

# Das Xinanjiang Modell

Christoph Külls

16. Juni 2017

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Modellbeschreibung</b>	<b>2</b>
	<b>Literatur</b>	<b>3</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

1	Speichermodule des Xinanjiang Modells . . . . .	4
2	Defizit im Speichermodule des Xinanjiang Modells .	5

# 1 Modellbeschreibung

Das Modell wurde von (Allen, Pan, Boote, Pickering & Jones, 2003) beschrieben. Das Xinanjiang-Modell beruht auf der grundsätzlichen Idee, den im Einzugsgebiet vorhandenen Speicher und den Anteil der gesättigten Flächen in Abhängigkeit der vorhandenen Feuchte zu beschreiben.

Der Kern des Modells ist eine Funktion zwischen der gesättigten Fläche  $A_s$  und der aktuell im Oberboden gespeicherten Feuchte  $i$ . Für jede im Oberboden vorhandene Feuchte kann eine äquivalente Grenze  $i_o$  für die Sättigung und eine entsprechende gesättigte Fläche  $A_s$  angegeben werden. Für das Gebiet gibt es eine maximal mögliche Speichermenge für Feuchte im Oberboden von  $i_m$ .

$$i = i_m * [1 - (1 - A_i)^{1/b}] \quad (1)$$

In R programmiert ergibt sich für den Bereich  $0 < A < 1$  und einen maximalen Speicher  $i_m$  folgende Funktion:

Für eine konkrete Speichermenge  $i_o$  kann nun das jeweils pro Fläche vorhandene Defizit und die gesättigte Fläche berechnet werden.

$$d = i - i_o = i_m * [1 - (1 - A_i)^{1/b}] - i_o \quad (2)$$

Das übrige hydrologische Verhalten ergibt sich aus dieser Speicherfunktion. Der Niederschlag, der auf die gesättigte Fläche fällt, wird sofort Abfluss. Der Niederschlag, der auf die ungesättigte Fläche fällt, infiltriert mit einer hydraulischen Leitfähigkeit, die sich aus dem Defizit über die Brooks-Corey oder die Van-Genuchten-Beziehung ergibt.

Die Verdunstung von der gesättigten Fläche entspricht der potentiellen Verdunstung. Somit wird implizit auch kapillarer Aufstieg berücksichtigt. Die Verdunstung aus der ungesättigten Fläche wird über die Brooks-Corey oder die Van-Genuchten-Beziehung reduziert. Die entsprechenden Speicheränderungen werden berücksichtigt und der Speicherinhalt wird nach dem Zeitschritt aktualisiert. Die Sickerung aus dem Oberboden in das nächst tiefere Kompartiment richtet sich ebenfalls nach der Sättigung und wird über die Brooks-Corey oder Van-Genuchten-Beziehung berechnet. Hierbei kann eine vollständige Richards-Beziehung mit

$$v_f = k_f(\theta(\psi)) * \frac{d(h + \psi)}{dz} \quad (3)$$

Die Funktion könnte auch über eine hypsometrische Kurve oder über eine kumulierte Verteilungsfunktion der nutzbaren Feldkapazität (Verdunstung) bzw. der Feldkapazität (Sickerung) angenähert werden. Die Versiegelung könnte über einen festen Flächenanteil eingebaut werden, ebenso Seeflächen. Auch die Drainage/Kanalisation oder Makroporen können/sollten berücksichtigt werden, indem die entsprechenden Flächen eine schnelle Abflussbildung oder einen schnellen Transfer in das Gewässer unter Umgehung des Einzellinearspeichers enthalten. Der ELS könnte durch eine Boussinesq-Funktion ersetzt werden oder durch eine Speicher-kaskade.

angesetzt werden.

Die entscheidende Annahme ist nun, dass es eine funktionale Beziehung zwischen dem Defizit  $d$  und der Bodenfeuchte  $\theta$  und der Saugspannung  $\psi$  gibt, die durch eine  $pf$ -Kurve oder Sättigungs-Saugspannungsbeziehung beschrieben werden kann. Diese wird mit einer Brooks-Corey oder einer Van-Genuchten-Beziehung dargestellt.

Der Abfluss aus dem tieferen oder Grundwasserspeicher erfolgt mit einem Einzellinearspeicher. Die Umwandlung des Oberflächenabflusses als Einzugsgebietsantwort erfolgt mit einem Unit Hydrograph. Hier kann der geomorphologic Unit Hydrograph verwendet werden. Die Weiterleitung des Abflusses zum einem flussabwärts gelegenen Pegel erfolgt mit dem Muskinghum-Cunge-Routing-Verfahren. Die Verdunstung kann mit Penman-Monteith berechnet werden, wenn es nicht genügend Daten gibt, kann Priesley-Taylor, Hamon oder eine einfachere Verdunstungsformel verwendet werden. Nach Bedarf können Seen in das Modell eingebaut werden. Die Schneeschmelze könnte mit einem sehr ähnlichen Ansatz berücksichtigt werden oder mit einem einfachen Gradtag-Verfahren. Durch Diskretisierung können unterschiedliche Bodenarten berücksichtigt werden, indem Teileinzugsgebiete mit homogenem Boden berücksichtigt werden. Die Landnutzung beeinflusst die für den Transport angesetzte Bodentiefe, die potentielle Verdunstung, den Interzeptionsspeicher und Schneeschmelze.

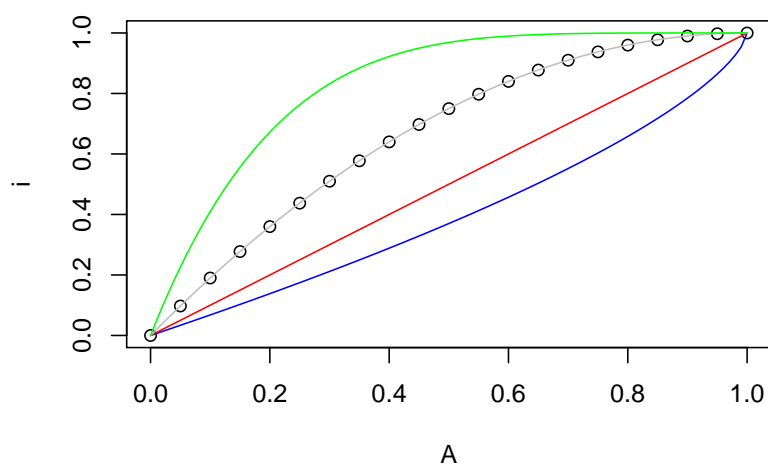
## Literatur

Allen, L. H., Pan, D. Y., Boote, K. J., Pickering, N. B. & Jones, J. W. (2003). Carbon dioxide and temperature effects on evapotranspiration and water use efficiency of soybean. *Agronomy Journal*, 95 (4), 1071-1081. (Times Cited: 17)

```

> # Flaechе vs. Saettigung
> A <- seq(0.0,1,0.05) # Flaechе zwischen 0 und 1
> d <- A*0.0          # Defizit initialisiert
> im <- 1.0           # maximale Speicherung, 0 bis 1
> b <- 0.5            # Formfaktor
> io = 0.5            # aktuelle Feuchte
> i <- im*(1-(1-A)^{1/b})
> for (n in 1:(length(A))) {
+   if (i[n]>io) {
+     d[n] <- (i[n]-io)
+   } else {
+     d[n] <- 0.0
+   }
+ }
> plot(A,i)
> curve((1-(1-x)^(1/1.5)),0,1,
+   add = TRUE, col = "blue")
> curve((1-(1-x)^(1/1)),0,1,
+   add = TRUE, col = "red")
> curve((1-(1-x)^(1/b)),0,1,
+   add = TRUE, col = "gray")
> curve((1-(1-x)^(1/0.2)),0,1,
+   add = TRUE, col = "green")

```

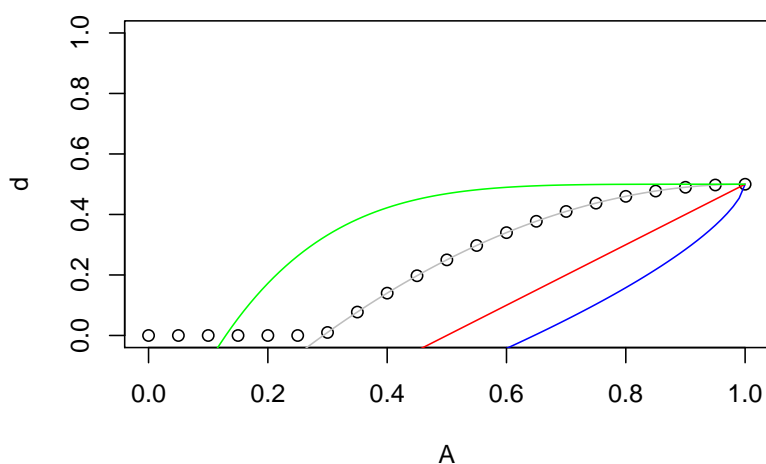


**Abbildung 1:** Speichermodul des Xinanjiang Modells

```

> # Flaechе vs. Saettigung
> A <- seq(0.0,1,0.05) # Flaechе zwischen 0 und 1
> d <- A*0.0          # Defizit initialisiert
> im <- 1.0           # maximale Speicherung, 0 bis 1
> b <- 0.5            # Formfaktor
> io = 0.5            # aktuelle Feuchte
> i <- im*(1-(1-A)^{1/b})
> for (n in 1:(length(A))) {
+   if (i[n]>io) {
+     d[n] <- (i[n]-io)
+   } else {
+     d[n] <- 0.0
+   }
+ }
> plot(A,d,xlim=c(0:1),ylim=(0:1))
> curve((1-(1-x)^(1/1.5))-io,0,1,
+       add = TRUE, col = "blue")
> curve((1-(1-x)^(1/1))-io,0,1,
+       add = TRUE, col = "red")
> curve((1-(1-x)^(1/b))-io,0,1,
+       add = TRUE, col = "gray")
> curve((1-(1-x)^(1/0.2))-io,0,1,
+       add = TRUE, col = "green")

```



**Abbildung 2:** Defizit im Speichermodul des Xinanjiang Modells

## **Index**

Speichermenge, 2