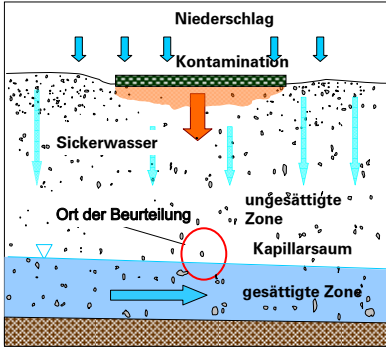


PCSiWaPro® – Computergestütztes Beratungssystem zur Sickerwasserprognose

Problemstellung



Definition

Sickerwasserprognose

(§2, Abs. 5 BBodschV):

Abschätzung der von einer Verdachtsfläche, altlastverdächtigen Fläche, schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser, unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten und bezogen auf den Übergangsbereich von der ungesättigten zur Wasser gesättigten Zone.

Vorteile modellgestützter Sickerwasserprognose mit PCSiWaPro®

- 2D-Simulation von Wasserhaushalt und Transportprozessen
- einfach zu bedienende Windows Software
- flexible Wahl der Randbedingungen
- Schnittstelle zu GeODin-Datenbanken
- Berücksichtigung von hysteresen Prozessen in der ungesättigten Zone
- Berücksichtigung von atmosphärischen Randbedingungen, Pflanzenwurzelentzug und Bodenevaporation
- integrierter Wettergenerator für beliebige Zeitreihen mit hoher Auflösung
- implementierter Parameteridentifikationsalgorithmus
- automatische Diskretisierung mittels FE – Netzgenerator
- Bodendatenbanken nach DIN 4022, DIN 4220, Pedotransferfunktionen

Mathematische Grundlagen

Die mathematische Beschreibung der Prozesse in der ungesättigten Zone erfolgt für die **Strömung** durch die **RICHARDS-Gleichung**, für den **Transport** durch die **Konvektions-Dispersions-Gleichung**.

- RICHARDS-Gleichung** → Strömung und Wasserhaushalt

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[K \left(K_{ij}^A \frac{\partial h}{\partial x_j} + K_{iz}^A \right) \right] - S$$

θ - volumetrischer Wassergehalt
 t - Zeit
 x_i - Raumkoordinaten
 K - hydraulische Leitfähigkeit
 h - Druckhöhe
 S - Quellen-/Senktermer

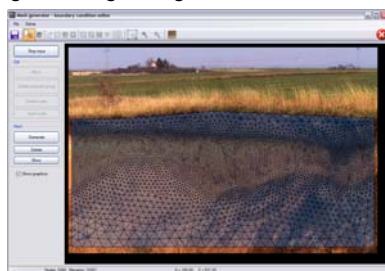
- Advektions – Dispersions - Gleichung

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial \rho s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial c}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_i c}{\partial x_i} + \mu_w \theta c + \mu_s \rho s + \gamma_w \theta + \gamma_s \rho - S c_s$$

c - Konzentration
 s - sorbierte Konzentration
 ρ - Bodendichte
 t - Zeit
 q - Strömungsvektor
 D_{ij} - tensor of dispersion coefficients
 S - Quell-/Senktermer
 C_s - Konzentration des Quell-/Senktermers
 γ_w, γ_s - Parameter für Abbauprozesse 1. Ordnung
 μ_w, μ_s - Parameter für Abbauprozesse 0. Ordnung

Aufbau und Eigenschaften des Programmsystems

- Zweidimensionale vertikal-ebene sowie rotationssymmetrische Strömungs- und Transportprozesse einschließlich der Abbau- und Sorptionsprozesse in der ungesättigten und gesättigten Zone
- basierend auf Programm SWMS_2D
- automatische Diskretisierung mittels FE – Netzgenerator
- Benutzeroberfläche mit problemloser Sprachanpassung
- Einbeziehung bestehender Fachinformationssysteme:
 - Schichtenerfassungsprogramme
 - Boden- und Stoffdatenbanken



Problematik Wasserhaushaltsgrößen

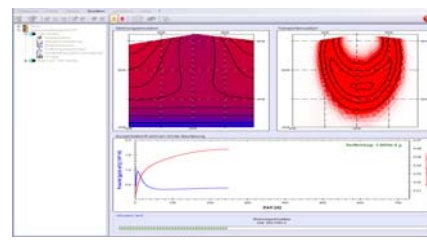
Die Abschätzung der Schadstoffeinträge setzt detaillierte Kenntnisse der Eingangsgrößen des Bodenwasserhaushaltes voraus, der über die Wasserhaushaltsgleichung eng mit den atmosphärischen Bedingungen des Standortes (Hangneigung, Exposition, Bewuchs) gekoppelt ist. In der Praxis werden oft aus Mangel an detaillierten Informationen mittlere Werte der Wasserhaushaltsgrößen verwendet.

Dies kann zu erheblichen Fehleinschätzungen führen!

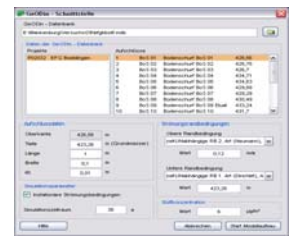
Anbindung eines Wettergenerators an PCSiWaPro®

- Datengrundlage bilden Klimadaten, wie Niederschlag, Tagesmitteltemperatur und Sonnenscheindauer, aus öffentlich zugänglichen Klimastationen des DWD
- Erzeugung synthetischer Zeitreihen für Niederschlag, Temperatur und Evapotranspiration zur Erzeugung instationärer Infiltrationsfronten mit einer zeitlichen Auflösung von bis zu 30 Minuten
- Integration weiterer Modelle zu Pflanzenwurzelentzug, Schneespeicher und Interzeption an Pflanzen

PCSiWaPro® ermöglicht mit eingebundenem Wettergenerator die instationäre Strömungsberechnung unter Beachtung von atmosphärischen Randbedingungen, Pflanzenwurzelentzug und Bodenevaporation

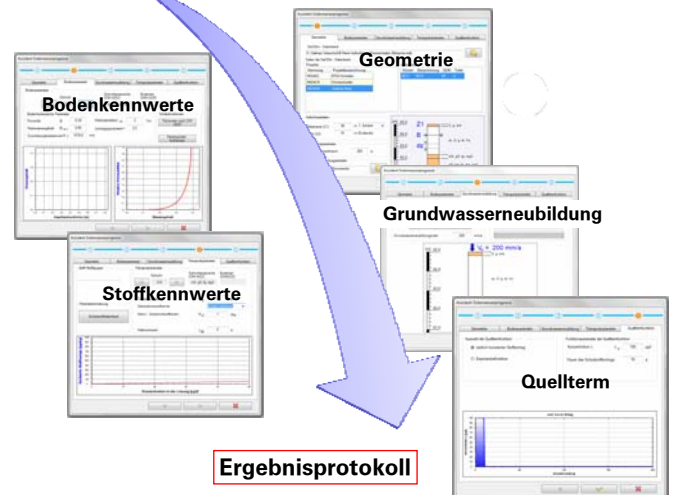


Simulationslauf und Ergebnisse



GeODin-Schnittstelle

Assistent - 5 Schritte zur Sickerwasserprognose



Einsatzgebiete von PCSiWaPro®

Einsatz für:

- Gefährdungsabschätzung
- Anlagenbemessungen
- Wirksamkeitsanalysen zur Anlagenoptimierung

In den Bereichen:

- Altlastensanierung und Ablagerung von Materialien (Sickerwasserprognose)
- Deponieabdichtungssysteme/Kapillarsperren/Rekultivierungsschichten
- Bergbau
- Landwirtschaft
- Dammdurchströmung