



Modul 3:

Verbleib von Pflanzenschutz- mitteln in der Umwelt



Bundesamt für
Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit



Inhaltsverzeichnis Modul 3

Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt

01 Während der Applikation einsetzende Prozesse

02 Transport, Abbau und Verbleib in der Pflanze

03 Transport und Abbau im Boden

04 Verflüchtigung und Deposition

05 Abbau von Pflanzenschutzmitteln
Übersicht

06 Abbau von Pflanzenschutzmitteln
Photolyse

07 Abbau von Pflanzenschutzmitteln
Hydrolyse

08 Abbau von Pflanzenschutzmitteln
Biologischer Abbau im Boden

09 Verweildauer im Boden

10 Beispiele für die Verweildauer im Boden

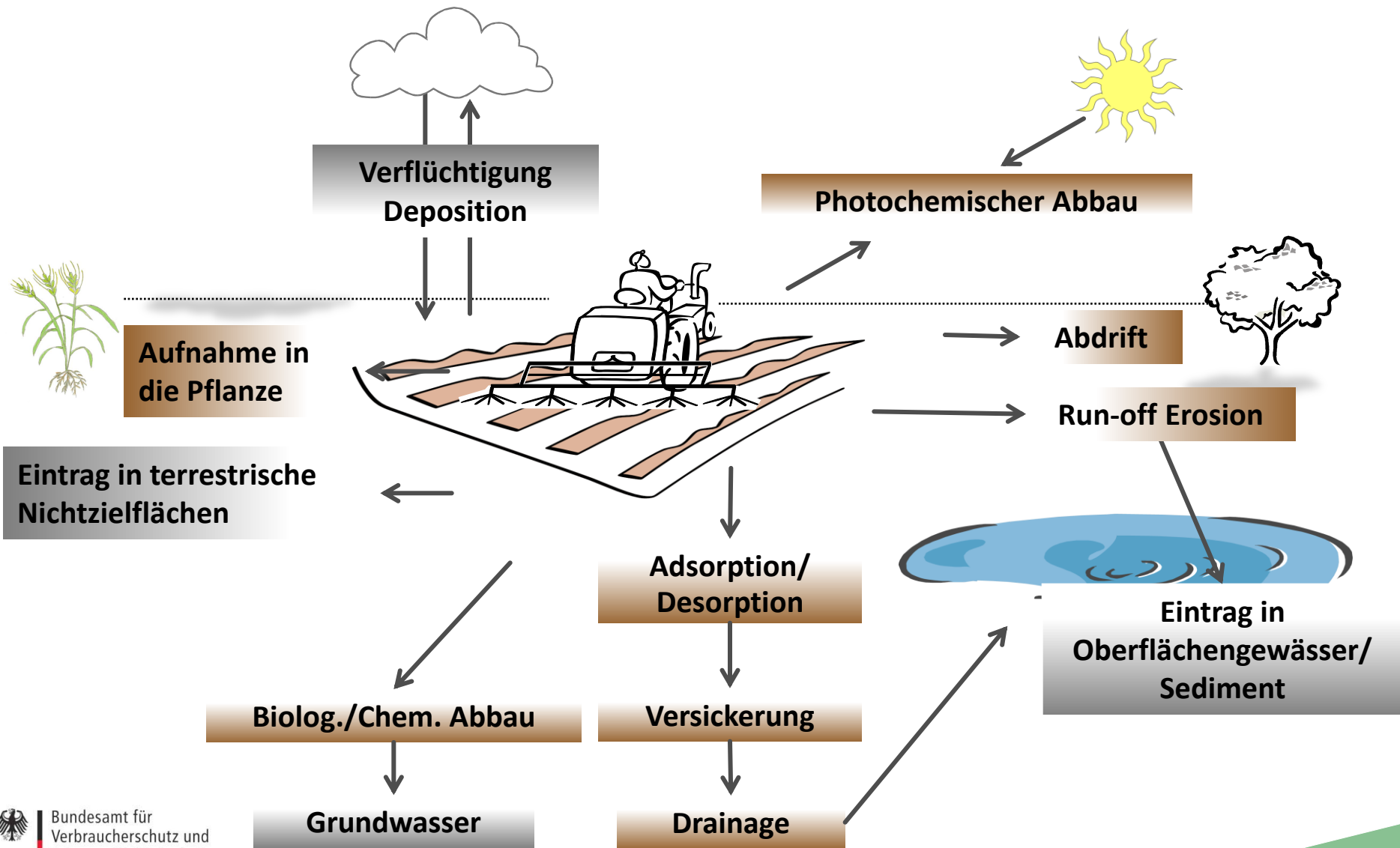
11 Akkumulation im Boden

12 Anreicherung in Organismen

13 Bindung und Wiederfreisetzung im Boden

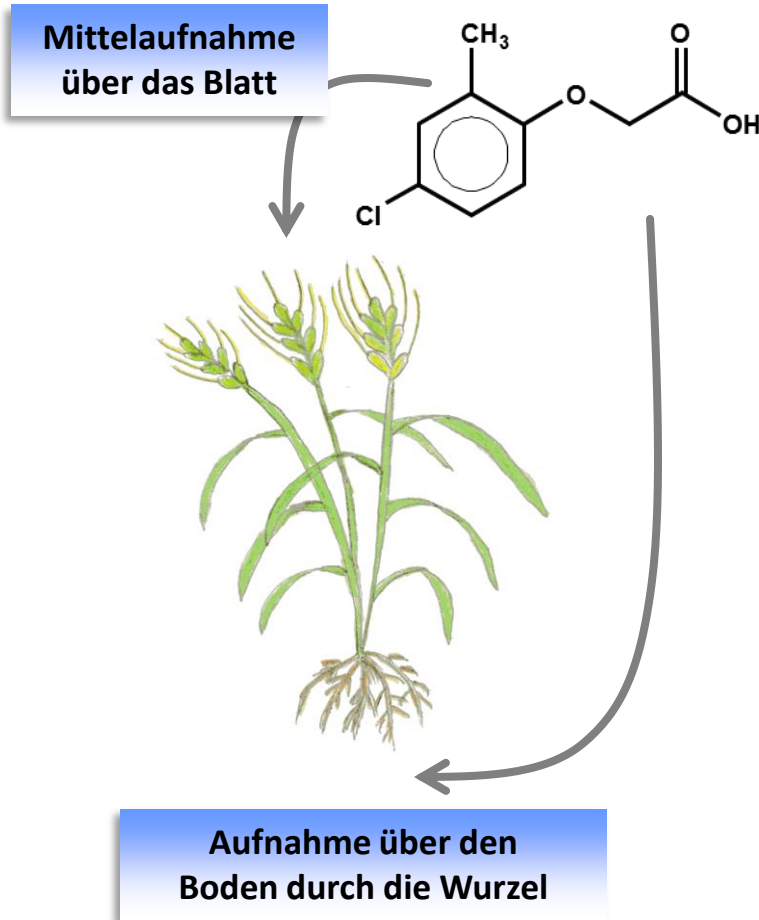


Während der Applikation einsetzende Prozesse





Transport, Abbau und Verbleib in der Pflanze



Aufnahme und Bindung in der Pflanze

- ➔ Speicherung in der Zelle
- ➔ Bindung an schwerlösliche Zellbestandteile wie Polysaccharide, Proteine, Lignin

Abbau zu Metaboliten in der Pflanze (Folgeprodukten)

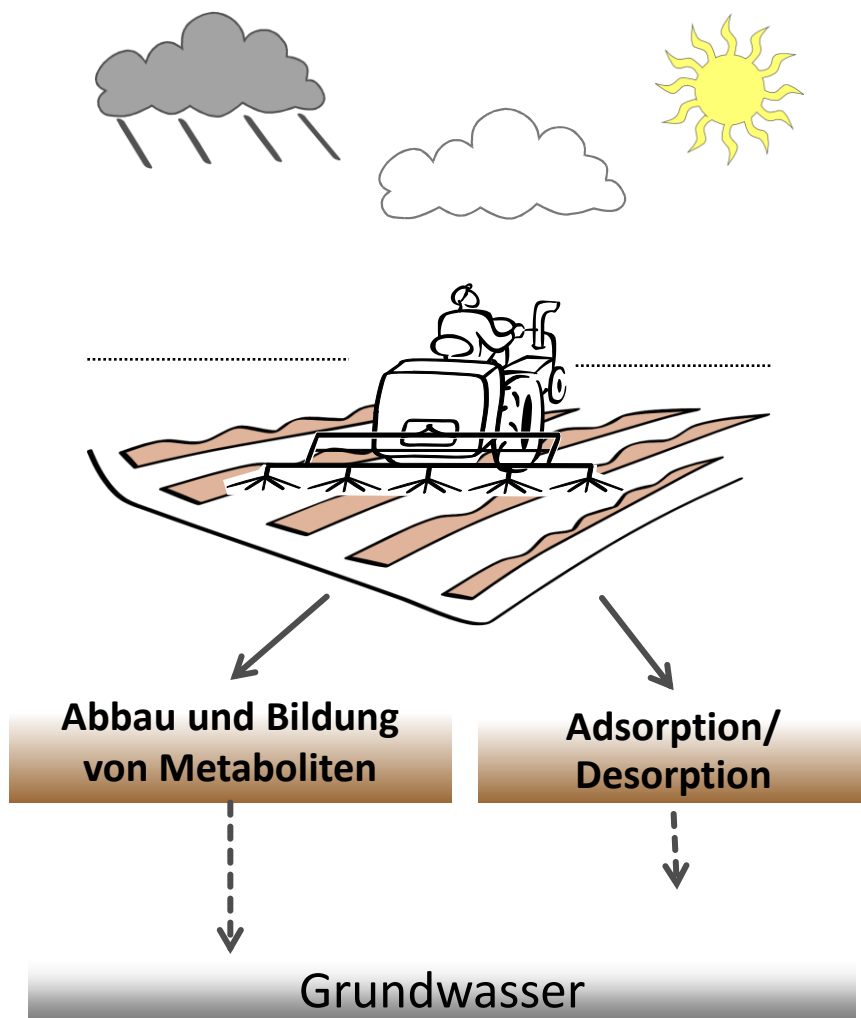
Rückstände im Erntegut und Ernteresten

- ➔ Abtransport mit dem Erntegut
 - ✗ Rückstände im Erntegut (z.B. Lebens- oder Futtermittel)
- ➔ Verbleib von Ernteresten im Boden
 - ✗ Abbau, Transport oder Bindung im Boden

Rückstände in der Nahrung von Nichtzielorganismen



Transport und Abbau im Boden

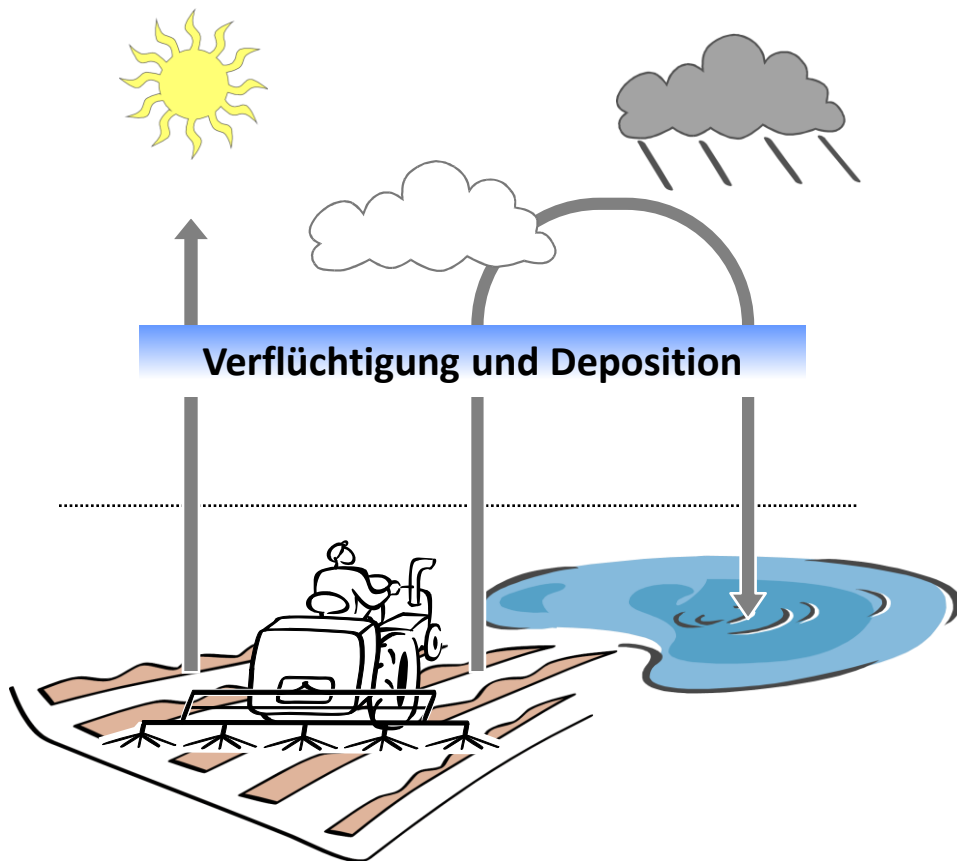


Einflussfaktoren auf die Bodenpassage von Wirkstoffen:

- ➔ Eigenschaften des Wirkstoffes
 - ✗ Abbaugeschwindigkeit
 - ✗ Sorptionseigenschaften
 - ✗ Wasserlöslichkeit
 - ✗ Flüchtigkeit (Dampfdruck)
- ➔ Witterungsbedingungen
 - ✗ Temperatur/ Niederschlag
- ➔ Bodeneigenschaften
 - ✗ Bodentyp und Bodenart
 - ✗ Bodengefüge
 - ✗ Infiltrationskapazität
 - ✗ Mikrobielles Abbaupotenzial
 - ✗ Sorptionskapazität
 - ✗ bevorzugte Fließwege



Verflüchtigung und Deposition



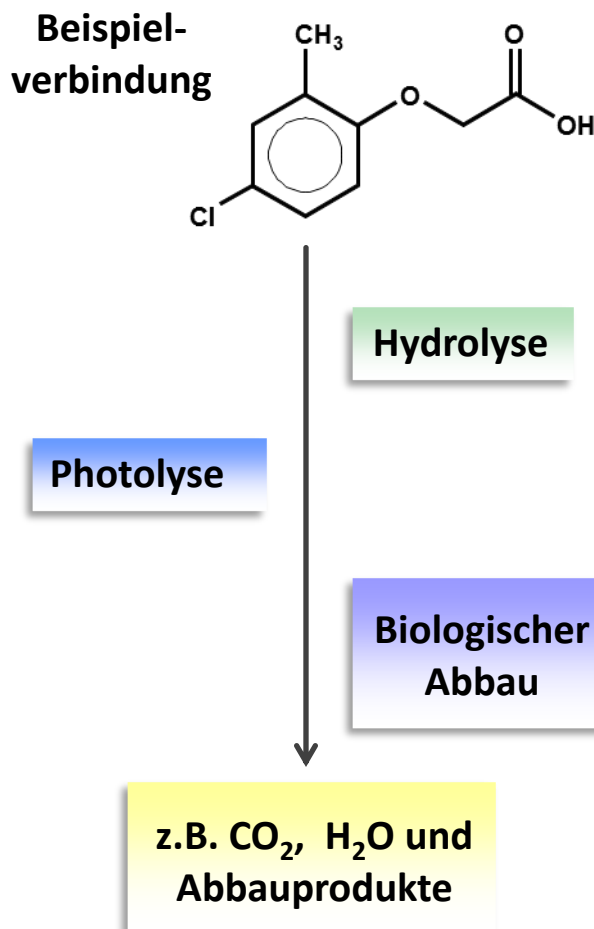
Einflussfaktoren auf die Verflüchtigung von Wirkstoffen:

- ➔ Wirkstoffeigenschaften
 - ✗ Dampfdruck
 - ✗ Wasserlöslichkeit
 - ✗ Henry-Konstante
- ➔ Applikationsbedingungen
 - ✗ Formulierung
 - ✗ Ausbringtechnik
 - ✗ Witterung
- ➔ Standortfaktoren
 - ✗ Kulturart
 - ✗ Bodeneigenschaften (pH, C_{org})



Abbau von Pflanzenschutzmitteln

Übersicht



Verbleib des Wirkstoffes im Boden:

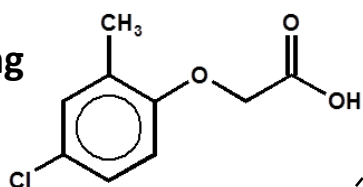
- ➔ chemisch und/oder biologische Reaktionen durch:
 - ✗ Photolyse
 - ✗ Hydrolyse
 - ✗ biologischen Abbau
- ➔ Bildung von Abbauprodukten/ Metaboliten (Deaktivierung)
- ➔ Sorptionseigenschaften
- ➔ Produkte des vollständigen Abbaus (CO₂ und Wasser)



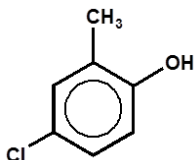
Abbau von Pflanzenschutzmitteln

Photolyse

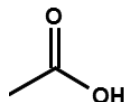
Beispiel-
verbindung



$h\nu$



+



Photolyse findet statt:

- ➔ in der Atmosphäre
- ➔ in Oberflächengewässern
- ➔ auf Pflanzenoberflächen
- ➔ auf Bodenoberflächen

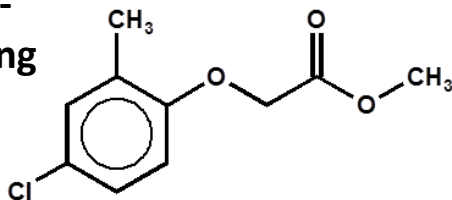
Voraussetzung für die Photoreaktion ist die **direkte** oder **indirekte Anregung** durch Sonnenlicht (UV-Anteil).



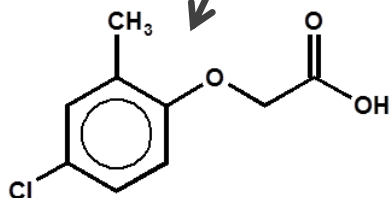
Abbau von Pflanzenschutzmitteln

Hydrolyse

Beispiel-
verbindung



H⁺, OH⁻



Hydrolyse findet statt:

- in Wasser
- durch Spaltung von Bindungen
- unter Anlagerung von Wasser

Abhängigkeit vom pH-Wert

- saure Hydrolyse
- neutrale Hydrolyse
- alkalische Hydrolyse

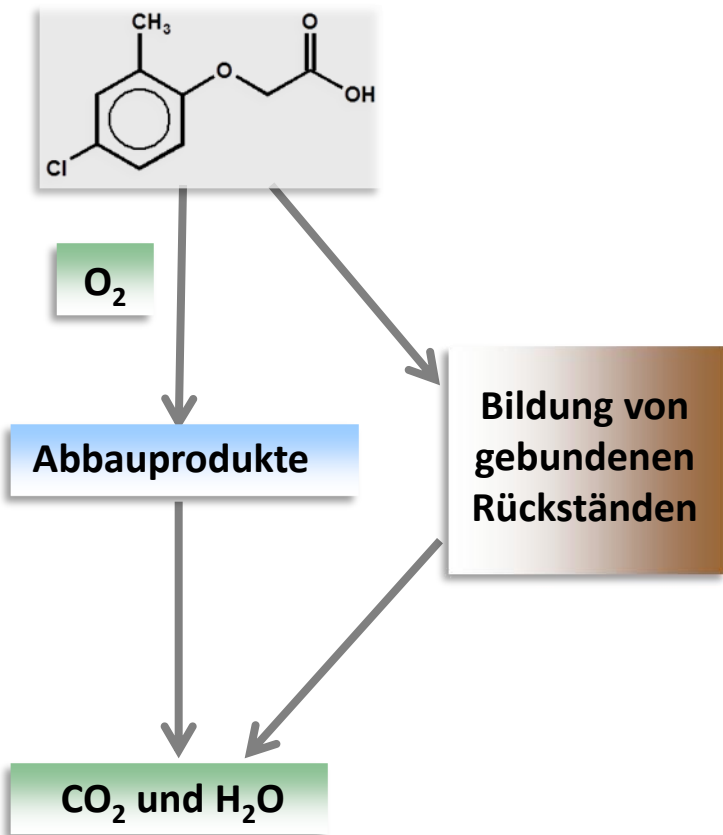
Möglichkeit der enzymatischen Hydrolyse durch:

- Esterasen, Amidasen, Nitrilasen, Phosphatasen, u.a.



Abbau von Pflanzenschutzmitteln

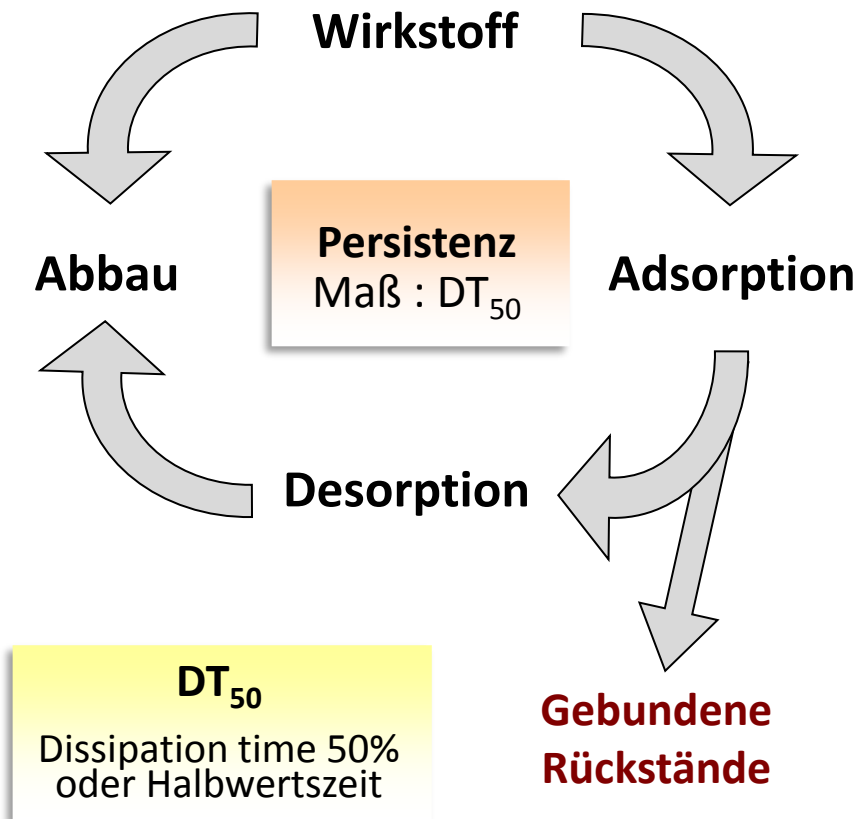
Biologischer Abbau im Boden



- ➔ biologische Faktoren
 - ✗ mikrobielle Biomasse
 - ✗ Pflanzenbewuchs
- ➔ klimatische Faktoren
 - ✗ Temperatur
 - ✗ Feuchte
 - ✗ Durchlüftung
- ➔ Bodeneigenschaften
 - ✗ Bodentyp
 - ✗ Bodenart (Textur)
 - ✗ Humusgehalt
 - ✗ pH-Wert
- ➔ Anwendungshäufigkeit eines Pflanzenschutzmittels



Verweildauer im Boden



Persistenz:

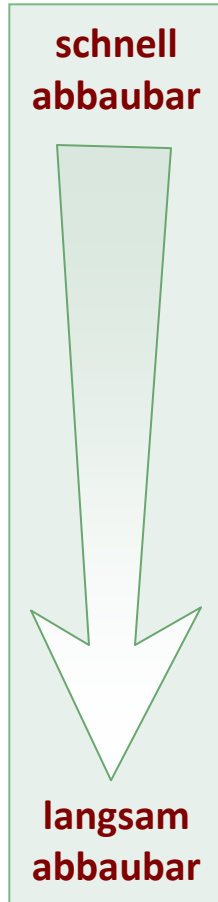
Verbleib eines Stoffes in der Umwelt in seiner ursprünglichen Form über einen gewissen Zeitraum

DT₅₀-Wert:

Der DT_{50} -Wert beschreibt hier die Zeit, die benötigt wird, um die Hälfte der anfänglichen Menge ab- bzw. umzubauen.



Beispiele für die Verweildauer im Boden

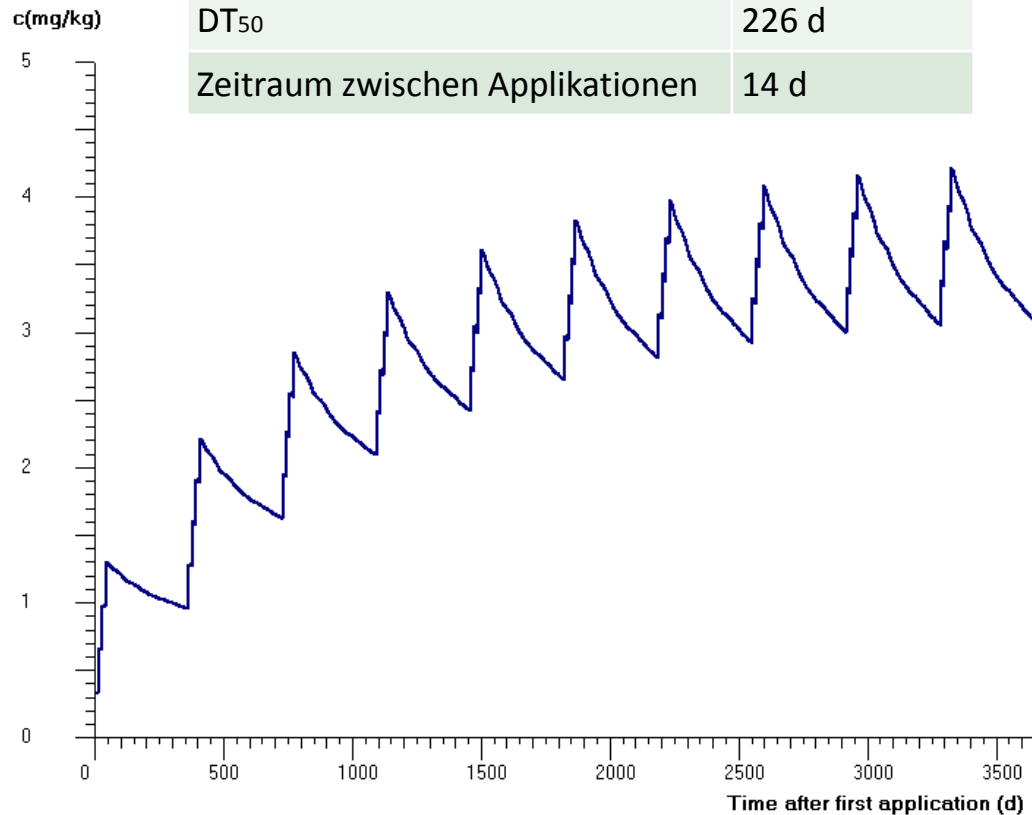


Wirkstoff	durchschnittliche DT_{50} Werte in Laborversuchen
Mancozeb	1,8 Stunden
Methiocarb	2,8 Tage
Isoproturon	12,6 Tage
Chlormequat	31 Tage
Phenmedipham	37 Tage
Glyphosat	49 Tage
Thiamethoxam	156 Tage
Diflufenican	141 Tage
Boscalid	232 Tage
Azoxystrobin	279 Tage
Napropamid	308 Tage
Quinoxifen	> 1 Jahr



Akkumulation im Boden

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



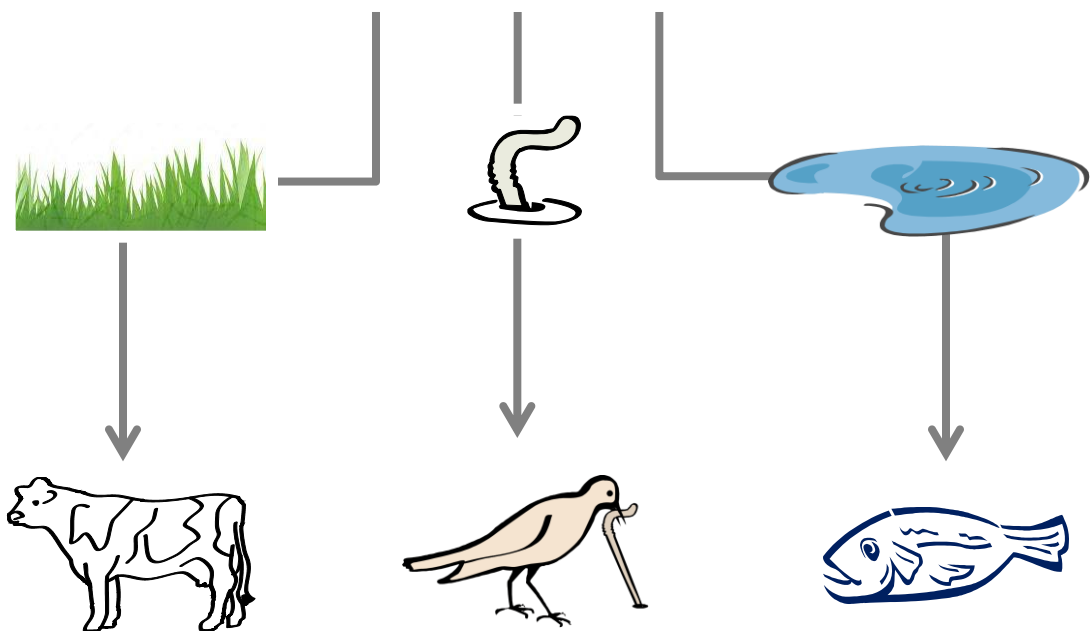
Beispiel für das Entstehen einer Plateaukonzentration eines schwer abbaubaren Wirkstoffes nach mehreren Jahren wiederholter Anwendung

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



Anreicherung in Organismen

Anreicherung von Wirkstoffen in Pflanzen und Tieren



Biomagnifikation

über die Nahrungskette

Biokonzentration

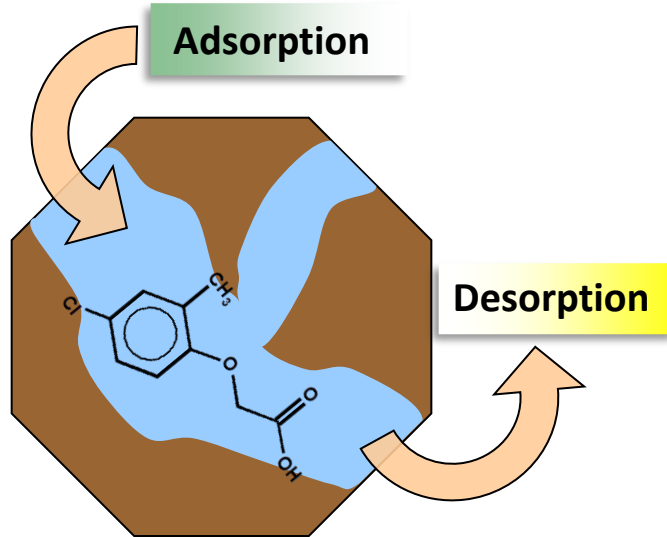
aus dem umgebenden Medium

Stoffe mit hoher Persistenz und hohem $\log P_{OW}$ neigen zur Anreicherung

Der $\log P_{OW}$ beschreibt die Verteilung eines Stoffs zwischen 1-Octanol und Wasser und ist damit ein Maß für die Anreicherung im Fettgewebe.



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:

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