

Kurzbeschreibung des PSCN-Moduls für ArcEGMO

Die moderne Flussgebietsbewirtschaftung umfasst neben der Betrachtung der Wasserflüsse auch die Berücksichtigung von Wasserinhaltsstoffen, wie z.B. gelöste Stickstoffkomponenten. Landesplanerische Maßnahmen wie die Renaturierung von Bergbaufolgelandschaften, die Bewaldung von ehemaligen Rieselfeldern etc. erfordern künftig auch den Nachweis der Nachhaltigkeit. Dies bedeutet u.a. die Prüfung, inwiefern z.B. durch den aufwachsenden Wald der Gebietswasserhaushalt so verändert wird, dass abhängige Gewässerfunktionen (Abfluss im Gewässer, Grundwasserneubildung, Grundwasserstand) dauerhaft verändert werden und wie diese Veränderungen zu bewerten sind.

Für derartige Fragestellungen wurde im Rahmen von ArcEGMO ein neues Abflussbildungsmodul entwickelt, welches neben der Wasserdynamik im System Vegetation-Boden auch den Kohlenstoff/Stickstoffhaushalt simuliert (Abb. 1). Dieses sogenannte PSCN-Modul (Plant-Soil-Carbon-Nitrogen Model) entstand durch die Kopplung komplexer Wachstumsmodelle für Wald- und landwirtschaftliche Flächen mit einem detaillierten Bodenmodell. Durch die Implementierung eines Fruchtfolgengenerators kann die landwirtschaftliche Anbaustruktur einer Region genau wiedergegeben werden. Einsatzbereich ist die mittelmaßstäbige (1 bis 1000 km²) Simulation des Wasser- und Kohlenstoff-/Stickstoffhaushaltes einer Region bei Berücksichtigung der Vegetations- und Ertragsentwicklung.

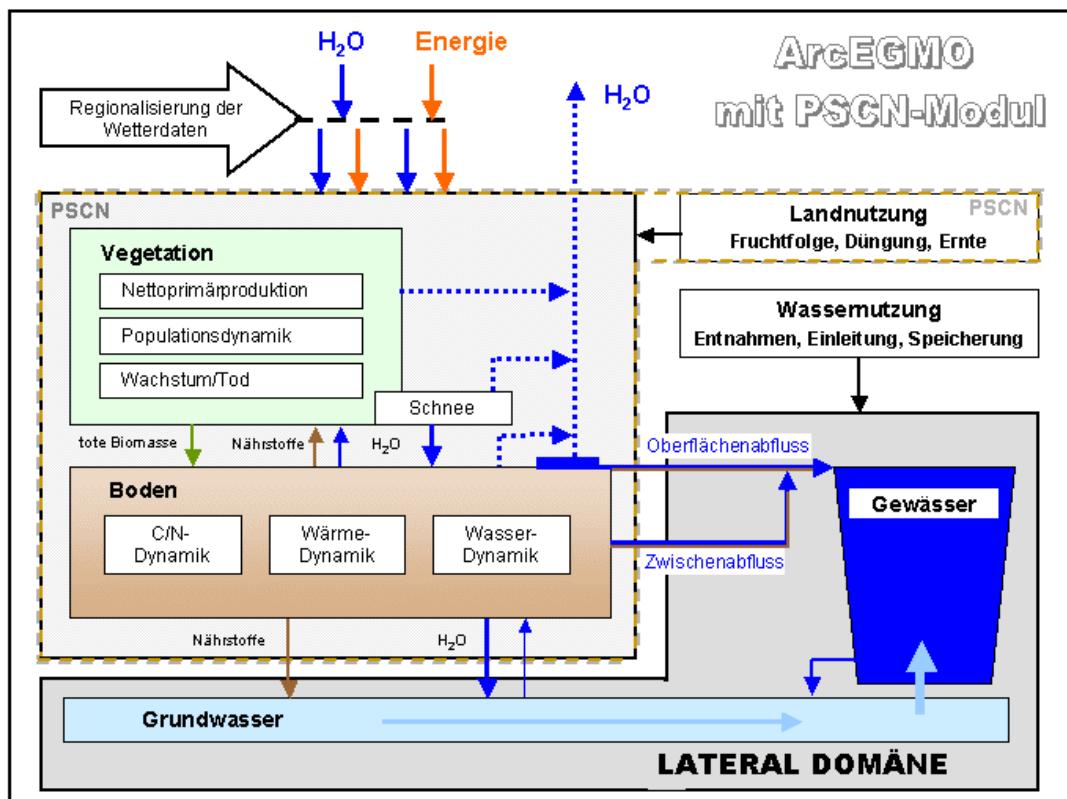


Abb. 1: Das PSCN-Modul im Rahmen des hydrologischen Einzugsgebietsmodells ArcEGMO – Überblick über die simulierten Teilprozesse

Wie Abbildung 1 verdeutlicht, lässt sich das PSCN-Modul in die drei Hauptkomponenten Bodenmodell, Vegetationsmodell und Schneemodell untergliedern. Das Vegetationsmodell enthält Wachstumsmodelle für Wald- und landwirtschaftliche Flächen. Das Bodenmodell besteht aus einem Kohlenstoff-/Stickstoffmodell, einem Bodenwärmemodell und einem Bodenfeuchtemodell.

Die einzelnen Teilmodelle sind streng gekapselt. Der Datenaustausch zwischen ihnen erfolgt über spezifische Schnittstellen. Somit ist es möglich, einzelne Teilmodelle auszutauschen bzw. auf verteilten Systemen zu führen. Diese können dabei in unterschiedlichen Sprachen programmiert sein.

Als treibende klimatische Größen werden Lufttemperatur, Niederschlag, Luftfeuchte und Globalstrahlung in täglicher Auflösung benötigt, die durch ArcEGMO für jedes simulierte Raumelement bereitgestellt werden. Die räumliche Auflösung erfolgt entsprechend des Aggregationsschemas von ArcEGMO (Becker et al., 2002; Pfützner, 2002) auf Hydrotopebene (Elementarfläche). Jedes Hydrotop ist durch eine bestimmte Landnutzung und einen Bodentyp charakterisiert und hat einen festen Raumbezug innerhalb des Untersuchungsgebietes.

Die Vegetationsdynamik wird in Abhängigkeit von der Landnutzung in den einzelnen Hydrotopen simuliert. In den Prototyp des PSCN-Moduls wurden bisher vier unterschiedliche Pflanzenmodelle integriert:

- Waldwachstumsmodell 4C (Suckow, 2001),
- Vegetationsmodell CROP für landwirtschaftliche Kulturen nach SWAT2000 (Neitsch et al., 2001),
- allgemeines dynamisches Pflanzenmodell auf der Basis von Tabellenfunktionen (ohne C/N-Dynamik),
- allgemeines statisches Modell (nur Wasserhaushalt ohne C/N-Dynamik).

Fruchtartenspezifische Modelle, wie z.B. für Grünland, Winterweizen, Mais oder Kartoffeln, sollen im weiteren Entwicklungsverlauf dazu kommen. Die Komplexität (und damit auch der Anspruch an die Eingangsdaten) nimmt vom ersten bis hin zum letzten Modell ab. Reichen die verfügbaren Eingangsdaten nicht für eine Simulation mit dem gewählten Pflanzenmodell aus, so wird modellintern automatisch das nächsteinfachere Modell aktiviert. Prinzipiell werden die beiden allgemeinen Vegetationsansätze für alle Flächen initialisiert, so dass auch bei fehlenden Eingangsdaten für die Wachstumsmodelle 4C und CROP eine flächendeckende Simulation des Gebietswasserhaushaltes ohne detaillierte Vegetationsmodellierung erfolgen kann. Je nach Zielstellung der Simulation und der vorhandenen Eingangsdatenbasis kann auch mit einem vereinfachenden Landnutzungsmodell ohne Berücksichtigung der C/N-Dynamik im Boden und im Bestand gerechnet werden.

Die Modellierung der Bodenprozesse erfolgt unter Berücksichtigung der horizontalen Schichtung des Bodens bis hinunter zum Ausgangssubstrat. Dabei werden bei grundwasserbeeinflussten Standorten auch temporär gesättigte Bodenschichten einbezogen.

Neben den Zustandsgrößen zur Beschreibung der Vegetationsdynamik und der Bodenprozesse werden für jedes Raumelement folgende Wasserhaushaltsgrößen in täglicher Auflösung berechnet und zur Weiterverarbeitung an die Lateraldomäne von ArcEGMO übergeben:

- Aktuelle Verdunstung,
- Oberflächenabflussbildung,
- Hypodermischer Abfluss,
- Perkolation aus der Wurzelzone bzw. Pflanzenentzug aus der gesättigten Zone bei grundwasserbeeinflussten Standorten.

Neben den üblichen Eingabegrößen für ArcEGMO werden zusätzliche Eingaben für die einzelnen Teilmodelle benötigt. Die Verarbeitung dieser erfolgt im Rahmen der modulspezifischen Steuerung (modul.ste) des PSCN-Moduls. Eine ausführliche Beschreibung des PSCN-Moduls geben Klöcking und Suckow (2003).

Ausblick

Derzeit wird daran gearbeitet, das PSCN-Modul sukzessive zu einem komplexen Ökosystem-Modell zu erweitern. So sollen über Störfunktionen die Wirkungen von Schädlingsbefall oder Windbruch auf den Waldzustand und damit auf den Gebietswasser- und –stoffhaushalt untersucht werden.

Literatur

- Becker, A., Klöcking, B., Lahmer, W., Pfützner, B. 2002.** The Hydrological Modelling System ArcEGMO. In: Mathematical Models of Large Watershed Hydrology (Eds.: Singh, V.P. and Frevert, D.K.). Water Resources Publications, Littleton/Colorado, 321-384. ISBN 1-887201-34.
- Klöcking, B., Suckow, F., 2003.** Das ökohydrologische PSCN-Modul innerhalb des Flussgebietsmodells ArcEGMO. In: Pfützner, B. (Ed.), Modelldokumentation ArcEGMO. <http://www.arcegmo.de>, ISBN 3-00-011190-5, 2002.
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R. 2001.** Soil and water assesment tool – Theoretical documentation Version 2000 (<http://www.brc.tamus.edu/swat/>). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Temple.
- Pfützner, B. (Ed.), 2002.** Modelldokumentation ArcEGMO. <http://www.arcegmo.de>, ISBN 3-00-011190-5.
- Suckow, F.; Badeck, F-W.; Lasch, P.; Schaber, J.** 2001: Nutzung von Level-II-Beobachtungen für Test und Anwendungen des Sukzessionsmodells FORESEE. Beitr. Forstwirtschaft u. Landschaftsökologie, 35, 84-87.