

Test und Validierung der Version 3

Schulung ALTEX-1D Version 3
Februar 2019

Was ist HYDRUS-1D?

- HYDRUS-1D ist ein numerisches Finite-Element-Programm
- 1-dimensionale Strömungs- und Transportprozesse in der ungesättigten Zone
- Berücksichtigung der Stoff-Verteilungs-Prozesse:
 - Feststoff und Sickerwasser (Sorption)
 - Sickerwasser und Bodenluft (Verflüchtigung)
 - biologischer Abbau

Hydrus-1D ist der weltweite Standard für die Berechnung von Strömungs- und Transportprozessen in der ungesättigten Zone

Schritt 1

Überprüfung der Richtigkeit des Äquivalenzansatzes für mehrschichtige Profile/Flüchtigkeit

Berechnung der Konzentrationsentwicklung am OdB

für das **Fallbeispiel 1a** der AH-DU (**3-schichtiges Profil**) mit:

- a) HYDRUS-1D/1-Schicht Modell unter Verwendung „äquivalenter“ Parameter
- b) HYDRUS-1D/rales 3-Schicht-Modell
- c) ALTEX-1D (Version 2.4) unter Verwendung „äquivalenter“ Parameter
- d) ALTEX-1D (Version 3) unter Verwendung „äquivalenter“ Parameter

Schritt 2

Systematischer Vergleich der Ergebnisse von ALTEX-1D (Version 2.4) und der neuen Version 3 durch „**Monte-Carlo-Simulation**“

Schritt 3

Berechnung von **Konzentrationsprofilen** mit ALTEX-1D (Version 3) und HYDRUS-1D

Fallbeispiel für die Überprüfung mit HYDRUS-1D

Fallbeispiel 1/1a (Anhang 3/A3.4.3.2 Arbeitshilfe DU)

Betriebsgelände, auf dem früher **zink- und cadmiumhaltige Farbstoffe** produziert wurden. In der oberflächennahen Bodenschicht wurden hohe Gehalte an Cadmium (durchschnittlich 476 mg/kg) und Zink festgestellt. Cadmium liegt in Form von Cadmiumsulfid-Pigmentresten vor (**Fall A**)

Aufbau der Transportstrecke und Bodenparameter für das Fallbeispiel 1a der AH-DU

	GOK 0 m					
	0,5 m					
fSms	1 m					
Us	1 m					
Su2	1 m					
OdB	3,5 m					

Bodenart	Mächtigkeit	Trocken- Raumdichte	Feldkapazität	pH	Corg	Tongehalt
	(m)	(kg/dm ³)	(%)		(%)	(%)
fSms	1	1,5	14	4	0,1	0,5
Us	1	1,6	32	5	0,5	5
Su2	1	1,5	23	4	0,1	1

Quelle (Cadmiumsulfid-haltige Farbpigmentreste)

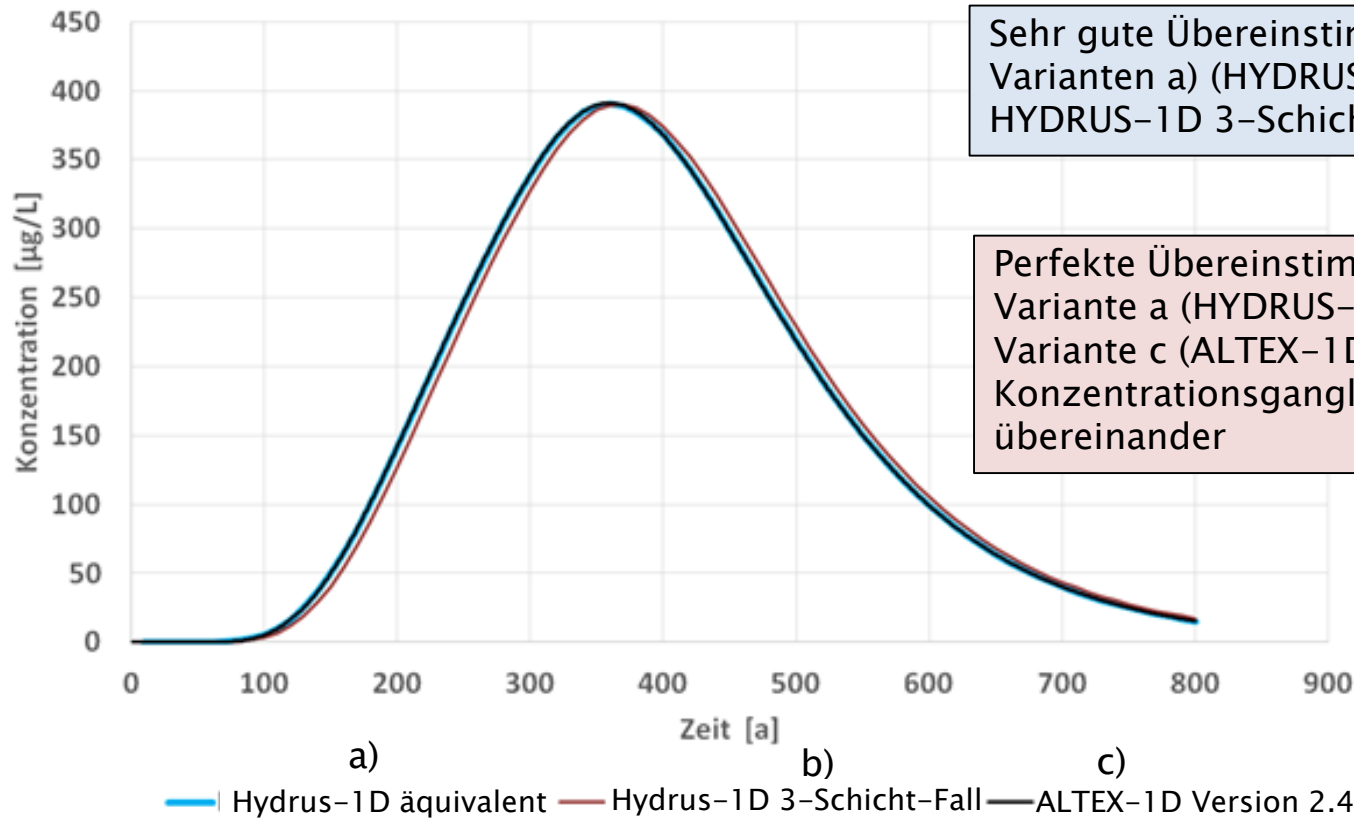
Gesamtgehalt Cadmium im Feststoff: 476 mg/kg

Quellkonzentration S4-Eluat: 550 µg/l

Mobilisierbarer Anteil: 10% (Elution bei W/F 100)

Quellentyp A: konstante Quellkonzentration

Berechneter Konzentrationsverlauf für Cadmium am OdB (Fallbeispiel 1a/AH-DU)



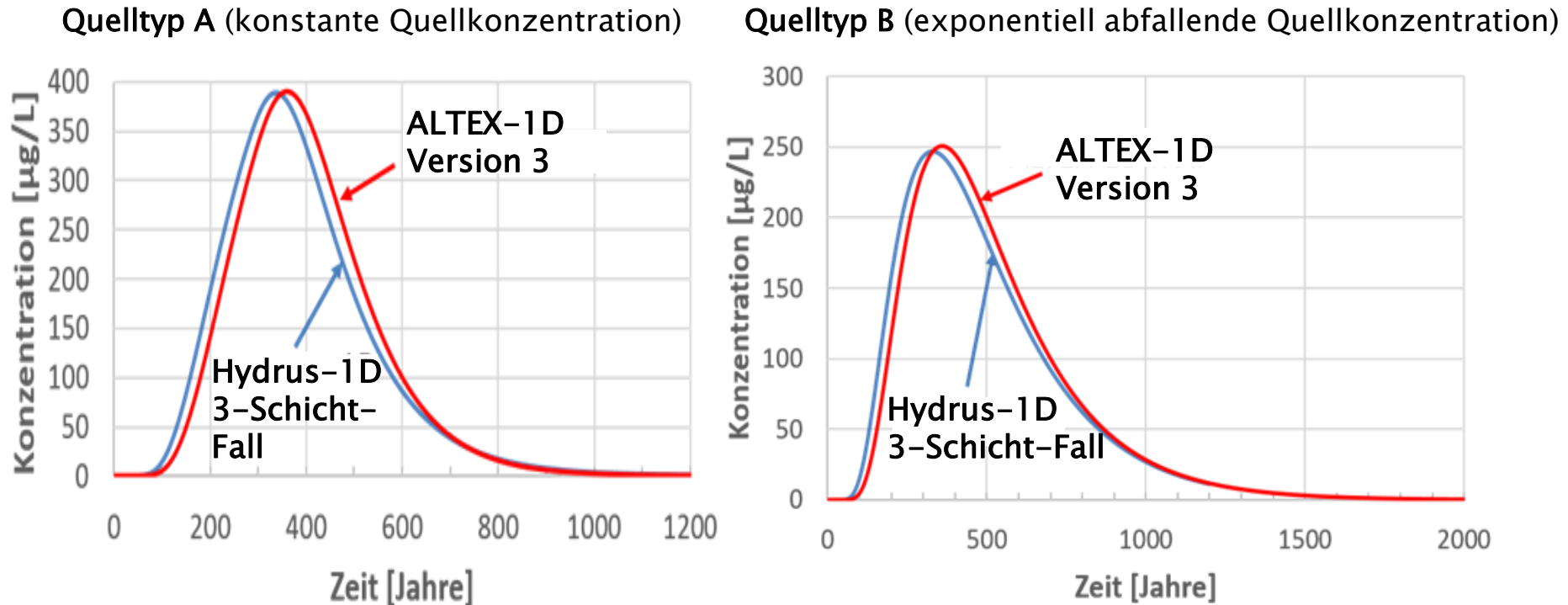
Sehr gute Übereinstimmung zwischen den Varianten a) (HYDRUS-1D äquivalent) und b) HYDRUS-1D 3-Schicht-Fall

Perfekte Übereinstimmung zwischen Variante a) (HYDRUS-1D äquivalent) und Variante c) (ALTEX-1D Version 2.4)
Konzentrationsganglinien liegen exakt übereinander

Fazit:

„Äquivalenzansatz“ ist geeignet, um die Konzentrationsentwicklung am OdB für mehrschichtige Profile richtig zu berechnen. Die Ergebnisse der Version 2.4 stimmen mit HYDRUS-1D überein

Berechneter Konzentrationsverlauf für Cadmium am OdB (Fallbeispiel 1a/AH-DU)



Berechnung Hydrus-1D als reales 3-Schicht-Modell

Vergleich der Ergebnisse ALTEX-1D Version 3 mit Vorgängerversion 2.4 (Monte Carlo)

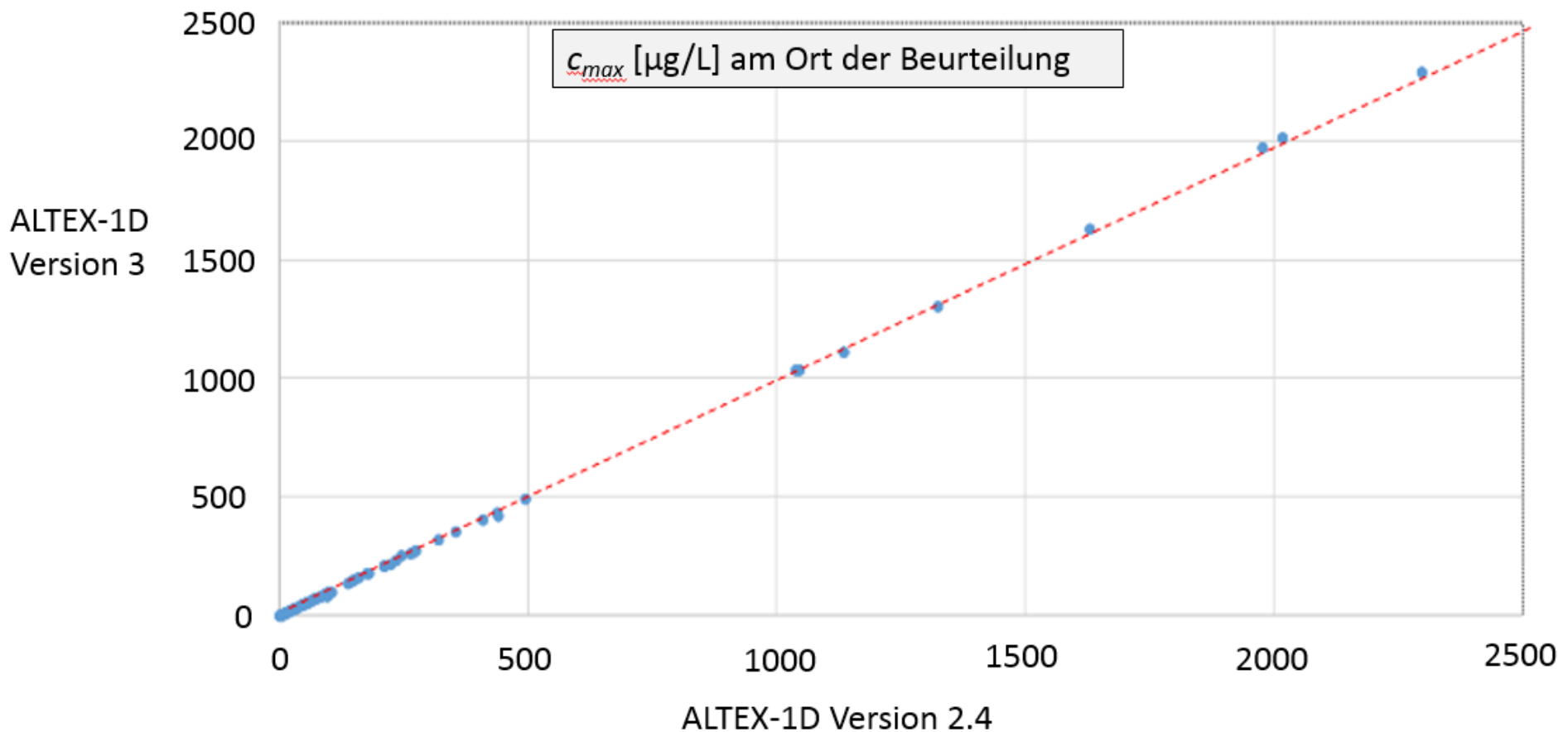
Vorgehensweise

Jeweils 500 Monte Carlo Simulationen für die Varianten:

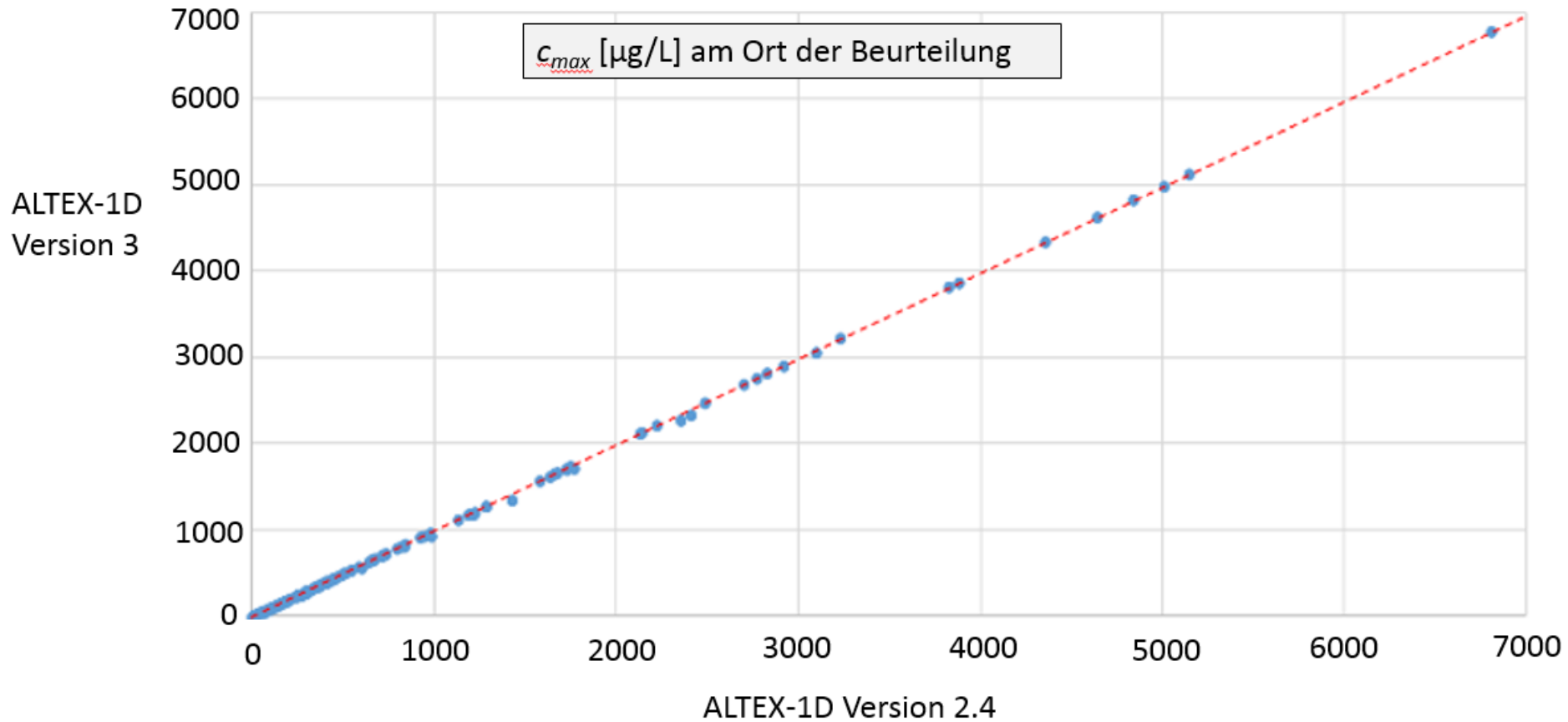
- 1) Quelltyp A organische Schadstoffe
 - 2) Quelltyp A anorganische Schadstoffe
 - 3) Quelltyp B organische Schadstoffe
 - 4) Quelltyp B anorganische Schadstoffe
- Für jeden Eingabeparameter minimalen und maximalen Wert sowie Typ der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion festgelegt
 - Für jede Variante 500 Eingabeparameterkombination „gewürfelt“
 - 500 Sickerwasserprognosen mit Version 3 und 2.4
 - Vergleich der Berechnungsergebnisse in x-y-Diagramm

Vergleich für folgende Ergebnisparameter durchgeführt:

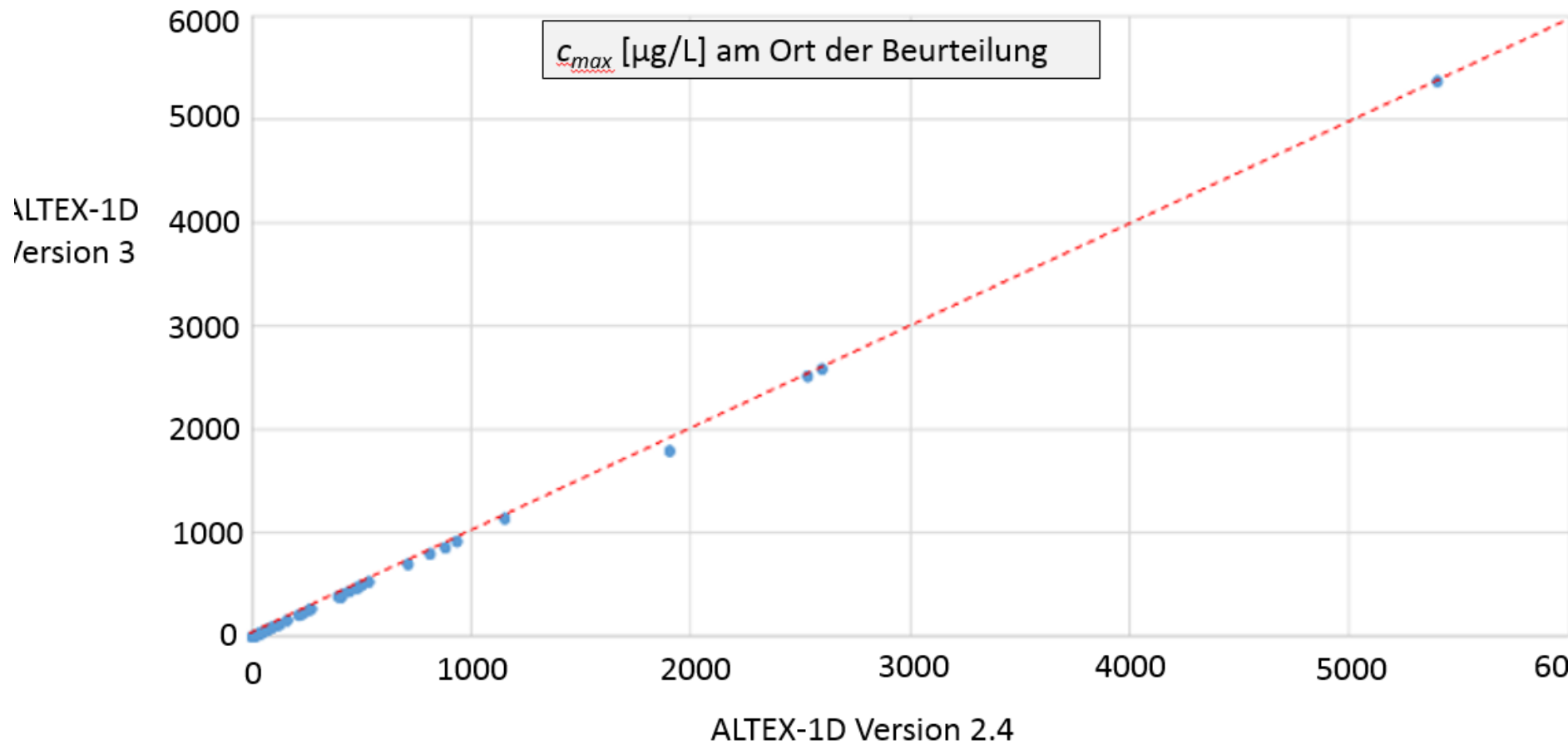
- Maximale Konzentration am OdB c_{max}
- Zeitpunkt der maximalen Konzentration t_{cmax}
- Zeitpunkt der Prüfwert-Überschreitung $t_{pwü}$
- Zeitpunkt der Prüfwert-Unterschreitung t_{pwu}
- Schadstoffemission aus der Quelle E_{s1ges}
- Schadstoffemission ins Grundwasser E_{s2ges}
- Maximale Fracht ins Grundwasser E_{s2max}
- Mittlere Fracht ins Grundwasser $E_{s2mittel}$
- Maximale Emissionsstärke ins Grundwasser J_{s2max}
- Mittlere Emissionsstärke ins Grundwasser $J_{s2mittel}$

Quellentyp **A**; **organische** Schadstoffe

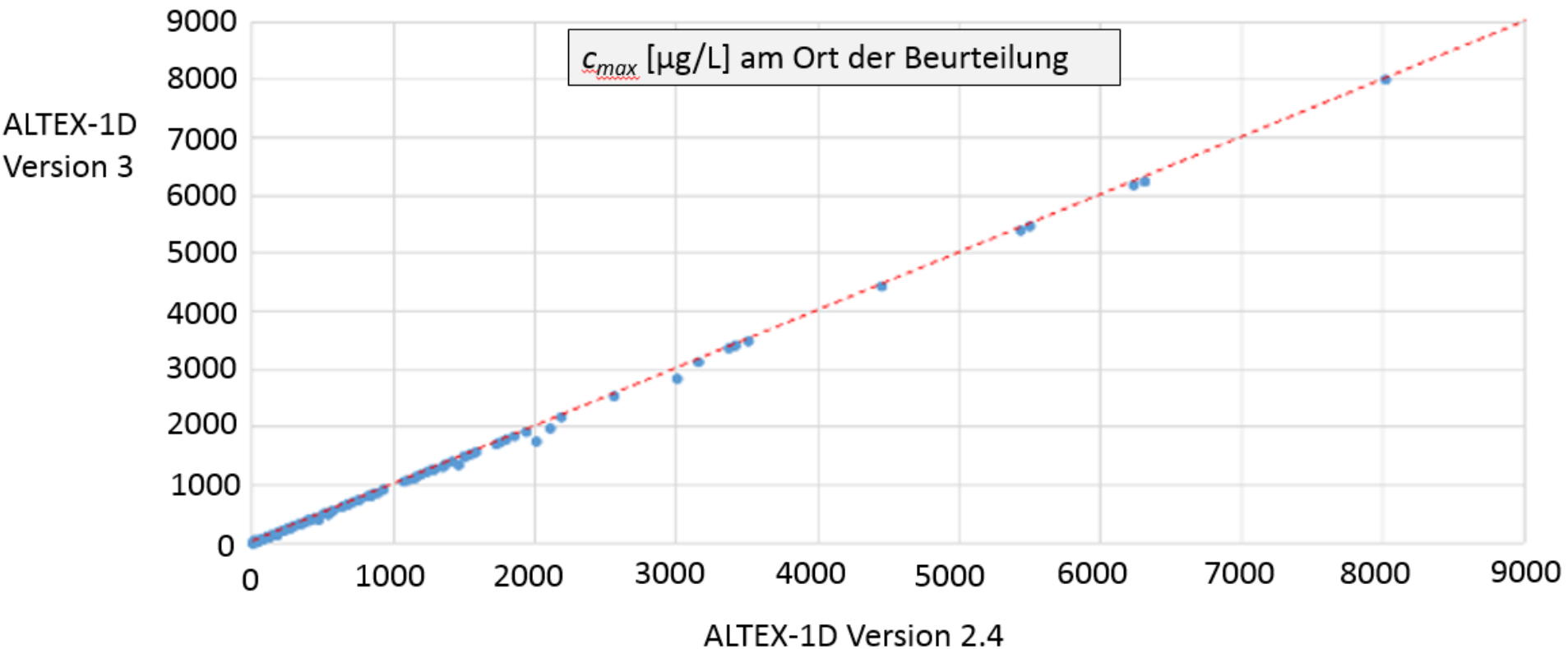
Quelltyp **A**; **anorganische** Schadstoffe

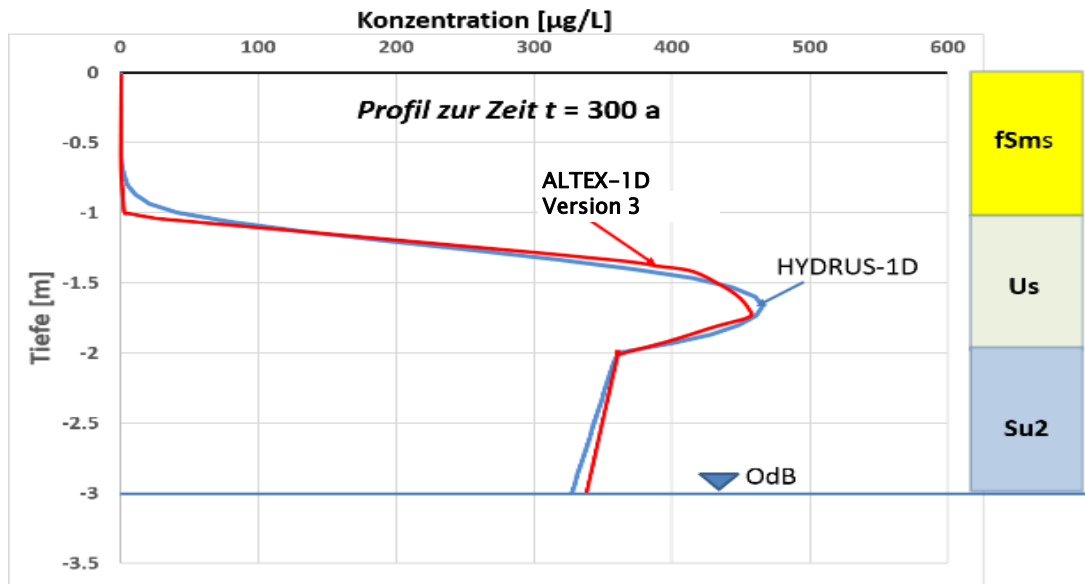
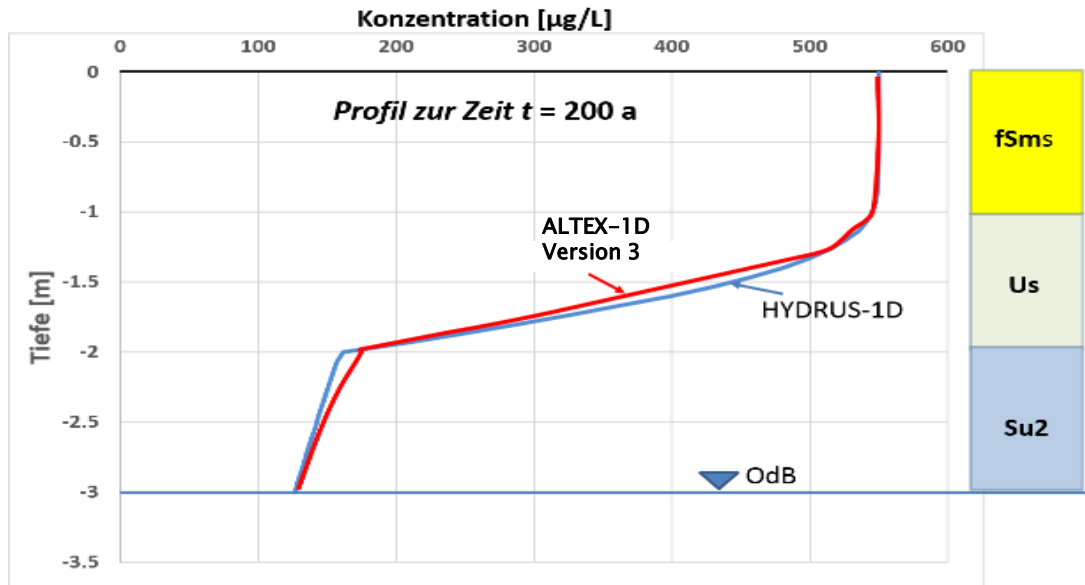


Quelltyp **B**; **organische** Schadstoffe

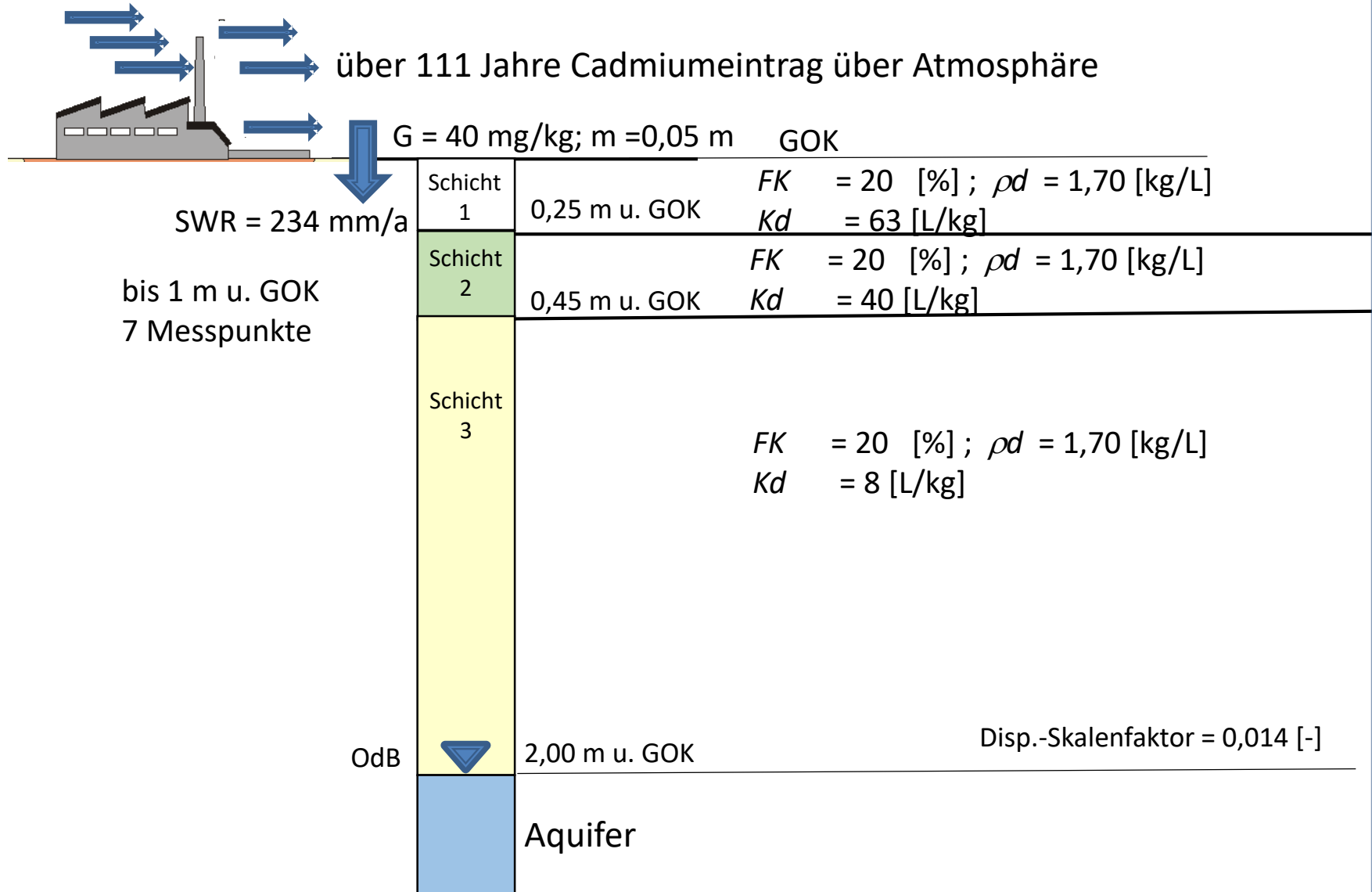


Quellentyp **B**; **anorganische** Schadstoffe

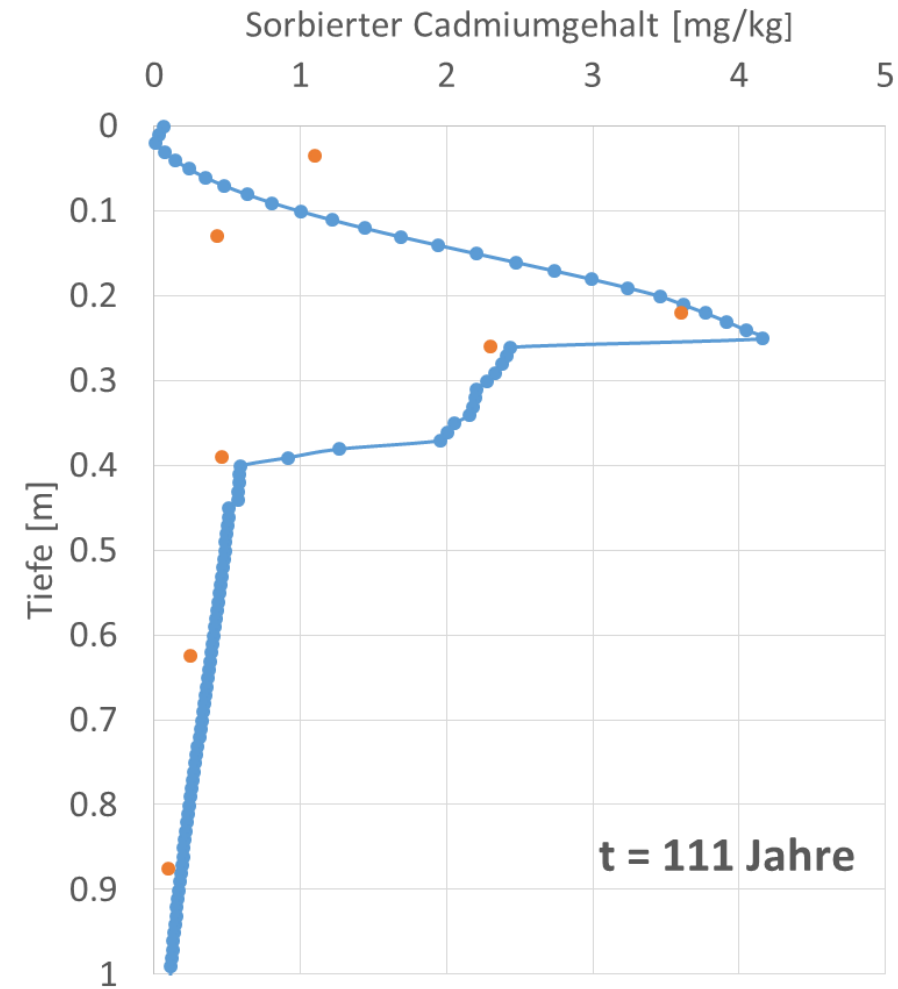
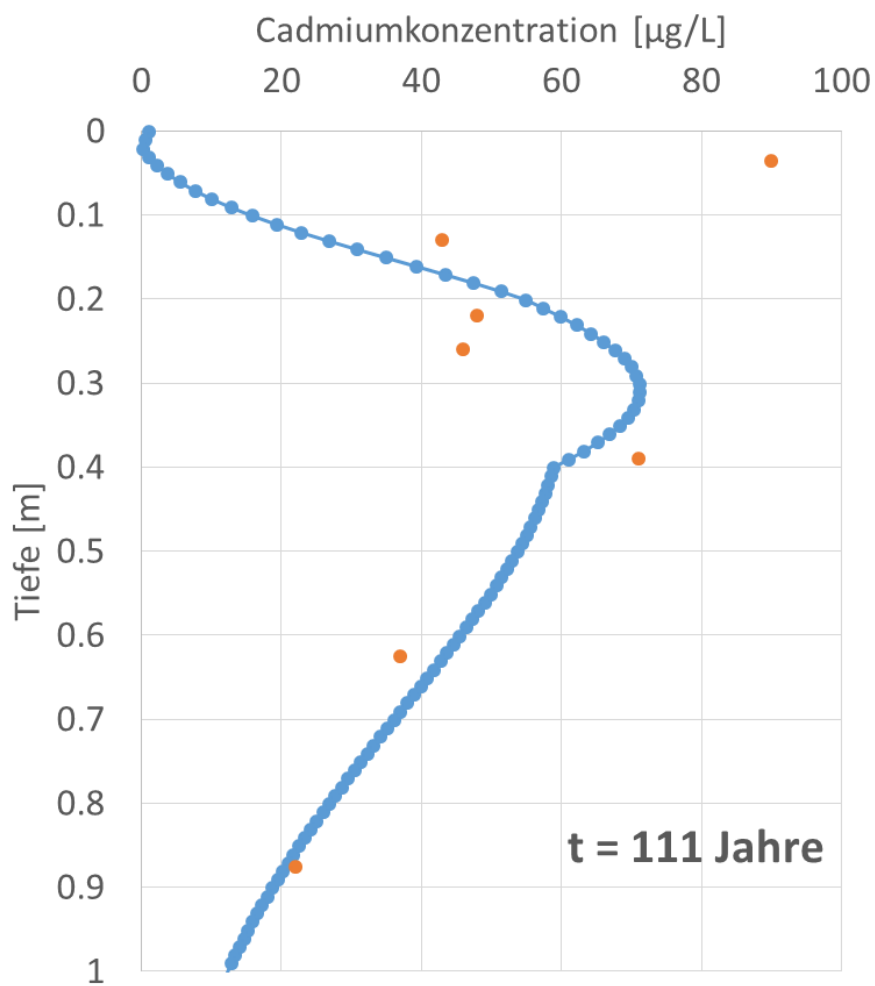




(4) Validierung der berechneten Konzentrationsprofile anhand von im Gelände gemessenen Cadmium-Konzentrationsprofilen



Zitat: Seuntjens, P. (2002): Field-scale cadmium transport in a heterogeneous layered soil.- Water, Air, and Soil Pollution 140: 401-423



● Messwerte [SEUNTJES, 2002]

● mit ALTEX-1D Vers.3.0 berechnete Werte