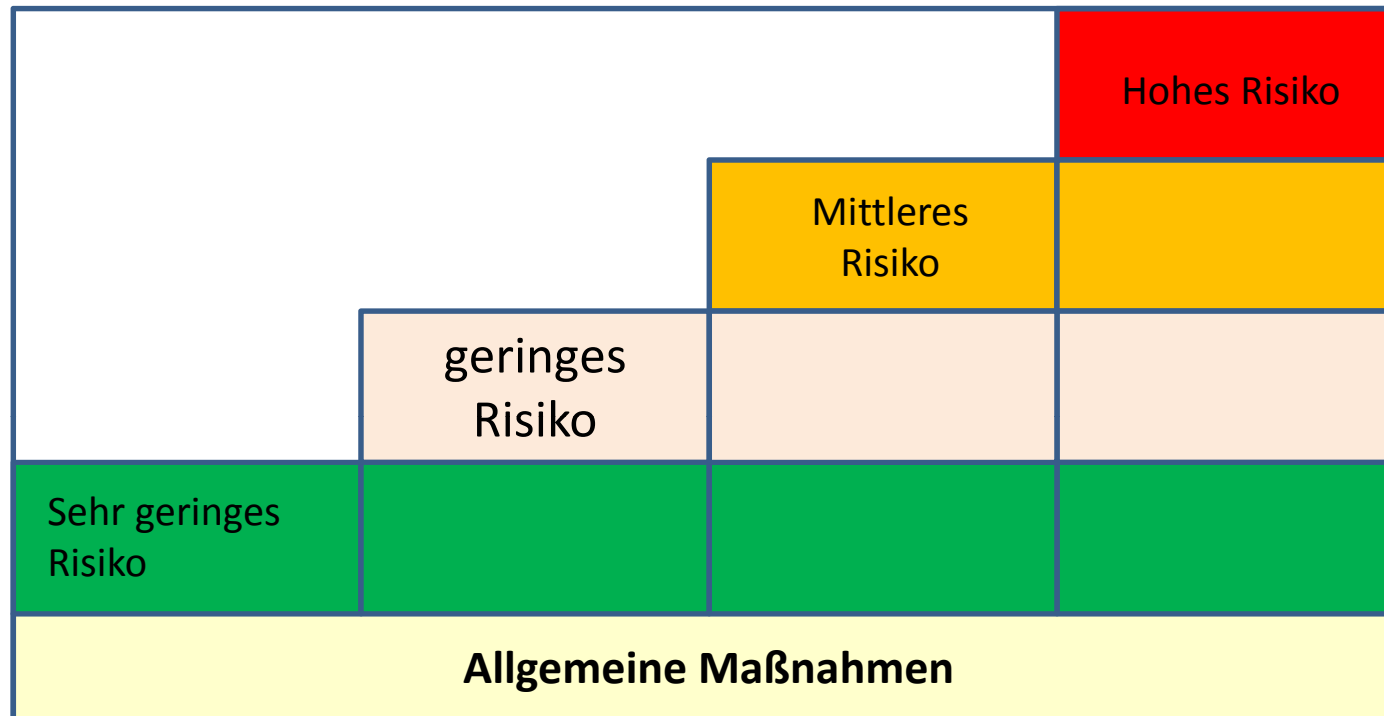


Maßnahmen zur Runoff – Vermeidung angepasst und praktisch

Werkzeugkasten

Bodenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierte Bearbeitung • Fahrgassen Management • Rauhes Saatbeet • Barrieren im Feld 	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächenverdichtung vermeiden • Unterbodenverdichtung vermeiden • Bearbeitung entlang Höhenlinien
Anbaupraxis	<ul style="list-style-type: none"> • Fruchtfolge • Streifenanbau (W/S) • Vergrößerte Vorgewende 	<ul style="list-style-type: none"> • Einjährige Zwischenfrüchte • Mehrjährige Bodenbedeckung • Erhöhung der Saatstärke
Vegetative Puffer	<ul style="list-style-type: none"> • Puffer im Feld • Talweg Puffer • Puffer entlang Gewässer • Puffer am Feldende 	<ul style="list-style-type: none"> • Verdichtung Feldzugang vermeiden • Hecken anlagen / pflegen • Gehölze anlegen /pflegen
Rückhaltestrukturen	<ul style="list-style-type: none"> • Barrieren am Feldrand • Bewachsene Kanäle 	<ul style="list-style-type: none"> • Auffangbecken anlegen • Faschinen / Wasser verteilen
Angepasster Einsatz von PSM	<ul style="list-style-type: none"> • Applikationstermin anpassen • Optimierte saisonale Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • Angepasste Produktwahl / Dosierung
Optimierte Beregnung	<ul style="list-style-type: none"> • Angepasste Technik 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierter Termin und Menge

Auswahl angepasster Maßnahmen



Empfehlungen müssen zum Standort und zum Betrieb passen

Maßnahmen im Feld

Erhöhung der Wasserinfiltration

- *reduzierte Bodenbearbeitung*
- *Bodenverdichtungen aufbrechen*
- *mehr organische Substanz*
- *Bodenaggregate stabilisieren (CA)*

Wasserfluß verlangsamen

- *rauhes Saatbett /Barrieren*
- *Bodenbedeckung*
- *anlegen /management von Fahrgassen*
- *entlang der Höhenlinien arbeiten*
- *Nutzen von Puffern im Feld*

Wasser verbrauchen

- *Zwischfrüchte anbauen*



Priorität 2. Vermeide Runoff ausserhalb des Feldes

Erhöhung Wasserinfiltration und Zurückhalten von Bodenpartikeln

- *Vegetative Puffer*
Graspuffer (permanent / zeitweise
Gras + Hecken
- *Fruchtfolge optimieren*
Kulturpflanzen als Puffer nutzen
(Reihenkulturen + Flächenkulturen)
- *Fascinen anlegen*
- *Feldgrößen anpassen*
- *Fruchtfolge im Einzugsgebiet optimieren*
- *Einrichtung von Barrieren in und*
außerhalb der Kultur
- *Terrassen anlegen*



Reduktionsmaßnahmen im Einzugsgebiet

Anlage von Rückhalte Strukturen

- *Entwicklung natürlicher Auffangbecken (Wasserinfiltration, Wasserevaporation, PSM - Abbau)*
- *Bewachsen Kanäle nutzen um Runoff zu sammeln und zeitweise zurückhalten*
- *Künstlich Rückhaltebecken anlegen*



Aufbrechen von Bodenverkrustungen



Mais- verkrusteter Boden



Mais – Aufbrechen der Kruste

Rauhes Saatbett



Bodenbedeckung



Reduziert Bodenbearbeitung



Faschinen effektiv zur Verteilung und Verlangsamung des Wasserflusses



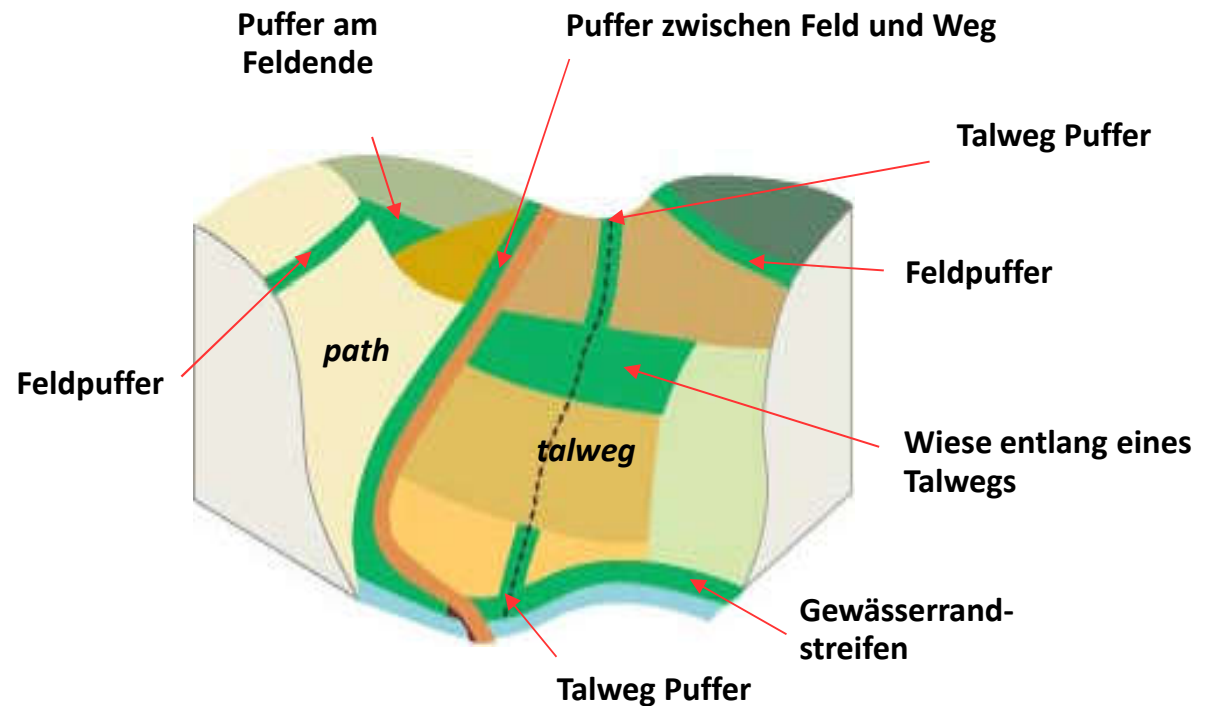
Barrieren bauen zur Verlangsamung des Wasserflusses und zur Erhöhung der Infiltration



Vegetative Pufferstreifen

Definition von Landschaftselementen

- Hanglänge
- Hangform
- Talweg
- Natürliche Puffer
- Feldgrößen





Anlage nicht permanenter Puffer: Gerste im Maisfeld



Doppelte Saatstärke in Talweg:





Pufferstreifen entlang eines Gewässers



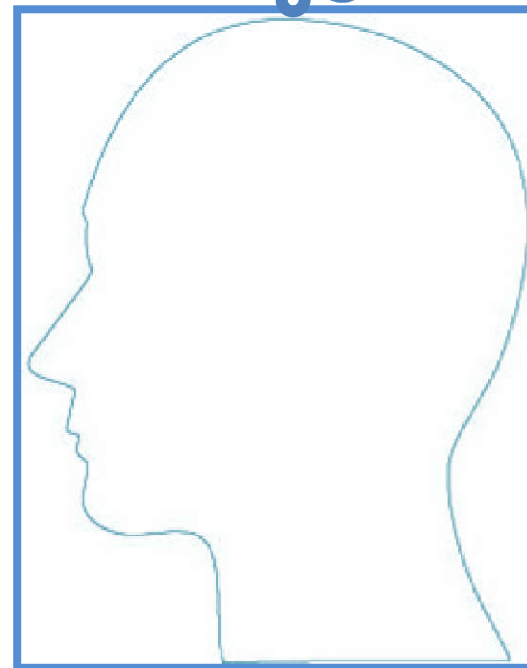
Pufferstreifen in Talwegen



Picture:USDA

Einträge von PSM in
Oberflächengewässer durch
Runoff und Erosion können
wir nicht komplett
verhindern

aber wir können diese
erheblich reduzieren durch
angepasste
Reduktionsmaßnahmen



*Problems and
their solutions
only exit in
our minds*

Bessere Wasserschutz beginnt in unseren Köpfen