

Gewässer- und umweltschonender Pflanzenschutzmitteleinsatz

Institut für Pflanzenschutz

K. Gehring

Gewässerschutztagung 2016

St. Pölten, 27/01/2016

Agenda

- Gute fachliche Praxis
- Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt
- Belastungspotenziale durch Run-off & Erosion
- Schlagspezifisches Risikomanagement
 - TOPPS_{PROWADIS} Methode
- Effizienz von Vermeidungsmaßnahmen
- Verlagerung durch Abdrift und Verdunstung
- Abdrift – Risikobewertung und –minimierung
- Abdrift-Bewertung im Acker-/Obst-/Weinbau
 - TOPPS_{Spray Drift Evaluation Tool}
- Fazit



Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz

Handlungsprinzip & Rechtsgrundlage:

- I. Gesunderhaltung, Schutz und Qualitätssicherung von Kulturpflanzen und pflanzlichen Produkten.



- II. Abwehr von Gefahren durch Pflanzenschutzmittel für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt.

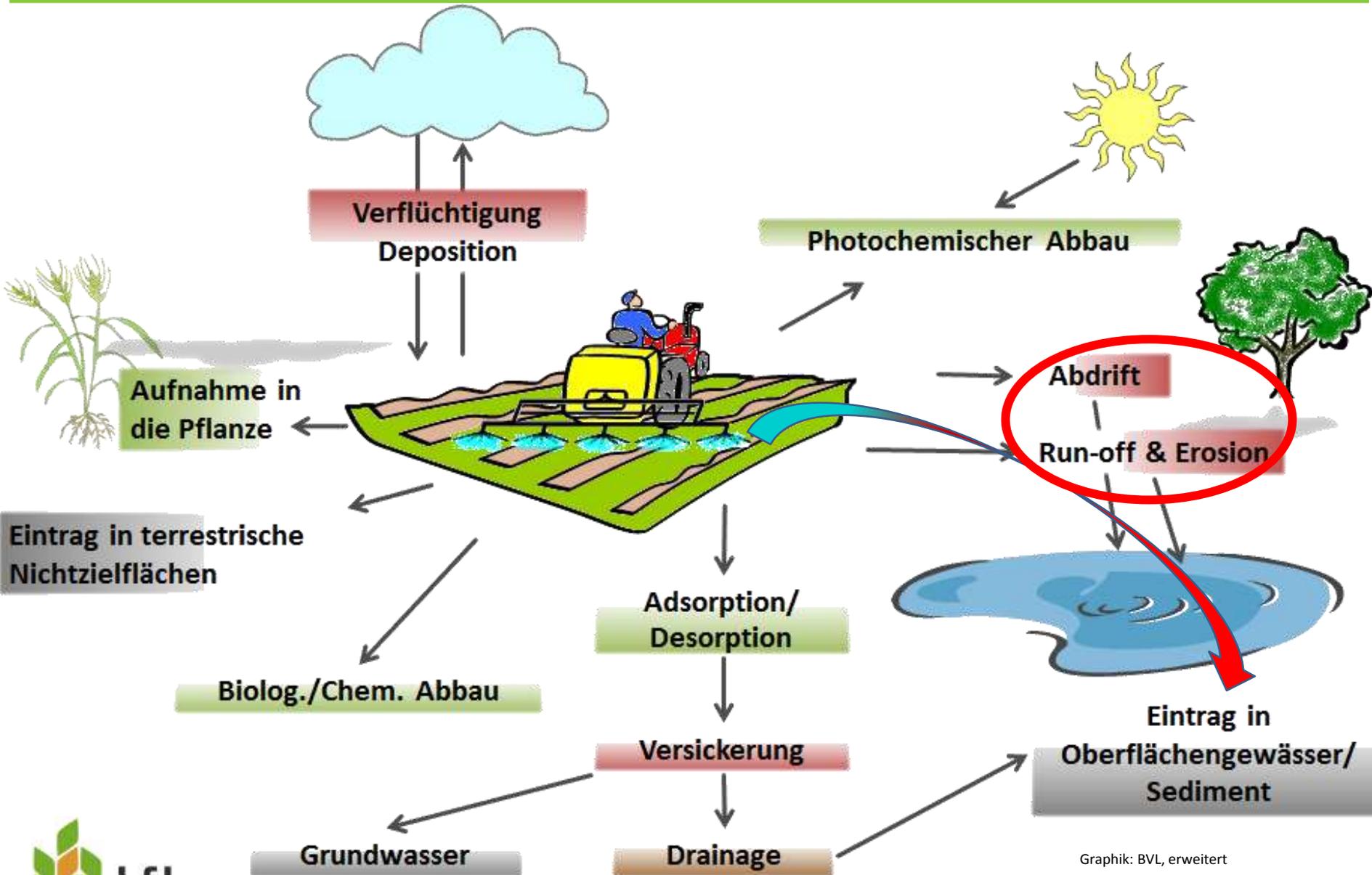


Produktionstechnik

&

**vorbeugender
Verbraucher-, Umwelt-
und Ressourcenschutz**

Verbleib von Pflanzenschutzmitteln

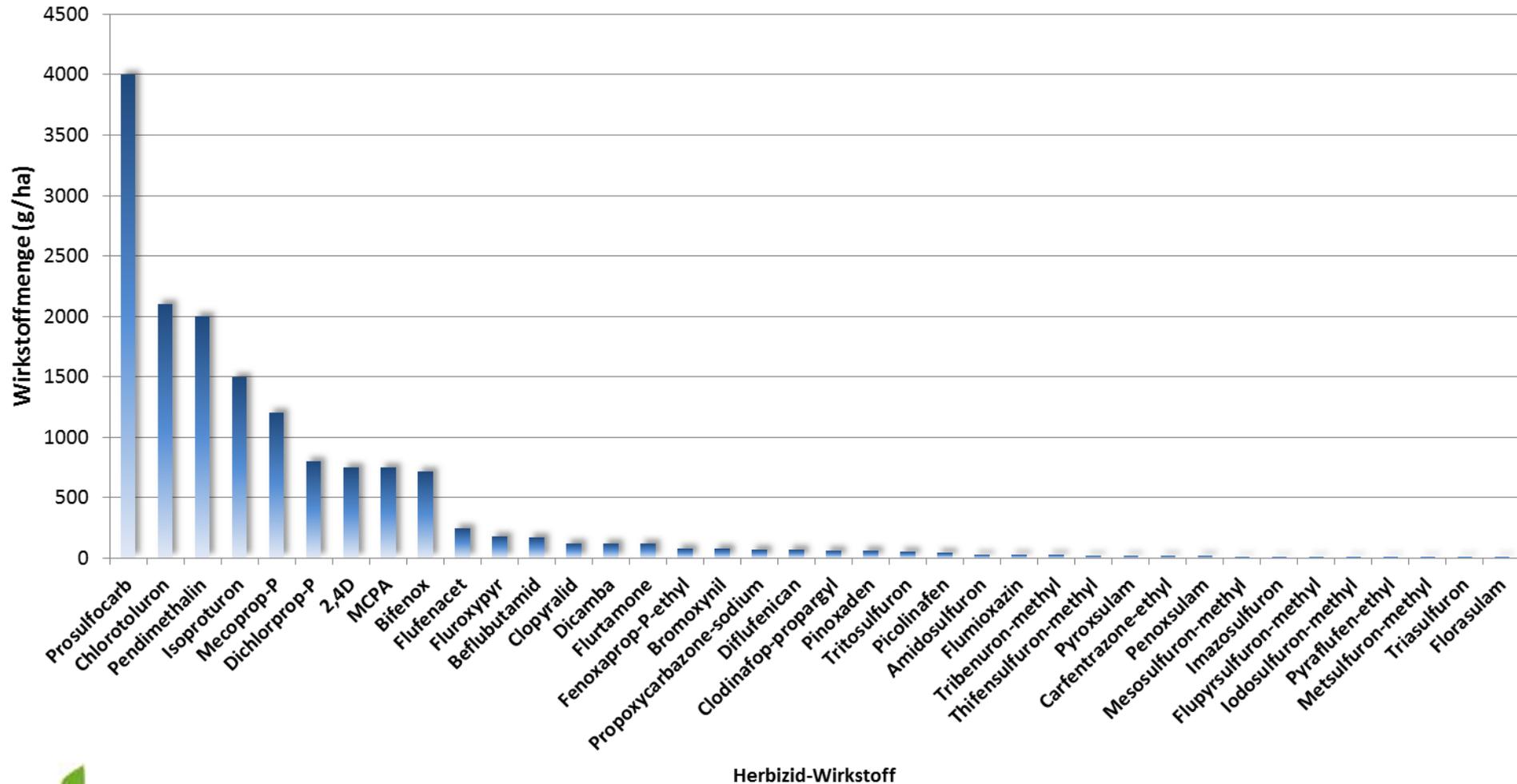


Graphik: BVL, erweitert

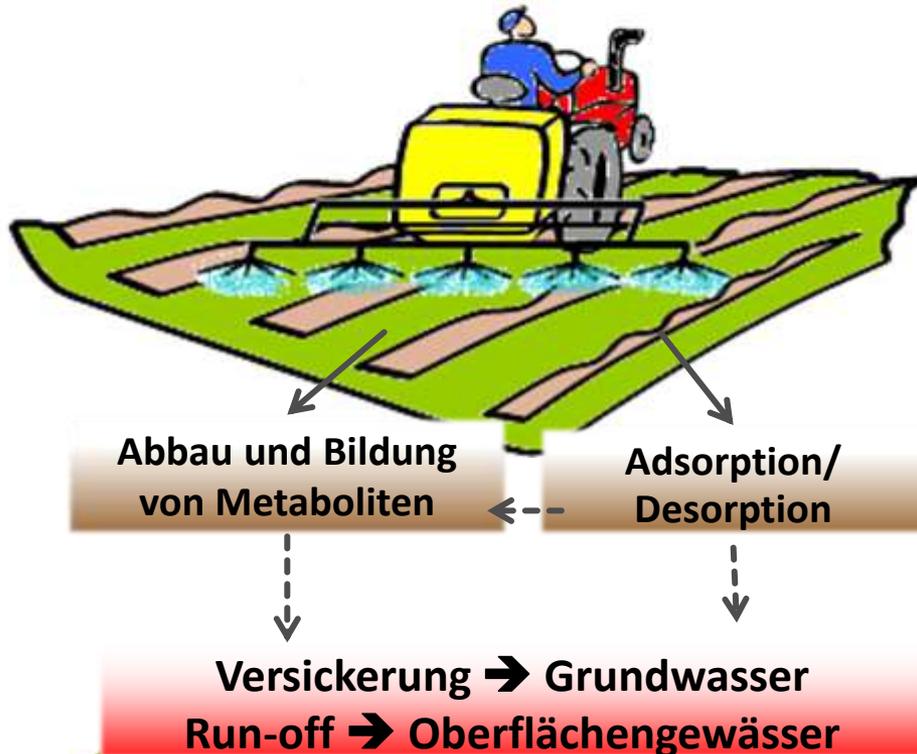
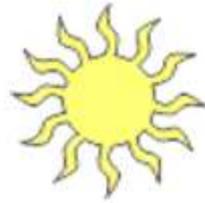
Risikopotenzial - Wirkstoffeinsatzintensität

Zugelassener Wirkstoffaufwand für Herbizide im Getreidebau

Quelle: BVL, August 2015



PSM-Verlagerung durch Run-off & Versickerung



Einflussfaktoren:

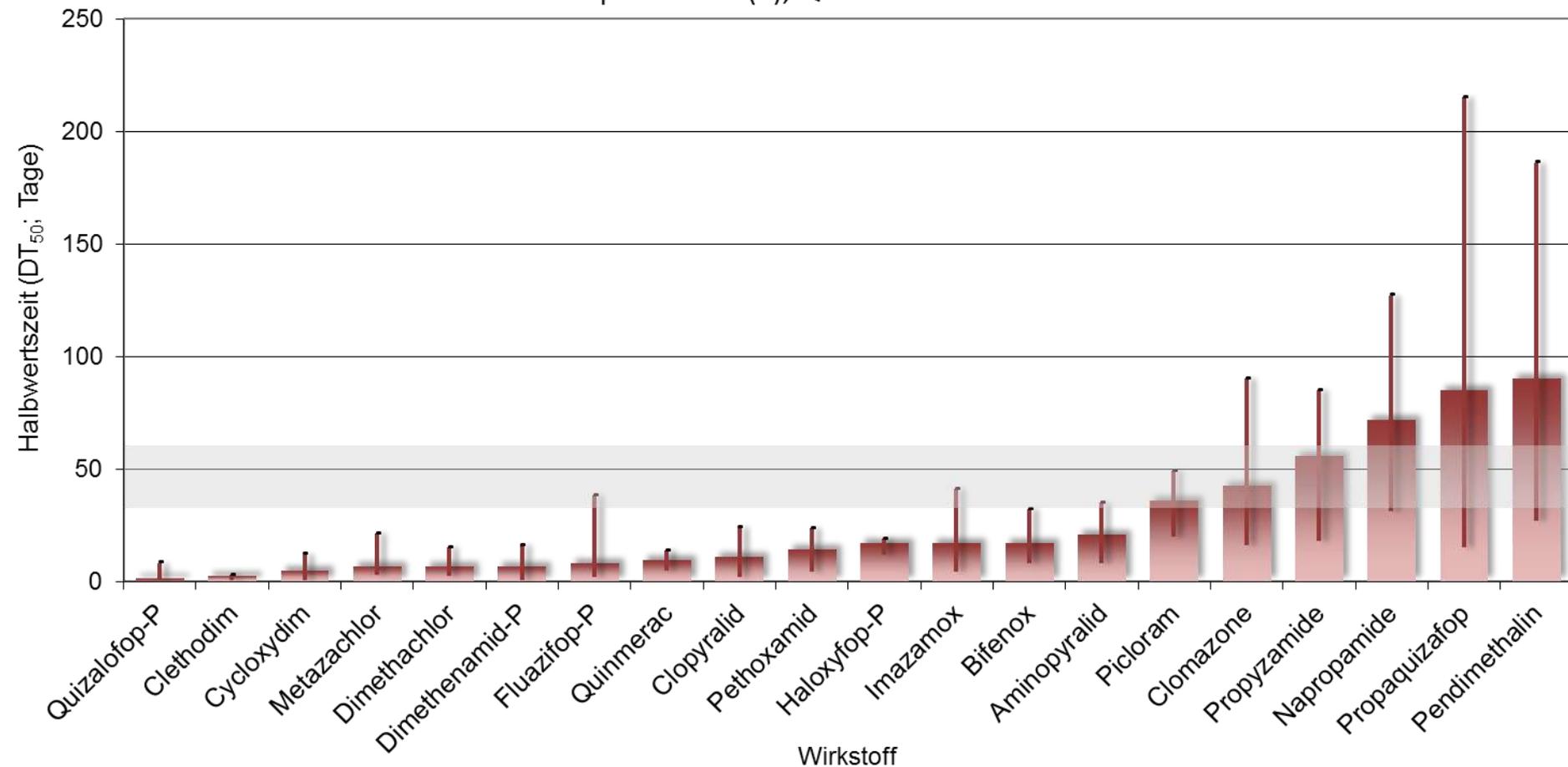
- ➔ **Eigenschaften des Wirkstoffes**
 - ✗ Abbaugeschwindigkeit
 - ✗ Sorptionseigenschaften
 - ✗ Wasserlöslichkeit
- ➔ **Witterungsbedingungen**
 - ✗ Temperatur/ Niederschlag
- ➔ **Bodeneigenschaften**
 - ✗ Bodentyp und Bodenart
 - ✗ Bodengefüge
 - ✗ Infiltrationskapazität
 - ✗ Mikrobielles Abbaupotenzial
 - ✗ Sorptionskapazität
 - ✗ bevorzugte Fließwege
- ➔ **Bewirtschaftung**
 - ✗ Bodenbearbeitung
 - ✗ Kultur/Anbauverfahren
- ➔ **Topographie**
- ➔ **Flurstruktur**

Graphik: BVL, erweitert

Abbauverhalten von Herbiziden

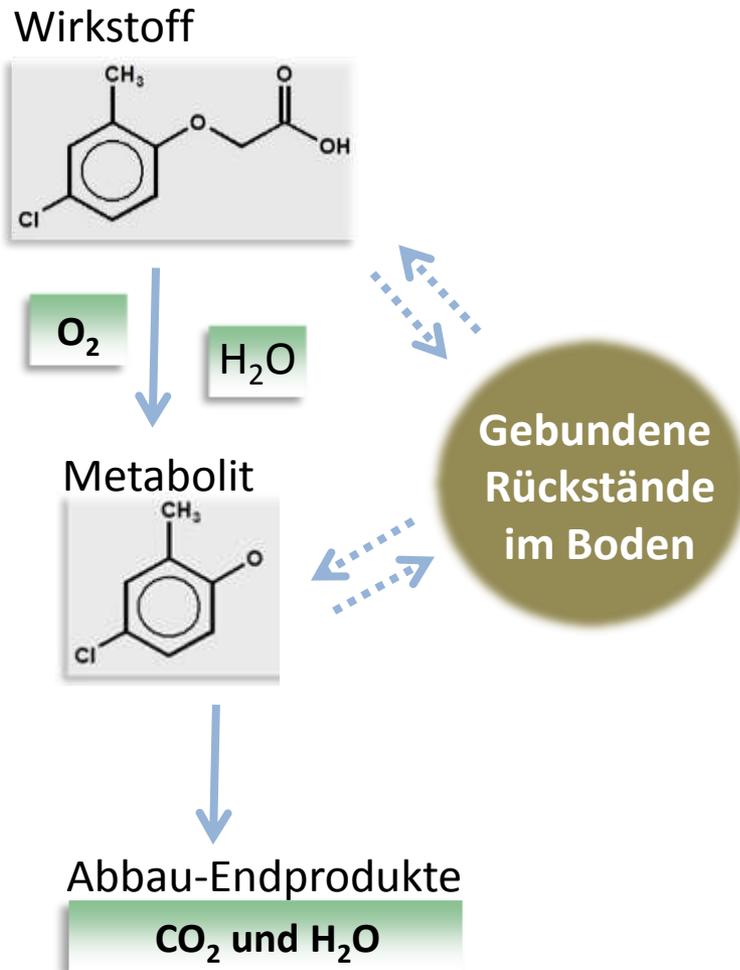
Wirkstoffabbaugeschwindigkeit von Rapsherbiziden

Mittelwert und Spannweite (d), Quelle: PPDB und EU-Kommission



Abbau von Pflanzenschutzmitteln im Boden

Mikrobieller Abbau
& Hydrolyse

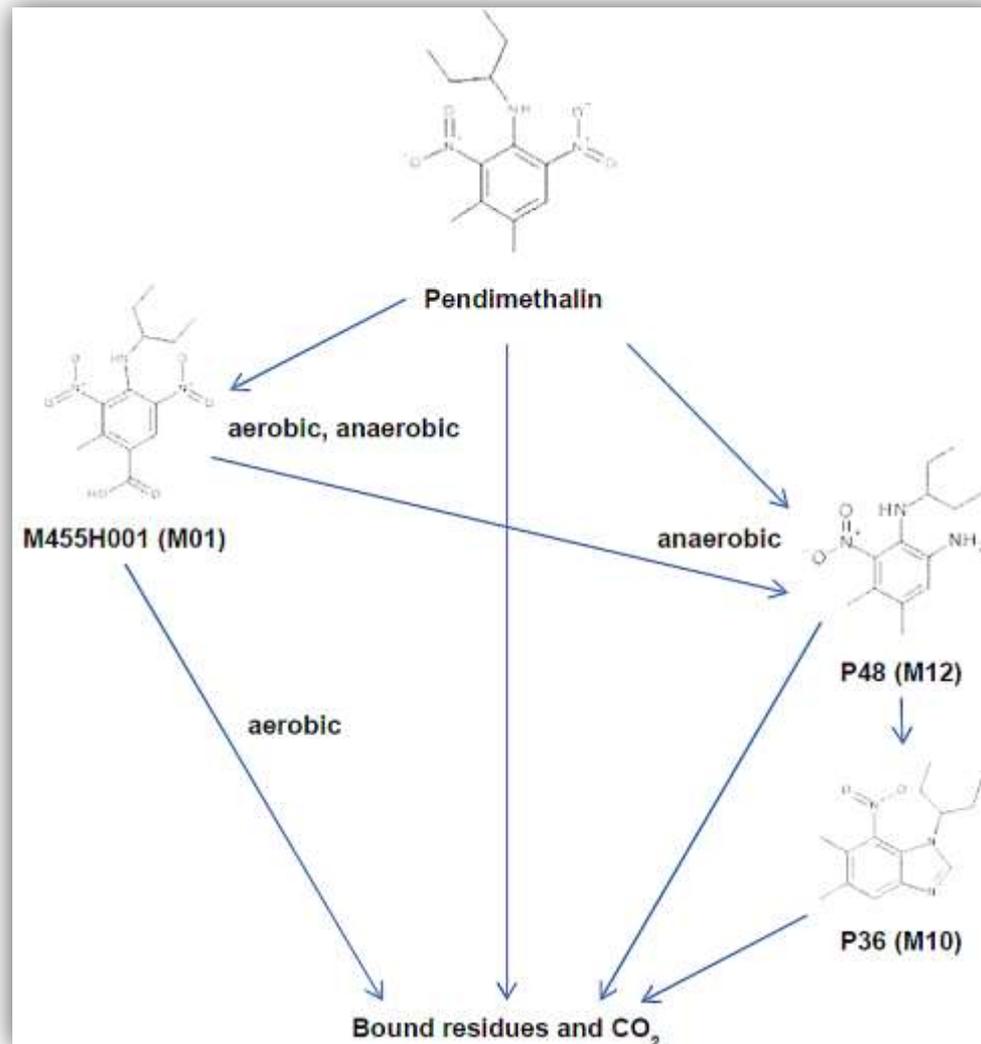


Einflussfaktoren:

- ➔ **Wirkstoffeigenschaft/-chemie**
- ➔ biologische Faktoren
 - ✗ mikrobielle Biomasse
 - ✗ mikrobielle Aktivität
 - ✗ Pflanzenbewuchs
- ➔ **klimatische Faktoren**
 - ✗ Temperatur
 - ✗ Feuchte
 - ✗ Durchlüftung
- ➔ **Bodeneigenschaften**
 - ✗ Bodentyp
 - ✗ Bodenart (Textur)
 - ✗ Humusgehalt
 - ✗ pH-Wert
- ➔ **Anwendungshäufigkeit und Aufwandmenge** eines Pflanzenschutzmittels

Abbau von Pflanzenschutzmitteln im Boden

Bsp.: Metabolisierung und Abbau des Herbizid Pendimethalin



Graphik: BVL

Abbauverhalten von Herbiziden

Beispiele für relevante Metaboliten (rM)

Wirkstoff	Metabolite (Bezeichnung/Code)	Einstufung
2,4-D	Dichlorophenol	rM
	Dichloromethoxybenzen	rM
	Chlorophenol	rM
Amidosulfuron	AE-F101630	rM
Beflubutamid	UR-50604	rM
Bifenox	Bifenoxsäure	rM
	2,4-Dichlorphenol	rM
Bromoxynil	Dibromhydroxybenoicsäure	rM
	Dibromhydroxybenzamide	rM
Clodinafop-propargyl	CGA-302371	rM
	CGA-193469	rM
Clethodim	Clethodimsulfoxid (C1)	rM
	Clethodimsulfon (C2)	rM
	Clethodimoxazolsulfon	rM
Cycloxydim	BH 517-TSO	rM
	BH 517-TSO2	rM
Desmedipham	Ethylhydroxycarbamat	rM
Dicamba	NOA-414746	rM
Dichlorprop-P	Dichlorophenol	rM
	Dichloroanisol	rM
Diflufenican	AE-0542291	rM
Fenoxaprop-P-ethyl	AE-F088406	rM
	AE-F054014	rM
Fluazifop-P-buthyl	R156172	rM
	IN-JV460	rM
	IN-KY374	rM
Flupyrsulfuron-methyl-sodium	IN-J0290	rM
	IN-KV996	rM

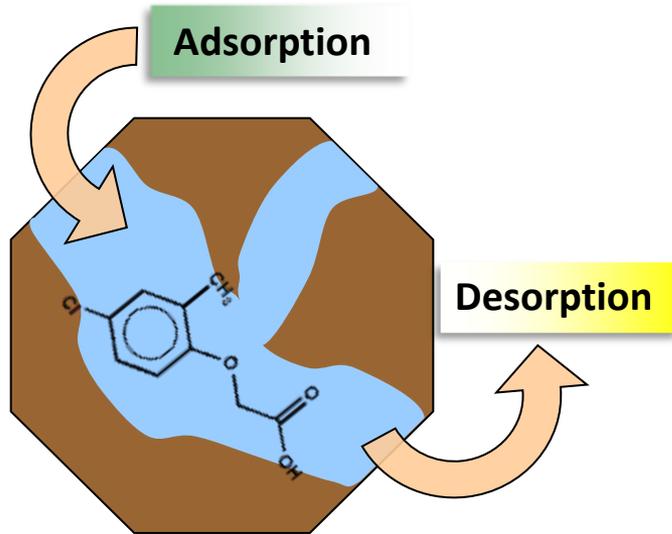
Auszug

Abbauverhalten von Herbiziden

**Häufiger auftretende
nicht relevante,
toxikologisch bewertete
Metaboliten (nrM)**

Wirkstoff	Metabolite (Bezeichnung/Code)	Einstufung	GOW (µg/l)
Chloridazon	B	nrM	3,0
	B1	nrM	3,0
Dimethachlor	CGA 50266	nrM	3,0
	CGA 354742	nrM	3,0
	SYN 530561	nrM	1,0
	SYN 528702	nrM	1,0
	CGA 369873	nrM	1,0
	CGA 373464	nrM	1,0
Dimethenamid-P	M23	nrM	1,0
	M27	nrM	1,0
Flufenacet	M2	nrM	1,0
Flurtamone	TFA	nrM	1,0
Imazamox	CL-312622	nrM	3,0
	CL-354825	nrM	3,0
Metazachlor	BH 479-4	nrM	1,0
	BH 479-8	nrM	3,0
	BH 479-9	nrM	3,0
	BH 479-11	nrM	1,0
	BH 479-12	nrM	1,0
	Napropamid	NOPA	nrM
Pethoxamid	MET-42	nrM	1,0
Quinmerac	BH 518-2	nrM	1,0
	BH 518-5	nrM	3,0
S-Metolachlor	CGA 380168	nrM	3,0
	CGA 354743	nrM	3,0
	CGA 357704	nrM	1,0
	CGA 351916	nrM	3,0
	CGA 368208	nrM	1,0
	CGA 413173	nrM	1,0
	CGA 50267	nrM	1,0
	CGA 50720	nrM	1,0
CGA 51202	nrM	3,0	
Tritosulfuron	BH 635-4	nrM	1,0
Propyzamid	RH-24644	nrM	3,0
	RH-24580	nrM	3,0

Abbauverhalten von Pflanzenschutzmittel



Bindung und Wiederfreisetzung im Boden

Adsorption:

Bindung an organische und anorganische Bestandteile des Bodens

Desorption:

Der Übergang gebundener Substanzen in die Bodenlösung

Gebundene Rückstände:

Fester Einbau von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen oder Abbauprodukten z.B. in Huminstoffe des Bodens

Boden Adsorptionskoeffizient

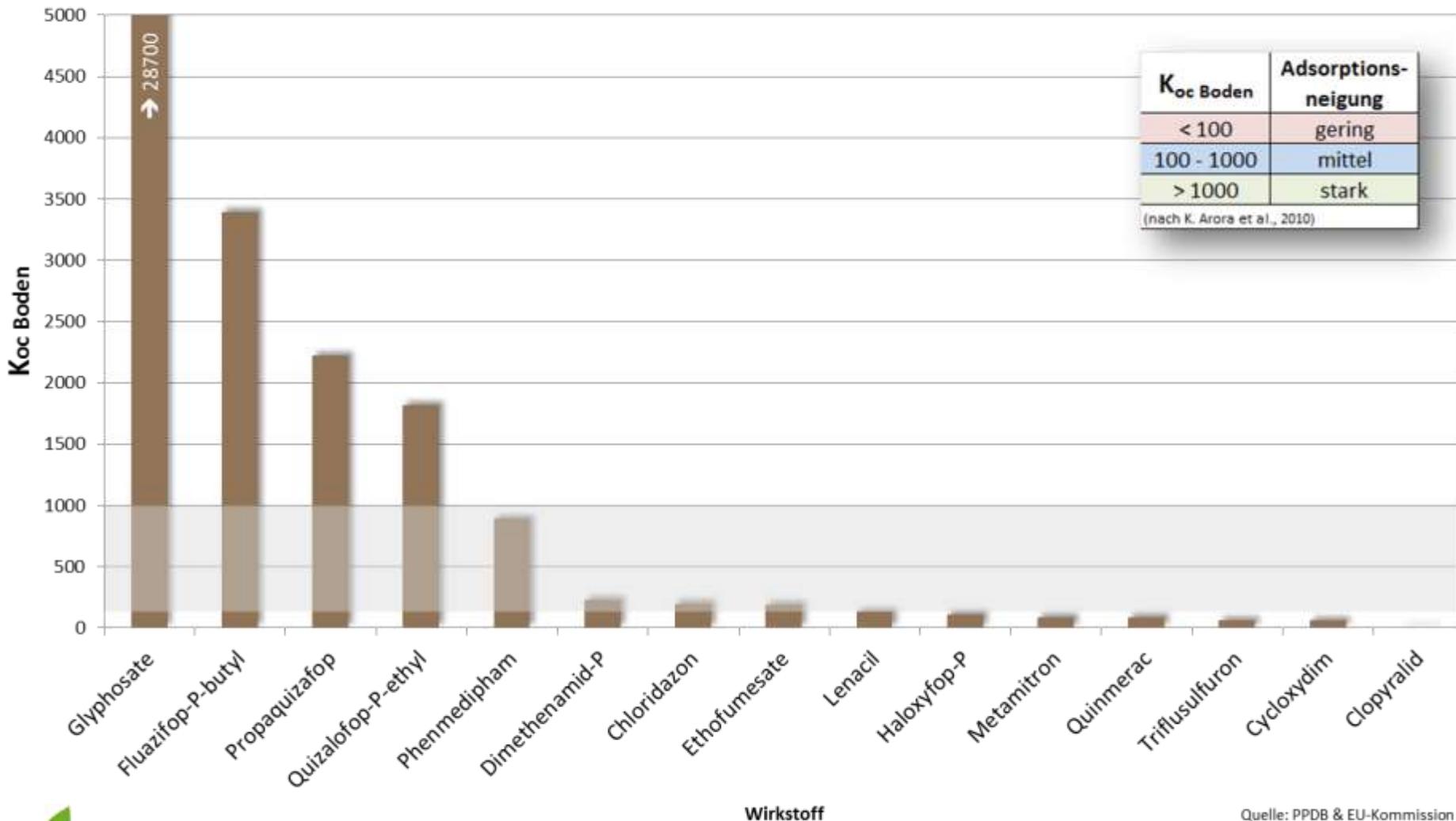
$$K_d = \frac{\text{Stoff - Konz.im Boden}}{\text{Stoff - Konz.im Wasser}}$$

bezogen auf die org. Substanz:

$$K_{oc} = \frac{K_d - \text{Wert}}{\% C_{org}} \times 100$$

Abbauverhalten von Herbiziden

Bodenbindungspotenzial von Herbiziden im Rübenanbau



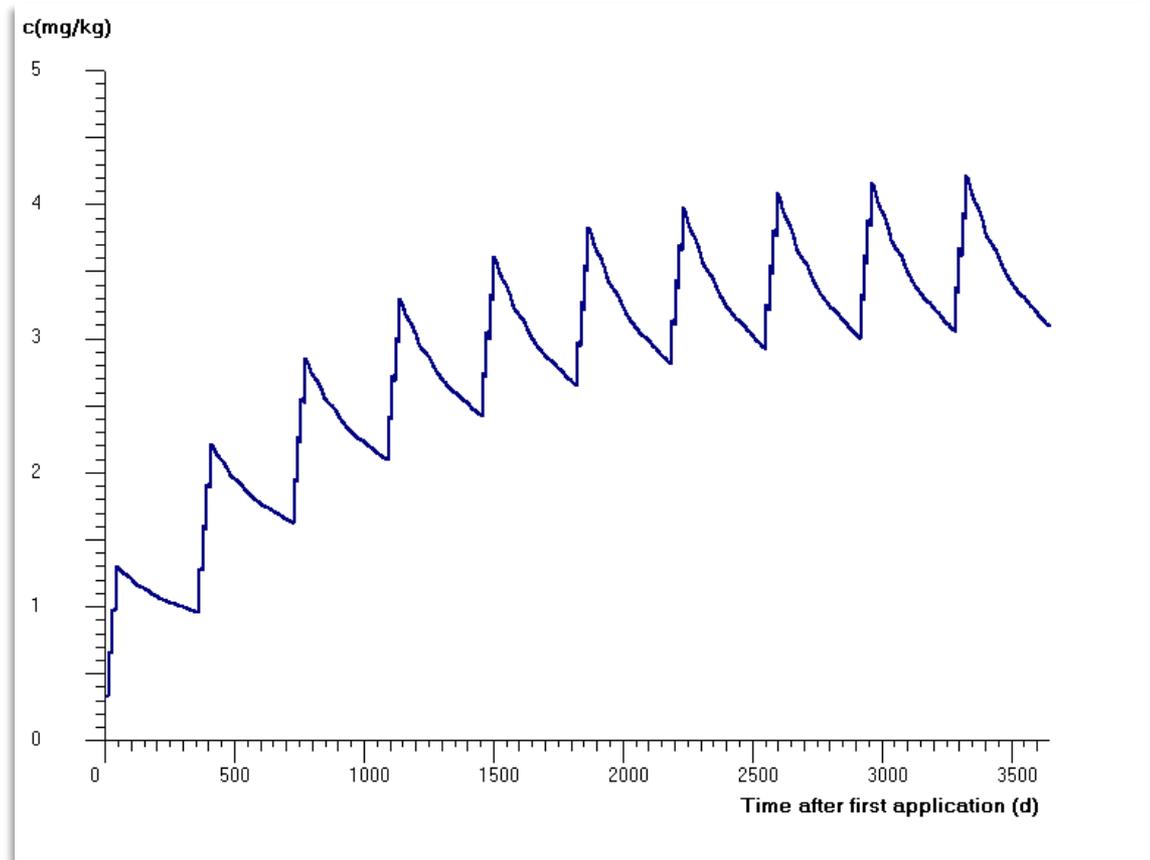
Quelle: PPDB & EU-Kommission

Abbauverhalten von Pflanzenschutzmittel

Akkumulation im Boden

Beispiel für das Entstehen einer Plateaukonzentration eines schwer abbaubaren Wirkstoffes nach mehreren Jahren wiederholter Anwendung

Beispiel-Wirkstoff	Epoxiconazol
Anzahl der Applikationen	4
Applikationsrate	250 g/ha
DT ₅₀	226 d
Zeitraum zwischen Applikationen	14 d

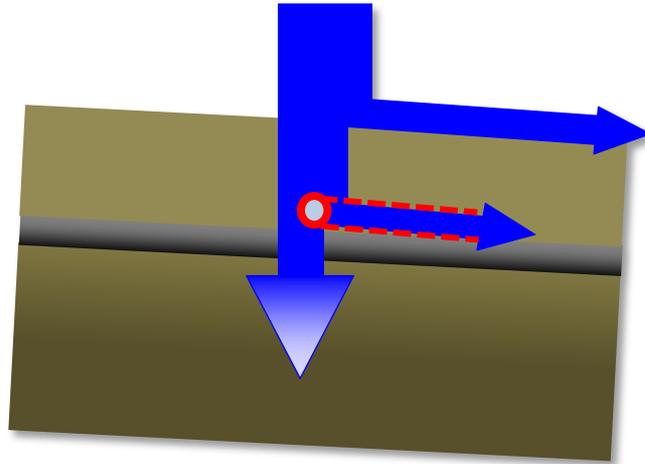


Erstellt mit ESCAPE
(Estimation of Soil-Concentrations After Pesticide applications)
V 2.0. IME/UBA 2009

Quelle: BVL

Schlagspezifisches Risikomanagement

Run-off/Erosion sind multifaktorielle, nicht-lineare Prozesse mit sehr variablen und spezifischen Ausprägungsmerkmalen.



Methode zur Bestimmung und Verminderung des Run-off Risikos

Bilder: TOPPS

Schlagspezifisches Risikomanagement



Welches Risikopotenzial besitzt eine Fläche für die Gewässerbelastung?

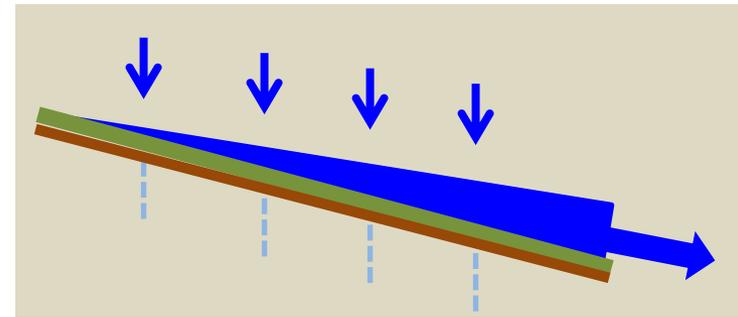
Welche Risikominderungsmaßnahmen sind für diese Fläche notwendig, sinnvoll, praktikabel, effizient?

Zwei unterschiedliche Runoff-Formen sind relevant:

1. Runoff durch **begrenzte Infiltration** in die Bodenoberfläche

➔ *ungünstige Permeabilität der Oberfläche*

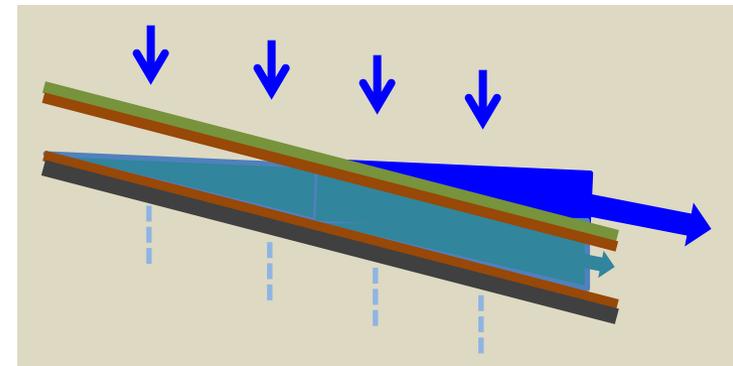
- Oberbodenverdichtung/-verschlämmung
- Kurze, intensive Starkregen oder sehr hohe Niederschlagsmenge
- Offener Boden
- Je nach Witterung über die ganze Vegetationsperiode, aber v.a. im Frühsommer, möglich



2. Runoff durch **begrenzte Aufnahmekapazität** des Oberbodens

➔ *ungünstige Permeabilität des Unterbodens*

- Flache, dichte Krume (< FK)
- Stauschicht, Verdichtungszone
- Tallage, Hangfuß, Konzentrationsbecken
- Vor allem im Winter/zu Vegetationsbeginn (typisch bei rascher Schneeschmelze)



Schlagspezifisches Risikomanagement



Bewertungsmatrix für Run-off aufgrund begrenzter Infiltration

Lage zum Gewässer	Permeabilität Oberboden	Hangneigung	Risiko Klasse & Szenario
Feld mit Gewässer verbunden (angrenzend, bzw. Wasserabfluss in Gewässer möglich)	niedrig	steil (> 5%)	hoch I7
		mittel (2-5%)	hoch I6
		flach (< 2%)	mittel I4
	mittel	steil (> 5%)	hoch I5
		mittel (2-5%)	mittel I3
		flach (< 2%)	niedrig I2
	hoch	steil (> 5%)	mittel I3
		mittel (2-5%)	niedrig I2
		flach (< 2%)	sehr niedrig I1
Feld <u>nicht</u> mit Gewässer verbunden	Runoff in unterliegendes Feld?	ja	Runoff erreicht Gewässer?
			ja
	nein	ja	sehr niedrig T2
nein		sehr niedrig T1	

I = Infiltration; T = Transfer

Schlagspezifisches Risikomanagement



Bewertungsmatrix
für Run-off aufgrund
**begrenzte Wasser-
aufnahmekapazität**

Lage zum Gewässer	Drainage	Topographie	Permeabilität Unterboden	Feldkapazität (nFK)	Risiko Klasse & Szenario
Feld <u>grenzt an</u> Gewässer	nein	Hangfuß, Tallage	Pflugsohle <u>und</u> Stauschicht	...	hoch S4
			Pflugsohle, oder Stauschicht	< 120 mm	hoch S4
				> 120 mm	mittel S3
		durchlässig	< 120 mm	mittel S4	
			> 120 mm	niedrig S2	
			Hangkopf, einheitliches Gefälle	Pflugsohle <u>und</u> Stauschicht	...
	Pflugsohle, oder Stauschicht	< 120 mm		mittel S4	
		> 120 mm		niedrig S2	
	durchlässig	< 120 mm	niedrig S2		
		> 120 mm	sehr niedrig S1		
		ja	alle Lagen	Pflugsohle <u>und</u> Stauschicht	...
	Pflugsohle, oder Stauschicht			< 120 mm	mittel SD3
> 120 mm				niedrig SD2	
durchlässig	< 120 mm		niedrig SD2		
	> 120 mm		sehr niedrig SD1		
	ja		Runoff erreicht Gewässer?	ja	hoch T3
nein		sehr niedrig T2			
Feld <u>grenzt nicht</u> an Gewässer.	Runoff in unterliegendes Feld?	ja	nein	sehr niedrig T1	
		nein	sehr niedrig T1		

Schlagspezifisches Risikomanagement

Analyse → Risikominimierung

- 💧 Risikopotenzial auf Feldebene identifizieren und bewerten.
- 💧 Angepasste Minderungs-/Vermeidungsmaßnahmen auf der Feld- und Einzugsgebietsebene entwickeln, umsetzen und bewerten.

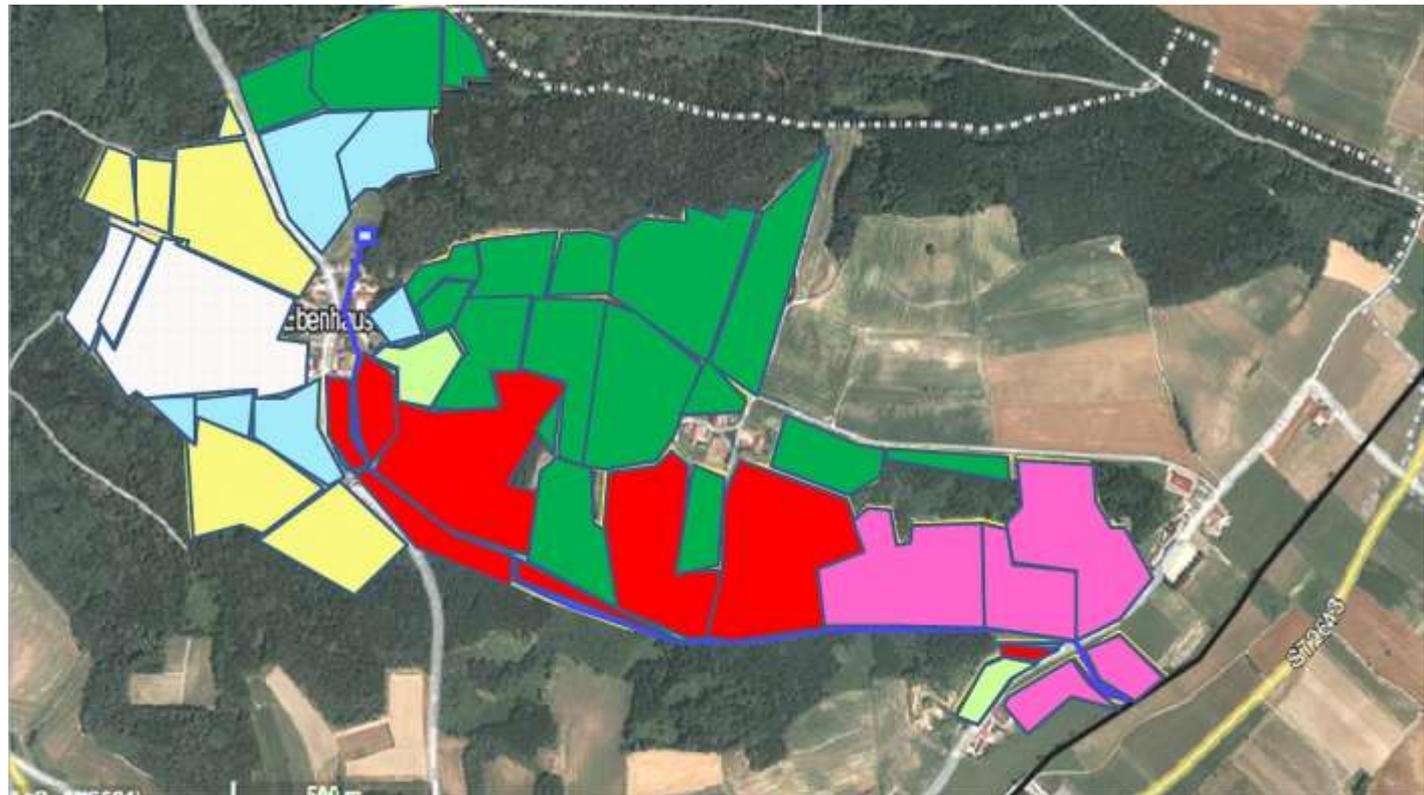


Abb. 27: Kartierung der Runoff-Situation im Rennbachtal im Herbst/Winter
(Quelle: www.geoportal.bayern.de/BayernAtlas/)

Schlagspezifisches Risikomanagement



Maßnahmen zur Minimierung von Run-off & Erosion

„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
Rückhaltstrukturen	<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

Effizienz von Vermeidungsmaßnahmen



Bild & Graphik: US-EPA

Effizienz von Pufferstreifen

- **Abflusswasser** \emptyset -45 %
- **Sedimentfracht** \emptyset -76 %
- **PSM-Austrag** \emptyset -61 bis -76 % ($\sim K_{oc}$)

*) nach K. ARORA et al. 2010; Metastudie mit 40 Experimenten

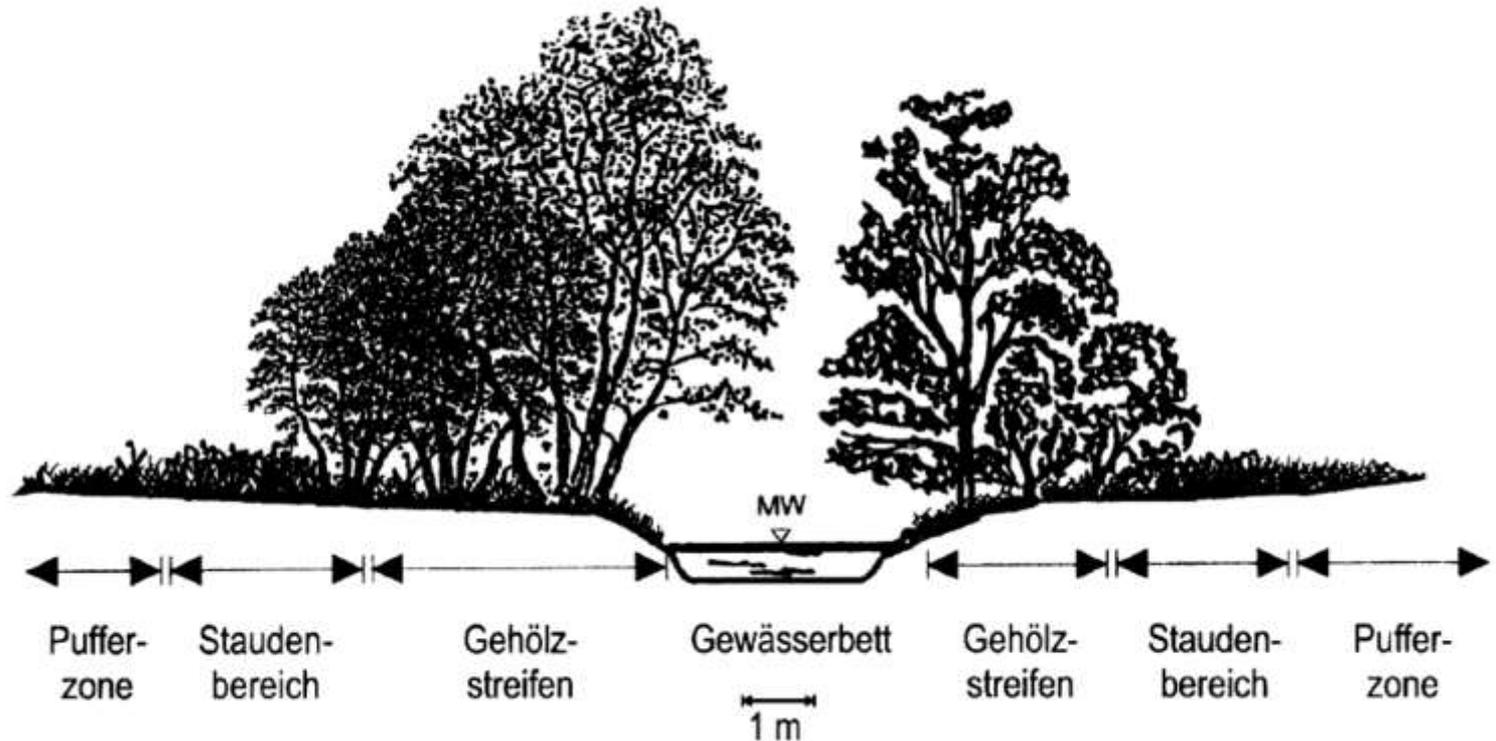


Abb. 1: Idealtypische Zonierung eines Gewässerrandstreifens in einem Muldental

nach M. Bach, 2000

Effizienz von Pufferstreifen

Retentionsleistung von Graspufferstreifen

nach K. ARORA et al. 2010

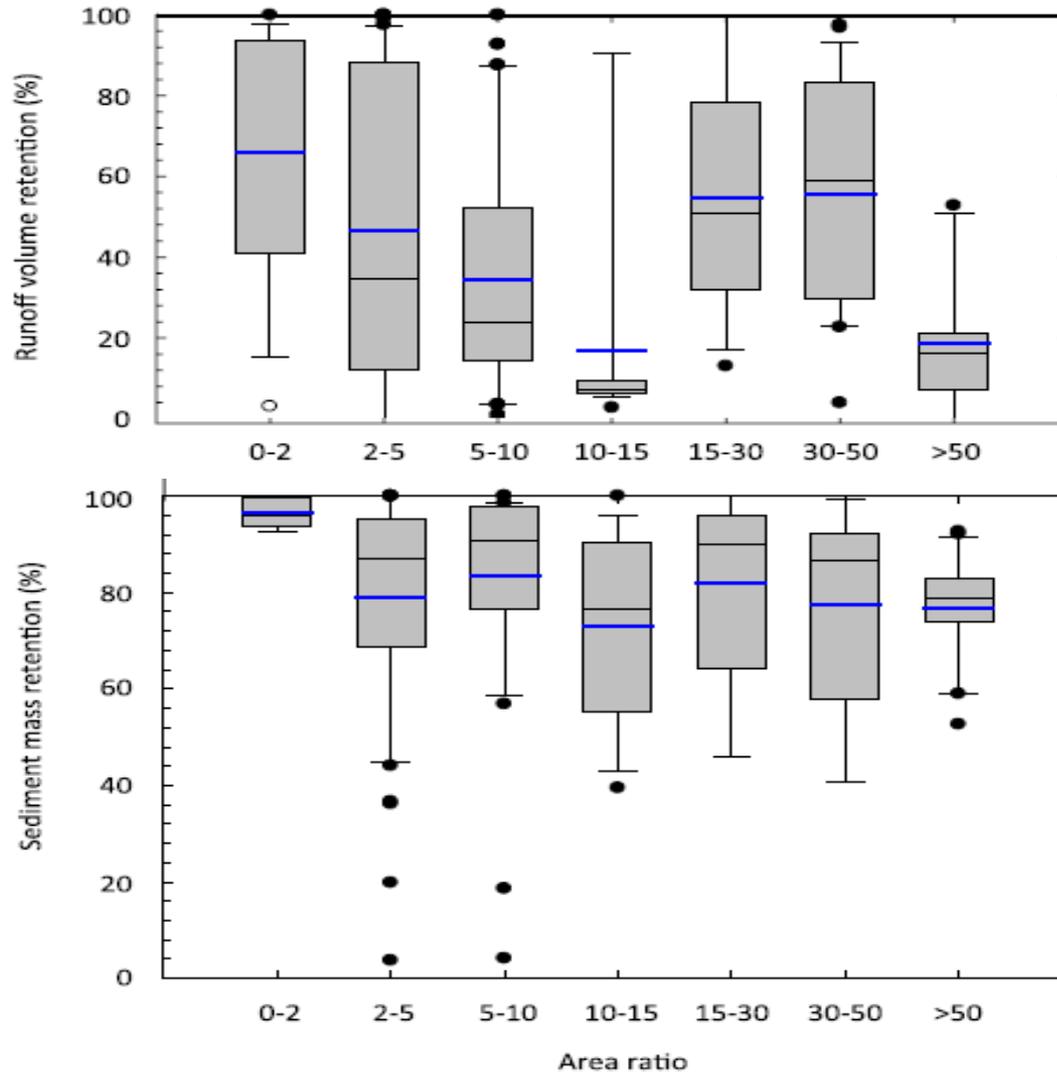
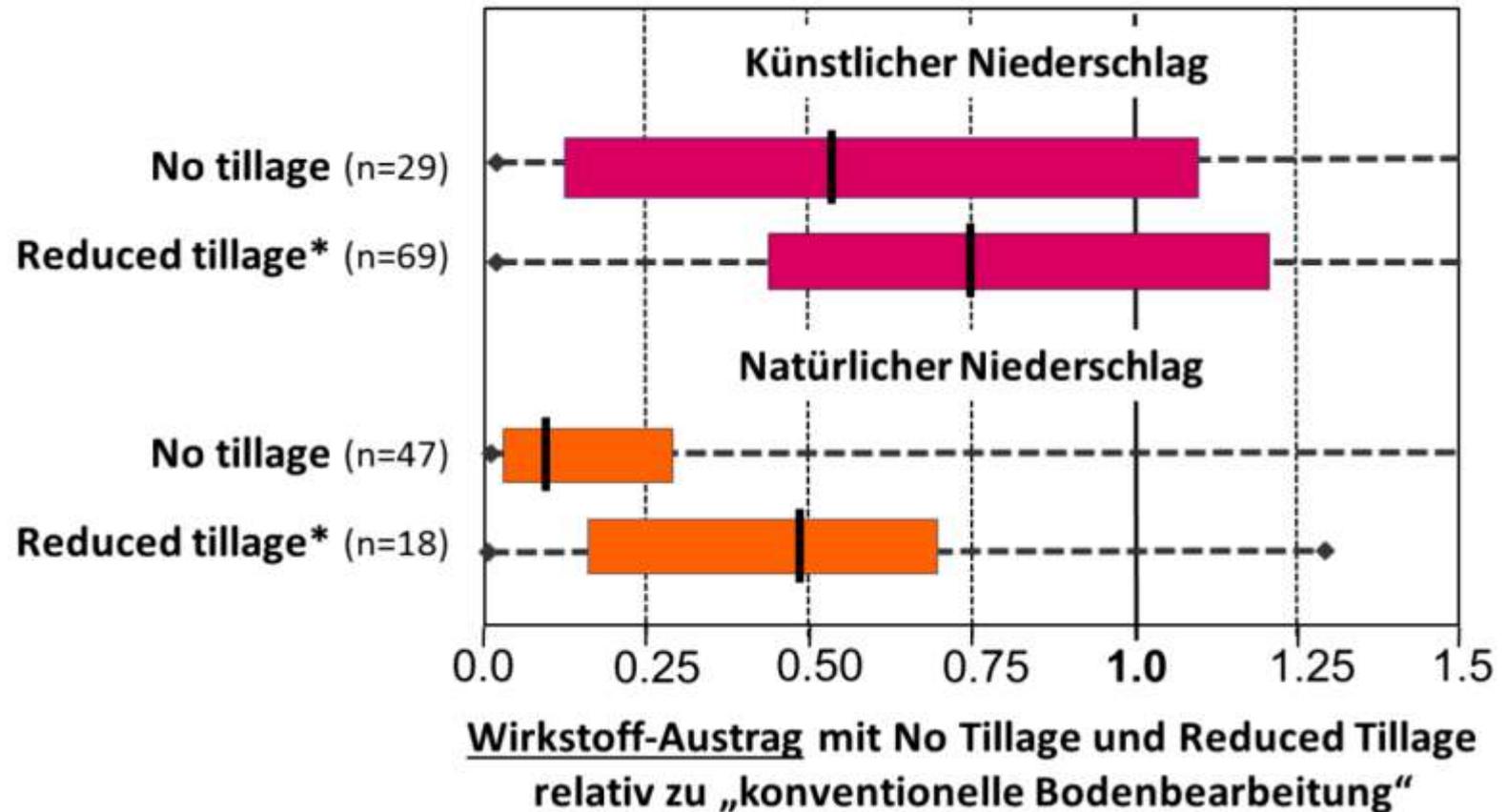


Bild: USDA

Effizienz von Mulch-/Direktsaatverfahren

Einfluss der Art der Bodenbearbeitung auf den Wirkstoffaustrag

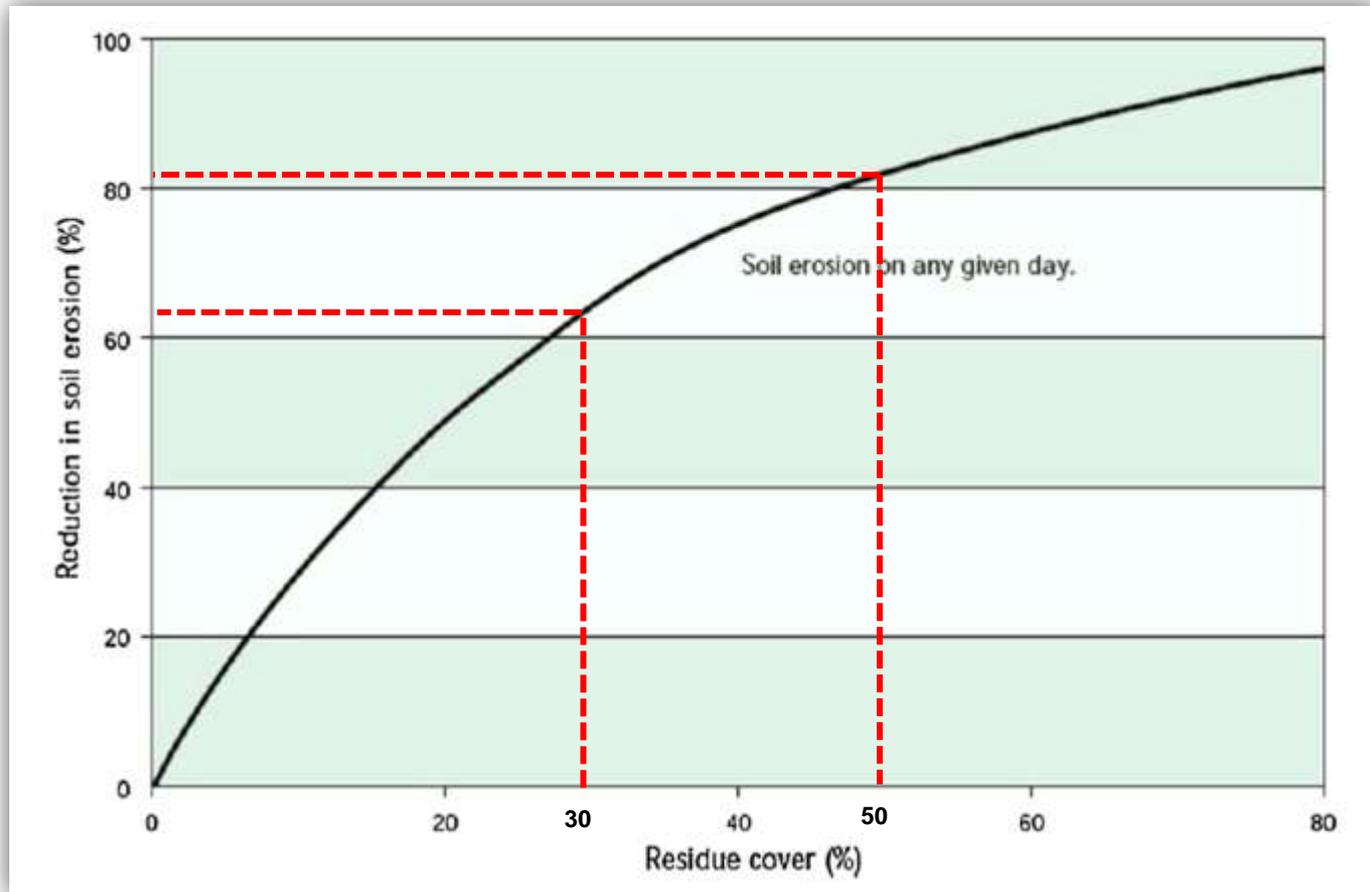
(Metastudie, FAWCETT, 1994)



Effizienz von Mulch-/Direktsaatverfahren

Einfluss der Intensität der Mulchabdeckung auf die Bodenerosion

(FAWCETT und TOWERY, 2002)



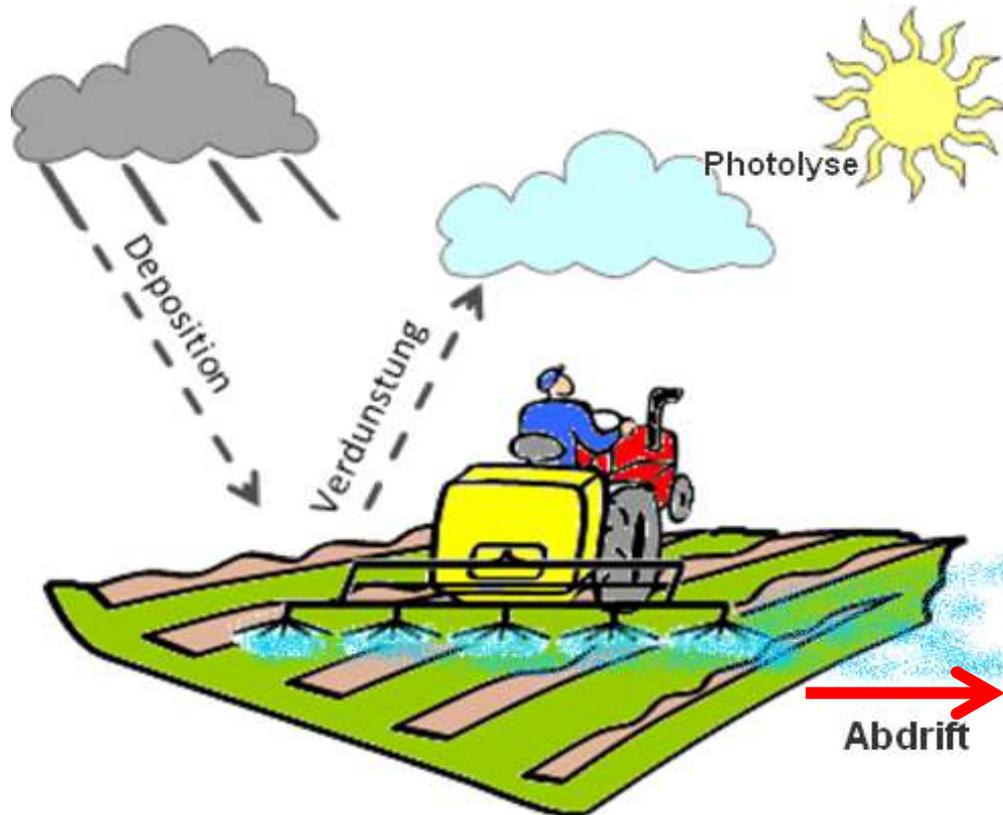
Effizienz von Mulch-/Direktsaatverfahren

Einfluss auf die Reduzierung des Run-off- und Erosionsrisikos

- ✓ Erhöhung der Infiltrationsleistung
- ✓ Erhöhung der Feldkapazität
- ✓ Verringerung der Abflussgeschwindigkeit
- ✓ Schutz der Oberflächenstruktur
- ✓ Verbesserung der Bodenstruktur
- ✓ Erhöhung des Humusgehalt im Oberboden
- ✓ Unterstützung der mikrobiellen Kapazität
- ✓ Verbesserte Tragfähigkeit



PSM-Verlagerung durch Abdrift & Verdunstung



Einflussfaktoren:

- ➔ **Eigenschaften des Wirkstoffes**
 - × Dampfdruck
 - × Löslichkeit
 - × Sorptionseigenschaft
- ➔ **Witterungsbedingungen**
 - × Temperatur
 - × Strahlungsintensität
 - × Relative Luftfeuchtigkeit
 - × Windgeschwindigkeit
 - × Niederschlag
- ➔ **Bodenbedingungen**
 - × Feuchte & Temperatur
 - × Bodenart
 - × Humusgehalt
- ➔ **Anbautechnik**
 - × Applikationstechnik/ Driftreduktion
 - × PSM-Aufwand
 - × PSM-Formulierung
 - × Behandlungstermin
 - × Kulturdeckungsgrad

Primäre Abdrift

Potenzielle primäre Abdrift bei der PSM-Applikation

Bodensediment (% Aufwandmenge; 90. Perzentile; 0-50 m Distanz)

Ackerbau	0,5
Obstbau	6,4
Weinbau	1,8
Hopfenbau	5,4

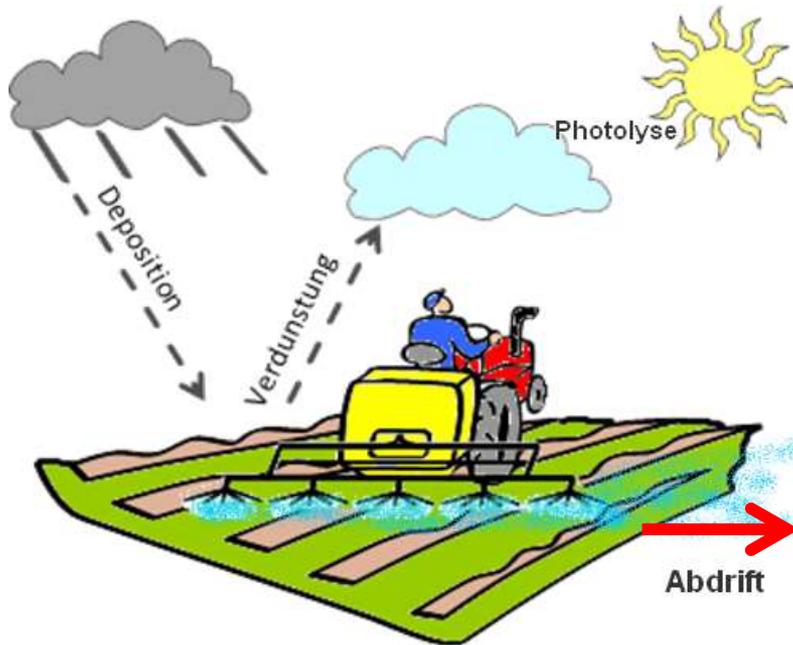
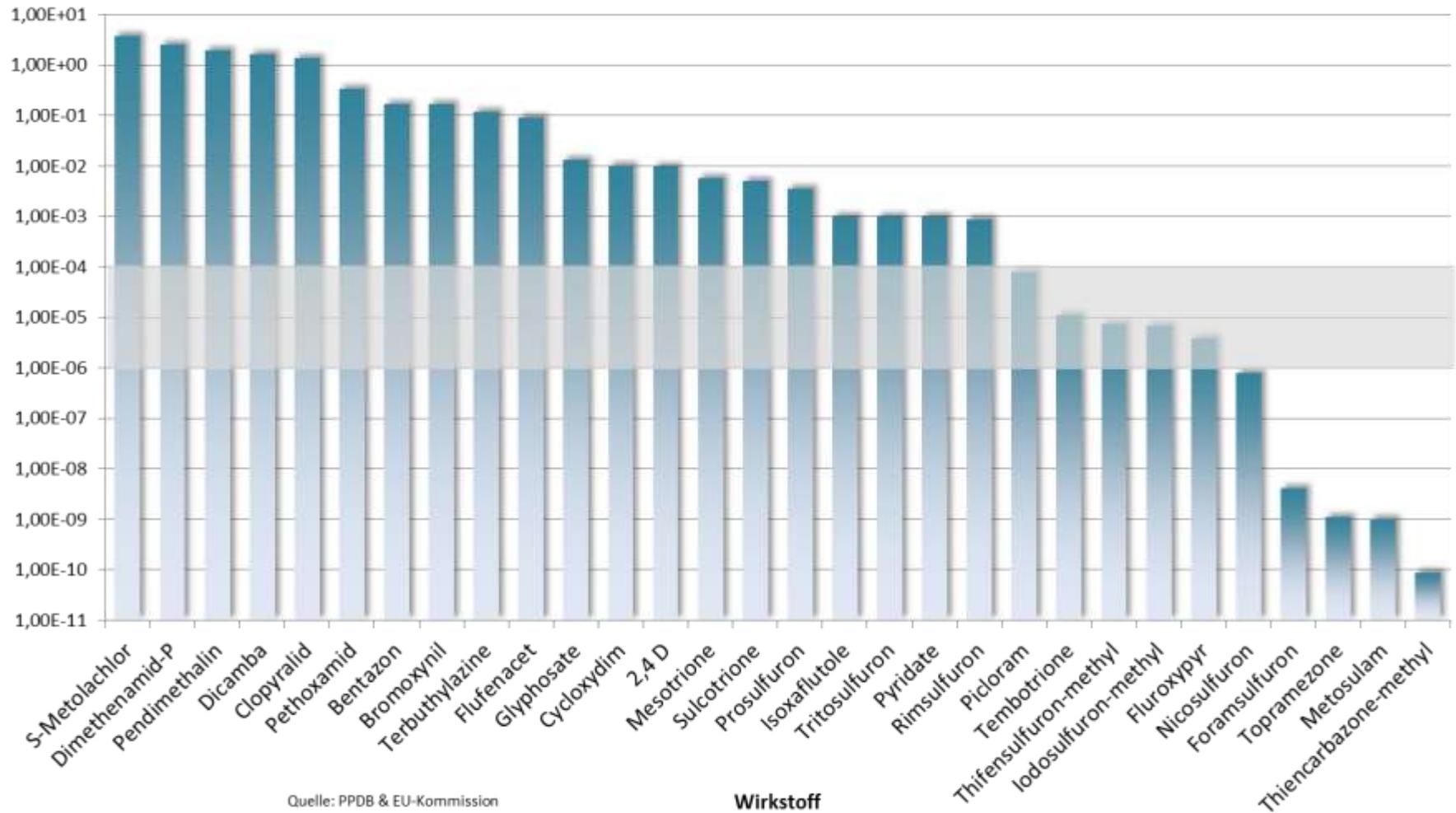


Bild: obstbau.at

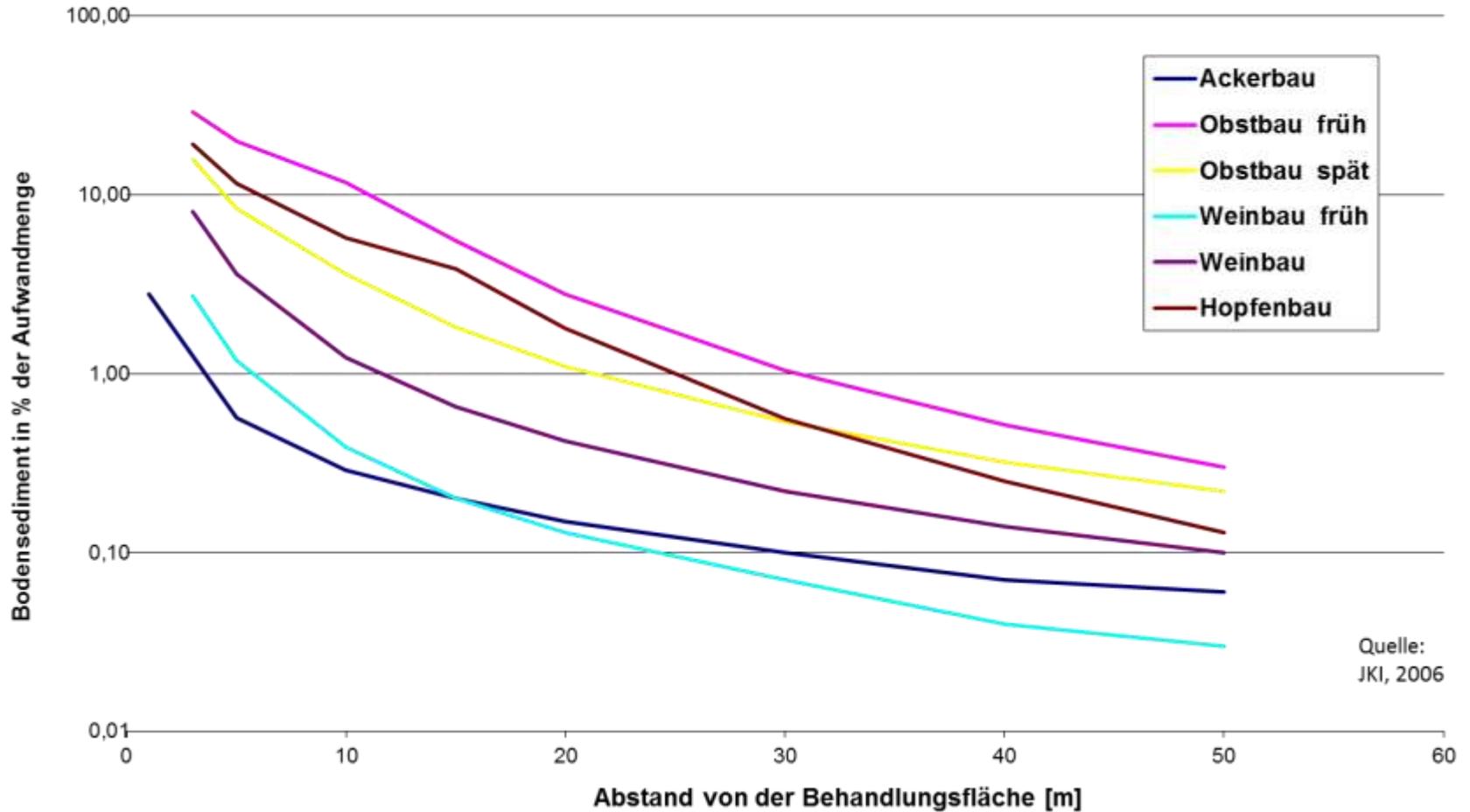
Wirkstoffspezifischer Risikofaktor

Dampfdruck (mPa; 25°C) von Herbiziden im Maisanbau



Direkte Abdrift - Grenzwerte

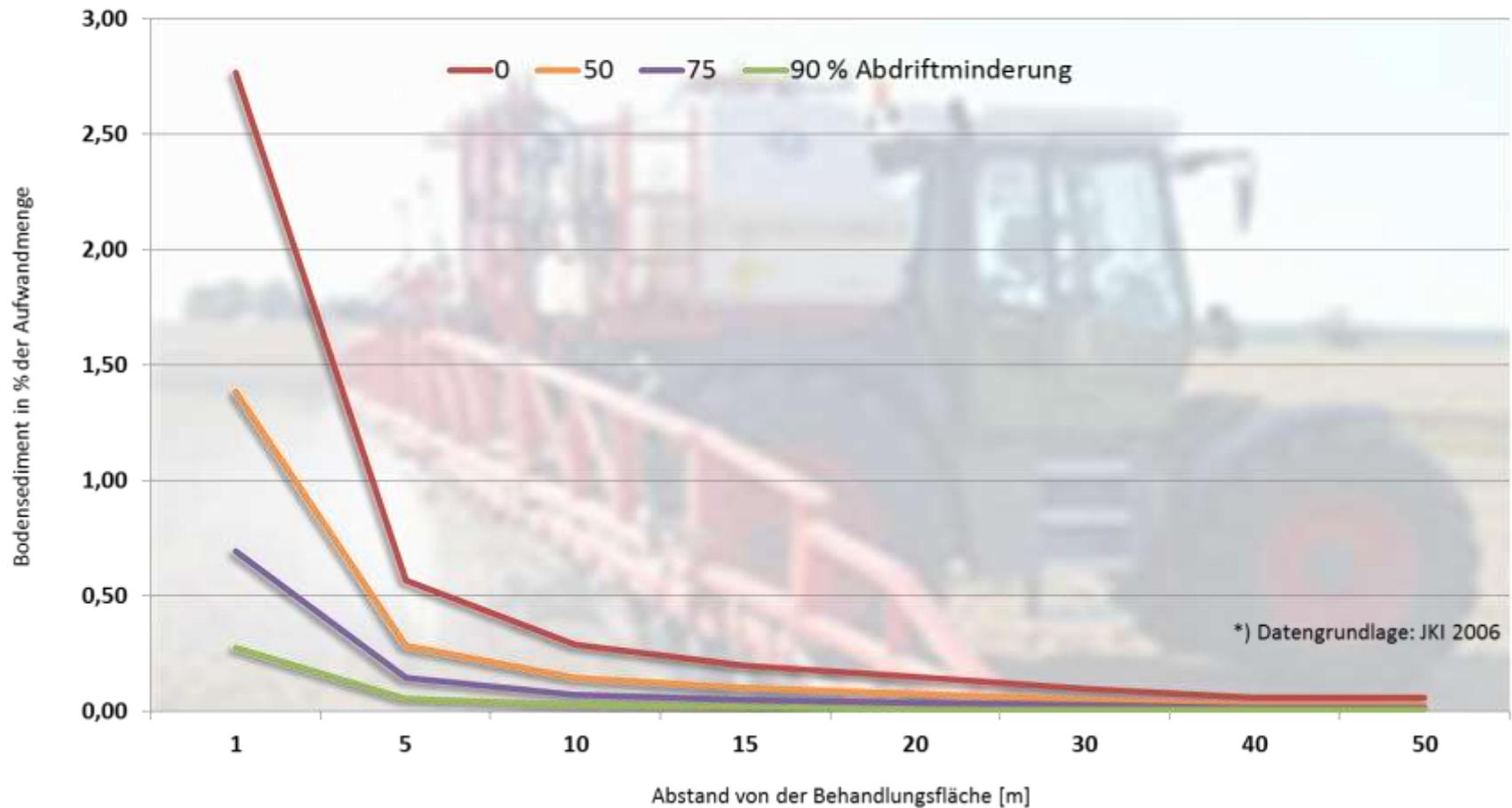
Abdrifteckwerte bei der Pflanzenschutzmittelausbringung



Quelle:
JKI, 2006

Direkte Abdrift - Risikominderung

Abdrifteckwerte je nach Düsen-Driftminderungsklasse im Ackerbau*



Umweltoptimierte Spritzgerätetechnik

- vermeidet/vermindert die Umweltbelastung
- verbessert die Wirkstoffeffizienz
- sichert die Wirkstoffverfügbarkeit
- unterstützt das Image



Abdrift - Risikominimierung

TOPPS
PROWADIS

TOPPS-PROWADIS Drift Evaluation Tool

European Crop Protection

english ▼

Understand the factors influencing spraydrift of Plant Protection Products and how mitigation measures can be used to reduce it

FIELD
click to open

ORCHARD
click to open

VINEYARD
click to open

These evaluation tools were developed in the European **TOPPS-prowadis** project in collaboration with partners and experts from 7 EU countries (BE, DE, DK, ES, FR, IT, PL)

The project was supported by the European Crop Protection ASS. (ECPA)

VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Crop Protection Technology
DISAFA
Università di Torino

IFV
INSTITUT FRANÇAIS
DE LA VIGNE ET DU VIN

inagro

JKI
Julius Kühn-Institut

InHort
SKIERNIEWICE

UPC
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Punkteinträge sind zu **verhindern**;
diffuse Einträge **müssen vermindert werden!**

Gute **f**achliche **P**raxis =
Risikodiagnose + nachhaltige Umsetzung
(+ Weiterentwicklung)
sachgerechter, angepasster
Maßnahmen zur Verminderung
von Run-off, Erosion und Abdrift



TOPPS

Train Operators to Promote best
management Practices & Sustainability

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**
und das Durchhaltevermögen



<http://www.topps-life.org/>