

# Eingangsdaten für das Abflussbildungsmodul PSCN

---

Stand: 09.05.2008

## 1 Allgemeines

Für die Simulation des Gebietswasserhaushaltes mit ArcEGMO-PSCN werden die üblichen Eingangsgrößen des Modells ArcEGMO benötigt. Die Simulation der Abflussbildungsdynamik bei Berücksichtigung der Vegetationsdynamik und des C/N-Haushaltes erfolgt auf Hydrotopbasis. Die Hydrotope (Elementarflächen) wurden durch Verschneidung der Basiskarten Vegetation, Bodentyp, Morphologie und Hydrogeologie erzeugt und haben einen festen Raumbezug innerhalb des Untersuchungsgebietes. Sie werden somit als in sich homogen betrachtet. Mittels geostatistischer Verfahren werden die meteorologischen Bedingungen der einzelnen Hydrotope entsprechend der an den Messtandorten beobachteten Witterung berechnet. Eine ausführliche Beschreibung der Struktur und Inhalte der GIS-Eingangsdaten von ArcEGMO ist in der Modellbeschreibung von ArcEGMO enthalten ([www.arcegmo.de](http://www.arcegmo.de)). Im Einzelnen benötigt PSCN folgende Eingangsdaten:

## 2 Meteorologische Daten in täglicher Auflösung

- Lufttemperatur (Tagesmittel, *optional: Minimum, Maximum*) [°C]
- Relative Luftfeuchte [%]
- Niederschlagssumme [mm]
- Globalstrahlungssumme [J/cm<sup>2</sup>] oder Sonnenscheindauer [h]
- *optional: Windgeschwindigkeit [m/s] in 2 m Höhe (für PET nach Penman bzw. Gras-Referenzverdunstung)*
- *optional: Deposition NO<sub>3</sub> [kg NO<sub>3</sub>-N/(ha a)]*
- *optional: Deposition NH<sub>4</sub> [kg NH<sub>4</sub>-N/(ha a)]*

## 3 Geomorphologie

Im Rahmen der üblichen Gebietsanwendung werden diese Parameter aus dem Digitalen Höhenmodell abgeleitet. Soll das Modell jedoch auf Einzelflächen (Lysimeter, Schlag, Forstbestand) angewendet werden, so sind für diese folgende Angaben erforderlich:

- Koordinaten (Flächenmittelpunkt) und Fläche
- Hangneigung [%] (*bei Nichtangabe interne Initialisierung auf 0 %*)
- Hangausrichtung [°] (*bei Nichtangabe interne Initialisierung auf Ost = 90°*)
- Geländehöhe über NN [m]

## 4 Bodendaten

Entsprechend der großen Bedeutung des Bodenwasserhaushaltes im Rahmen des Gebietswasserhaushaltes werden in ArcEGMO die einzelnen Bodenformen des Untersuchungsgebietes in ihrer räumlichen Verteilung und ihrem horizontalen Aufbau berücksichtigt. Die Modellierung der Direktabflussbildung, der Infiltration und des Bodenwasserhaushaltes erfordert die Kenntnis der Bodenwasserspeicherkapazität sowie der gesättigten Leitfähigkeit der wechselfeuchten Bodenzone. Zusätzlich werden zur Abbildung des Kohlen- und Stickstoffhaushaltes (Modul PSCN, s. [www.pscn.arcegmo.de](http://www.pscn.arcegmo.de)) Angaben zum Kohlenstoffgehalt, zum Stickstoffgehalt und zum pH-Wert benötigt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle benötigten Bodeneingangsparameter. Ein Beispiel einer Input-Bodentabelle für ArcEGMO-PSCN ist in Abb. 1 dargestellt.

**Tab. 1** Bodenparameter für alle Bodenhorizonte jedes Bodentyps (+ Angabe erforderlich, - optional)

Parameter/Bezeichnung	Dimension	Bemerkung
Bodentyp	-	-
Ertragspotential	-	- (0: keine bis 3: hoch, siehe Tab. 2)
Horizontnummer	-	+ fortlaufende Nummer, beginnend mit 1 (auch bei organischer Auflage)
Horizontbezeichnung	-	-
Horizontmächtigkeit	mm	+
Durchwurzelungsintensität	-	- Klasse 0 bis 5 nach KA4/KA5 <sup>1</sup> alternativ: Beschränkung auf zwei Klassen (0 - nicht durchwurzelt, 1 - durchwurzelt)
Bodenart	-	+ Kurzbezeichnung nach KA4/KA5
Lagerungsdichte	g/cm <sup>3</sup>	+ Trockenrohdichte
Skelettanteil	Vol.%	+
Humusklasse	-	- Klasse 0 bis 7 nach KA4/KA5
Tongehalt	Masse%	+ (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Schluffgehalt	Masse%	- (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Sandgehalt	Masse%	- (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Welkepunkt	Vol.%	+ (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Feldkapazität	Vol.%	+ (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Gesamtporenvolumen	Vol.%	+ (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
Makroporen	Vol.%	- (alternativ: modellinterne Abschätzung)
Gesättigte Leitfähigkeit	mm/h	+ (alternativ: Bestimmung nach KA4/KA5)
pH-Wert	-	-/+ nur bei Modellierung des C/N-Haushaltes
Gesamtkohlenstoffgehalt C <sub>t</sub>	%	-/+ nur bei Modellierung des C/N-Haushaltes
Gesamtstickstoffgehalt N <sub>t</sub>	%	-/+ nur bei Modellierung des C/N-Haushaltes

Liegen keine Messwerte zu den Speicherkapazitäten und der Wasserleitfähigkeit vor, so werden diese modellintern anhand der Bodenart, der Lagerungsdichte sowie dem Skelett- und Humusgehalt aus der KA4 abgeschätzt. Bei Vorhandensein der Messwerte zu den Speicherkapazitäten und der Wasserleitfähigkeit kann zusätzlich modellintern eine Skelett- und

<sup>1</sup> AG Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Aufl., 392 S. (1994) und 5. Aufl., 438 S. (2005), Hannover

Humuskorrektur nach KA5 erfolgen, die durch die Steuergrößen „Humuskorrektur“ und „Skelettkorrektur“ (0 - Werte sind nicht korrigiert, 1 - Werte sind korrigiert) aktiviert werden. Anhand der Angaben zum Skelett- und Tonanteil, der Lagerungsdichte sowie der aktuellen Landnutzung wird die Makroporosität abgeschätzt, soweit der Makroporenanteil nicht direkt angegeben ist.

**Tab. 2:** Klassifizierung der Böden entsprechend ihres Ertragspotenzials

Ertragspotenzial	Ackerzahl	Geologische Bodeneinheit <sup>2</sup>	Kriterien
1 (gering)	<50	g1, g2, h3s, s2, k4, k5, lg1 - lg5	Geringe Durchwurzelungstiefe, hoher Ton- und/oder Sandanteil, hoher Skelettanteil, geringer pH-Wert, geringer Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser, vernässt
2 (mittel)	50 - 65	ds1, ds2, ds3, h1g, 1g, h1t-h4t, h2s, h4s, k2, k3, lö4k, lö5, r1, r2, s1, s3, t1,t1h, t2 - t4, tk, tkg	Mittlere Durchwurzelungstiefe, sandig-lehmige bis schluffig-tonige Textur, mittlerer Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser, zeitweise vernässt, geringer pH-Wert
3 (hoch)	65...100	ds5, ds6, h1a, h2l,h3l, k1, lö1, lö2,lö6	Hohe Durchwurzelungstiefe, sandig-lehmige bis schluffig-tonige Textur, hohe Wasserspeicherkapazität, Kapillaraufstieg aus dem Grundwasser, geringer Steingehalt

Hinsichtlich der Aufnahmetiefe wird davon ausgegangen, dass die gesamte wechselfeuchte Bodenzone abgebildet wird. Das erfordert für tiefgründige Böden Angaben über einen Bereich, der über die sich im Vegetationszyklus ergebende, maximale Wurzeltiefe zzgl. kapillare Aufstiegshöhe reicht. Darum sollte die unterste Bodenschicht immer auf mindestens 2.5 m nach unten vergrößert werden, wenn der Boden im Lockergesteinsbereich auftritt. Für flachgründige Standorte reicht der Boden im Sinne der Bodenwasserhaushaltsbetrachtungen nur bis zum anstehenden Fels (oder Grus).

Weiterhin ist bei der Bearbeitung der Bodendaten folgendes zu beachten:

- Ist der Boden mit Festgestein unterlagert, so kann dies im C- Horizont über die Angabe Skelettanteil = 100% ausgewiesen werden, die Bodenart ist aus der hangender Schicht zu übertragen, die Speichergrößen können mit -9999 parametrisiert werden.
- Jeder oberste Horizont, auch Auflagehorizonte müssen mit der Horizontnummer 1 (nicht mit 0) beginnen, auch wenn ihre Tiefe negativ ist.
- Alle Fehlwerte müssen durch -9999 gekennzeichnet werden, leeren Zellen könnten als 0 interpretiert werden.
- Auflagehorizonte müssen auch parametrisiert werden, können aber zu einer Schicht (L-O<sub>r</sub>-O<sub>h</sub>) zusammengefasst werden:

<sup>2</sup> TLUG - Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, 1996. Digitale Bodengeologische Konzeptkarte 1:50.000, hergestellt auf der Grundlage der bodengeologischen Manuskriptkarten 1:25.000 zur Bodengeologischen Übersichtskarte 1:100.000 (Rau, D., H. Schramm und H. Pantel, 1969-1974).

PROFIL	Bodentyp	HorizontNr	Horizont	BoArt	Dicke	Tiefe	Skelett	Humus	dB	Wurzel	pH	Norg	Corg	GPV	PWP	FK	Ksat	Sand	Schluff	Ton
1	OO	1	L_Of_Oh	MO	20	20	0	0.15	5	3.2	1.17	32.0	90	90	2	60	208.3	0	0	0
1	OO	2	Ah	Lt2	120	120	0	0.00	4	3.5	4.4	55	4.4	55	2	60	13.0	-9999	-9	[Masse%]
1	OO	3	Cc	Ls2	100	100	70	-9999	4.5	4.5	1.2	43.5	1.2	43.5	1.2	43.5	41.0	-9999	-9999	15
1	OO	4	Cv	Si3	200	420	80	-9999	1.42	4.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-9999	-9999	10
2	"BB-RN"	1	L_Of_Oh	MO	20	20	0	0.15	5	3.2	1.17	32.0	90	90	2	60	208.3	0	0	0
2	"BB-RN"	2	Ah	Uls	20	20	0	humusfrei	4	0.90	5	7.6	7.6	9	1	28	-9999	-9999	-9999	-9999
2	"BB-RN"	3	Ah_iCv	Si3	130	130	1	sehr schwach humos	2	0.90	2	4.5	0.20	4.6	9	1	-9999	64	25	11
2	"BB-RN"	4	Bv_iCv	Si2	100	7	0	organisch, Torf	0	0.05	1.0	9.5	1.0	9.5	1.0	9.5	-9999	-9999	-9999	-9999
2	"BB-RN"	5	IIImCn	z	20	20	0	keine	0	0.00	0.0	0.0	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	
3	BBI	1	L_Of_Oh	MO	80	80	0	0.15	5	3.2	1.17	32.0	90	90	2	60	208.3	0	0	0
3	BBI	2	Ah	Ls2	50	130	0	-9999	0.58	9.6	79.6	15	40	41.0	35.3	40.8	23.9			
3	BBI	3	AhBv	Ls3	100	230	10	-9999	0.20	5.6	72	24	47	13.0	47.7	34.2	18			
3	BBI	4	Bv1	Si4	150	380	10	-9999	0.87	5	4.2	0.13	5.6	70	22	45	47.0	48.6	37.4	14
3	BBI	5	Bv2	Su3	400	780	30	-9999	0.87	2	4.4	0.04	1.0	55	12	28	75.0	61.6	33.7	4.7
3	BBI	6	Cv	Su2	500	1280	30	-9999	1.41	1	4.5	0.03	0.6	46.9	11.1	25.4	157.0	75.3	21.9	2.8
3	BBI	7	IIICv	Su2	400	1680	80	-9999	1.41	1	4.5	0.01	0.3	46.9	11.1	25.4	157.0	75.3	21.9	2.8
4	"BB(I)"	1	L_Of_Oh	MO	20	20	0	0.15	5	3.2	1.17	32.0	90	90	2	60	208.3	0	0	0
4	"BB(I)"	2	Ah	Ls2	80	100	0	-9999	0.53	4	3.6	0.46	6.6	72	18.5	35.7	291.7	-9999	-9999	-9999
4	"BB(I)"	3	Bv1	Ls2	500	600	10	-9999	0.87	2	4.2	0.13	2.7	68	24.7	30.8	208.3	-9999	-9999	-9999
4	"BB(I)"	4	Bv2	Ls2	300	900	20	-9999	1.41	2	4.4	0.07	1.8	66	11.1	25.4	17.1	-9999	-9999	-9999
4	"BB(I)"	5	Cv	Si2	300	1200	40	-9999	1.04	1	4.2	0.03	0.7	60.7	13.6	23.5	166.7	-9999	-9999	-9999
4	"BB(I)"	6	IIICv	Si2	400	1600	80	-9999	1.40	1	4.2	0.01	0.5	60.7	13.6	23.5	166.7	-9999	-9999	-9999
5	"SS-BB"	1	L_Of_Oh	MR	100	100	0	0.15	5	4.2	1.48	38.3	90	90	2	60	208.3	0	0	0
5	"SS-BB"	2	Ah	Siu	30	130	0	-9999	0.90	4	3.9	0.25	5.7	59.1	11	34	32.5	44.8	42.3	12.9
5	"SS-BB"	3	Bv	Siu	320	450	10	-9999	0.94	3	4.5	0.12	2.0	57.8	13	48	40.5	37.1	47.7	15.2
5	"SS-BB"	4	IIISwBv	Si4	450	900	20	-9999	1.27	1	4.7	0.03	0.3	52.1	11	41	32.8	53.5	30.8	15.6
5	"SS-BB"	5	IIISd	Ls3	400	1300	30	-9999	1.41	0	4.7	0.02	0.2	47	18.5	28	17.1	37.4	40	22.6
5	"SS-BB"	6	IIISd	Ls3	400	1700	80	-9999	1.41	0	4.7	0.01	0.2	47	18.5	28	17.1	37.4	40	22.6

Abb. 1: Beispiel einer Bodentabelle

## 5 Landnutzungsdaten

Der Datenbedarf hängt vom gewählten Modell ab. Im Folgenden sind die Anforderungen der einzelnen Modelle, beginnend mit dem einfachsten bis hin zum komplexesten Modell mit dem höchsten Bedarf an Eingangsdaten, dargestellt. Die Angaben beziehen sich auf jede Einzelfläche.

### 5.1 Statisches Landnutzungsmodell

Landnutzungstyp (Siedlung, Acker, Wiese, etc.) mit

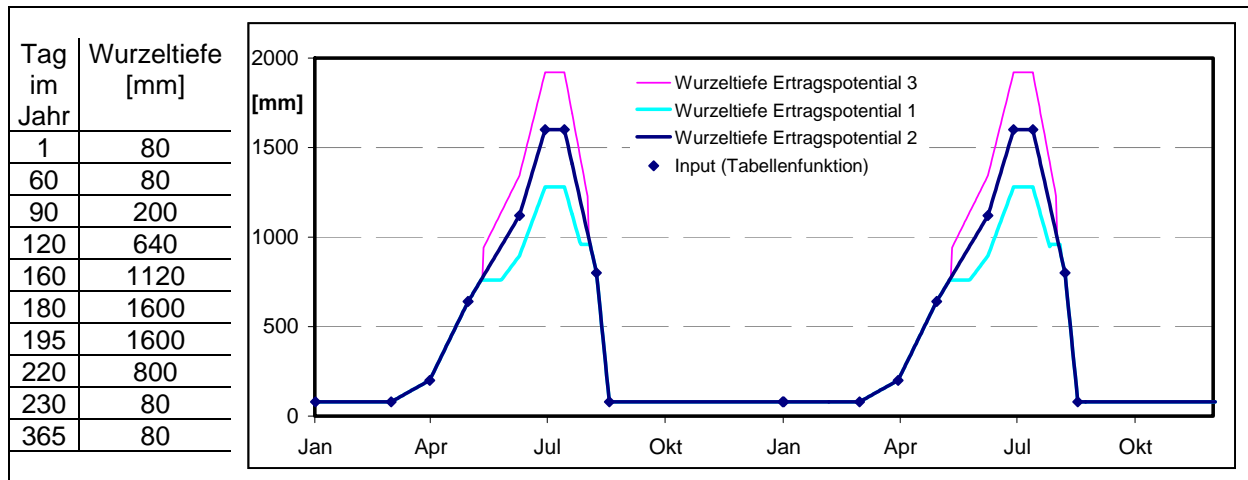
- Versiegelungsgrad [%]
- Bedeckungsgrad [%]
- maximale Durchwurzelungstiefe [m]
- maximale Interzeptionsspeicherkapazität [mm/d]
- maximaler Blattflächenindex [-]

Für alle in Deutschland üblichen Landnutzungstypen existiert hierzu eine Standardparametrisierung, die aus Literaturangaben abgeleitet wurde

### 5.2 Dynamisches Vegetationsmodell

Dieses Modell wird für Landbedeckungen mit innerjährlicher Dynamik empfohlen, solange nicht mit Modell 5.3 oder 5.4 simuliert werden soll. Zusätzlich zu den unter 5.1 genannten Landnutzungsparametern werden Zeitfunktionen der veränderlichen Größen (i.a. Blattflächenindex und Wurzeltiefe) als Tabellenfunktionen benötigt. Abbildung 1 zeigt als Beispiel die vorgegebene Tabellenfunktion zur Beschreibung des mittleren innerjährlichen Ganges der Wurzelentwicklung auf Ackerflächen und deren interne Umsetzung im Modell bei Berücksichtigung des Ertragspotentials des Bodens. Dabei wird zwischen den einzelnen Stützstellen

linear interpoliert. Wie auch für die allgemeinen Landnutzungsparameter bietet das Modell für die meisten dynamischen Landnutzungstypen auf Literaturwerten basierende Standard-Zeitfunktionen zu Wurzeltiefe und Blattflächenindex.



**Abbildung 1:** Tabellenfunktion zur Beschreibung des mittleren innerjährlichen Ganges der Wurzelentwicklung auf Ackerflächen und interne Umsetzung im Modell bei Berücksichtigung des Ertragspotentials des Bodens

## 5.3 Generisches Vegetationsmodell VEGEN

### 5.3.1 Allgemein

Das Modell basiert auf einem Wärmesummenkonzept zur Abbildung der phänologischen Entwicklung. Dieses Modellkonzept wird weltweit im Rahmen von Ertragsabschätzungen als auch in Einzugsgebietsmodellen genutzt (z.B. SWAT2005<sup>3</sup>). Durch den breiten Einsatz stehen für viele Kulturarten pflanzenspezifische Parametersätze zur Verfügung. PSCN nutzt direkt die vom USDA<sup>3</sup> publizierte Parametersammlung. Eine ungeprüfte Übernahme dieser Parameter ist jedoch nicht zu empfehlen. Zusätzlich muss der Bedarf an Wärmeeinheiten bis zum Erreichen der Reife sortenspezifisch bestimmt werden. Deshalb wird vor dem Modelleinsatz eine regionalspezifische Bestimmung der Basisparameter anhand phänologischer Beobachtungen (z.B. Daten des DWD bzw. der Landwirtschaftsämter) empfohlen.

### 5.3.2 Flächen mit landwirtschaftlicher Nutzung

Vorgabe einer zeitlichen Fruchtfolge, die für jedes Bewirtschaftungsjahr folgende Angaben enthält:

- Fruchtart
- Saattermin
- Erntetermin
- Schnitttermine (bei Grünland)
- Düngungstermine
- Pro Düngungstermin: Menge kg N/ha, kg P/ha, Düngerart (organisch, mineralisch)

<sup>3</sup> Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., 2005. Soil and water assessment tool – Theoretical documentation Version 2005 (<http://www.brc.tamus.edu/swat/>). USDA Agricultural Research Service at the Grassland, Soil and Water Research Laboratory in Temple, Texas, USA., Section 5 and 6, 275-324

- Weitere Bewirtschaftungstermine und Maßnahmen wenn durchgeführt (Beregnung, Lockerung, ...)

Liegen diese Bewirtschaftungsdaten nicht für die Einzelflächen vor, so kann alternativ mit einem Fruchtfolgegenerator auf der Basis von Anbaustatistiken (z.B. auf Kreisebene) und mittlerem sortenspezifischen Management gearbeitet werden. Dabei wird das Ertragspotenzial des Standortes (s. Tab. 2) berücksichtigt.

### 5.3.3 Flächen mit forstlicher Nutzung

- Waldtyp (Laubwald, Mischwald, ...) mit Angabe der Baumarten und des Alters wenn vorhanden
- Mittlere Wurzeltiefe
- minimale und maximale Biomasse
- minimaler und maximaler Bedeckungsgrad
- minimaler und maximaler Blattflächenindex (hier als Pseudonym für Summe aus Blatt- und Stammflächenindex!)

## 5.4 Waldwachstumsmodell 4C

**Forstbestand** (pro Baumart im 1. Aufnahmejahr):

- Alter
  - Brusthöhendurchmesser BHD
  - Mittlere Höhe
  - Grundfläche oder Stammzahl pro ha
  - Management
- optional: Vorrat und Kronenansatzhöhe

## 6 Grundwasserflurabstand

Im Normalfall wird die Abflussbildungssimulation mit dem Modul PSCN im Rahmen von ArcEGMO entweder in Kopplung mit einem Grundwasserströmungsmodell oder bei Annahme eines mittleren (statischen) Grundwasserflurabstandes pro Hydrotop durchgeführt.

Bei Anwendung für einen Standort können jedoch beim Vorliegen von Messwerten zum Grundwasserflurabstand diese als Terminwerte in Form von Tabellenfunktionen (vgl. Abbildung 1) eingelesen werden.

## 7 Melioration

Bei drainierten Flächen wird die Drainagetiefe, der Drainagety (Grabenentwässerung, Drainrohre) sowie die Entwässerungswahrscheinlichkeit [%] benötigt.

# Messdaten zur Modellvalidierung von ArcEGMO-PSCN

---

## Als Zeitreihen oder Terminwerte

### Vegetationsdaten:

- Wurzeltiefe
- Bestandeshöhe
- Blattflächenindex
- Biomasse (Trockenmasse, wenn vorhanden mit Unterteilung in Wurzel, vegetative und regenerative Organe)
- C und N-Gehalte in der Biomasse
- Ertrag (Trockenmasse und N im Erntegut)
- Phänologische Entwicklung

### Bodendaten:

- Bodenfeuchte
- Stickstoffgehalte (kg NO<sub>3</sub>-N oder NH<sub>4</sub>-N/ha)
- Kohlenstoffgehalte
- Sickerwassermengen
- Mit dem Sickerwasser ausgetragenen Stickstofffrachten (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N)
- Bodentemperaturen

### Bestandesklima:

- Verdunstung
- Strahlungsanteil an Bodenoberfläche
- Bodenoberflächentemperatur
- Schneemenge [mm Wasseräquivalent]

### Hydrologische Daten:

- Grundwasserflurabstände
- Gewässerdurchflüsse
- Stickstofffrachten im Grundwasser und den oberirdischen Gewässern

Liegen weitere Messwerte vor, die hier nicht explizit erwähnt werden, so kann geprüft werden, ob auch sie für die Modellvalidierung genutzt werden können.