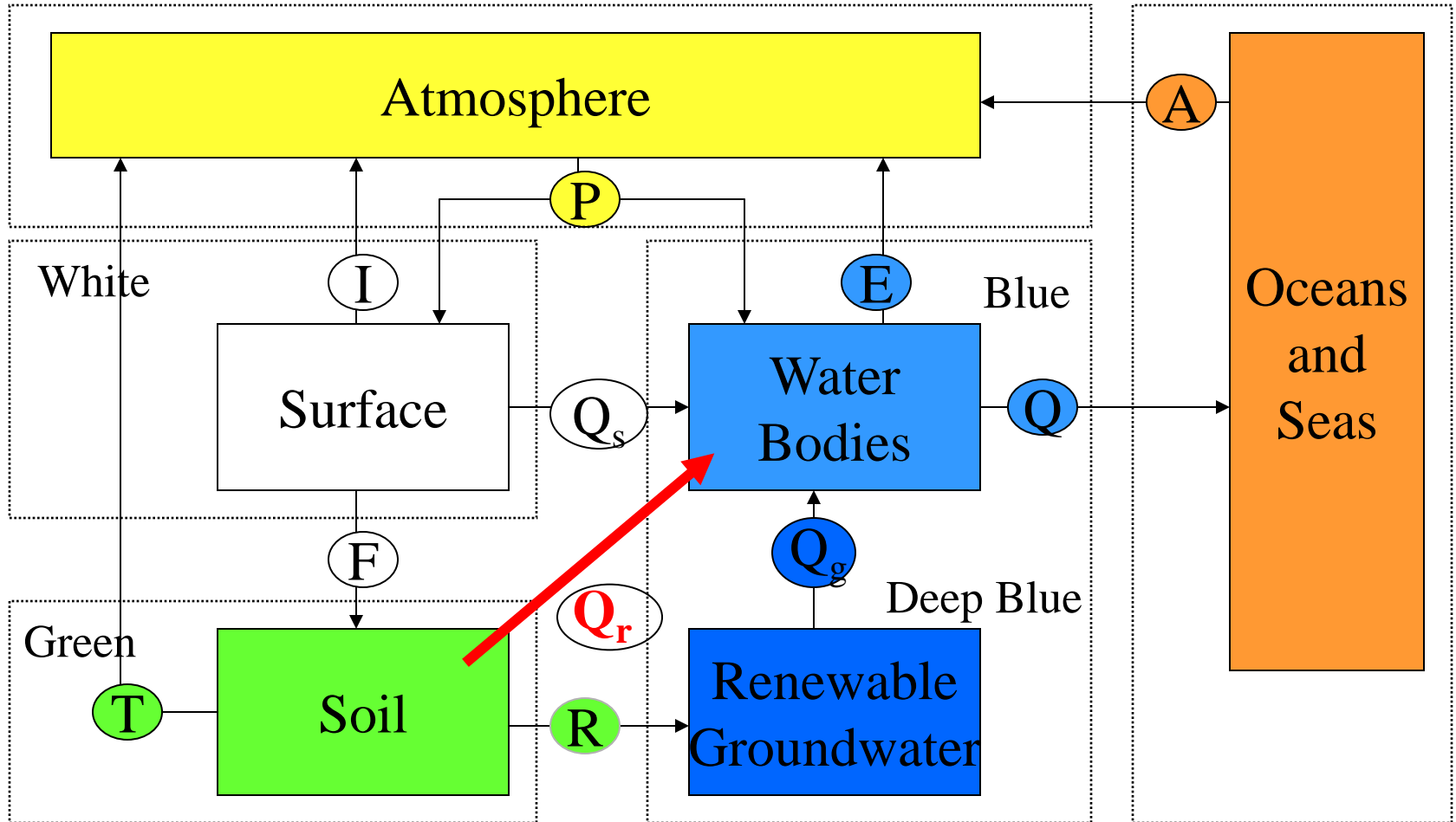


# **De Hydrologische Kringloop**

Waterbalans van de Wereld

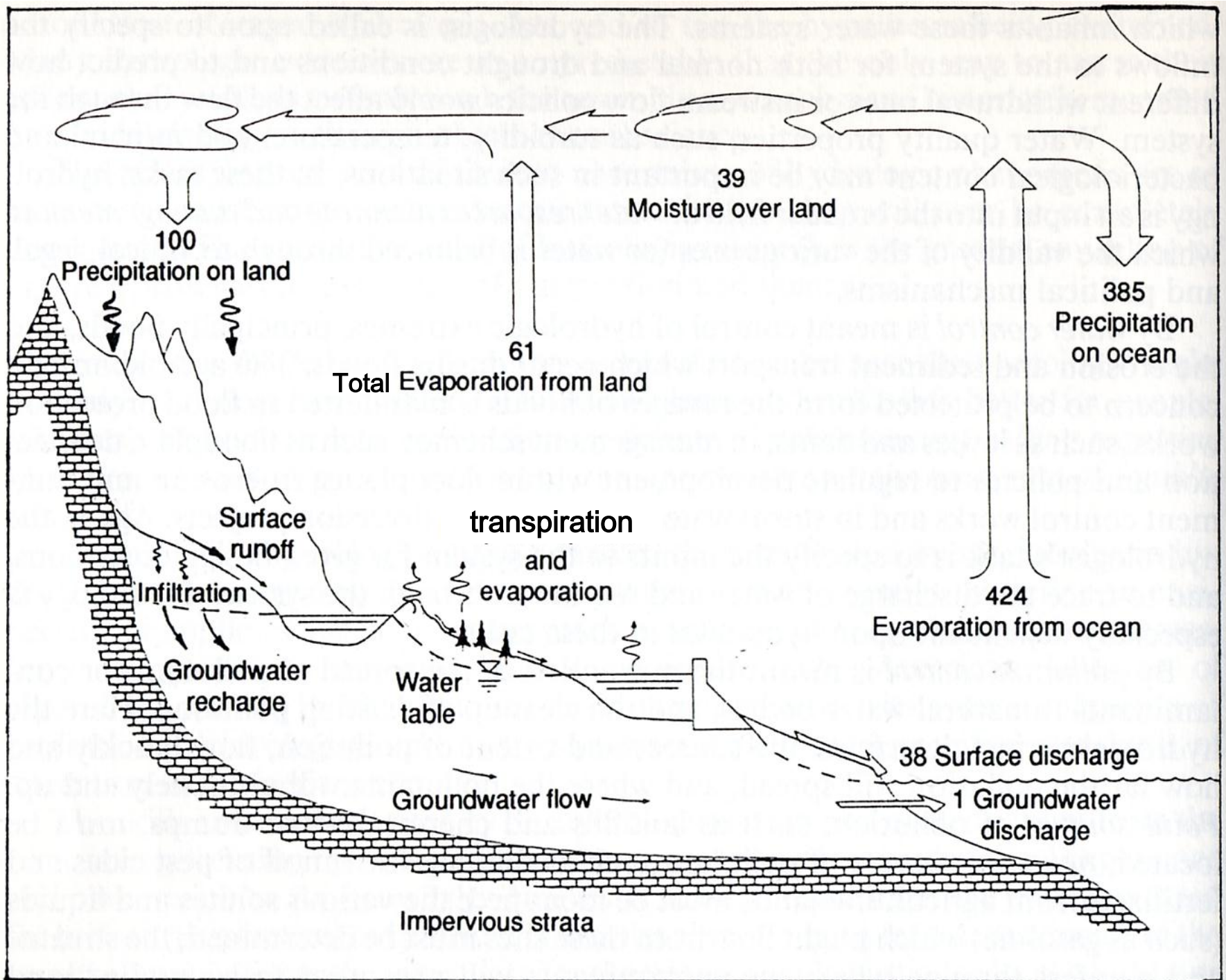
Waterbalans van een stroomgebied

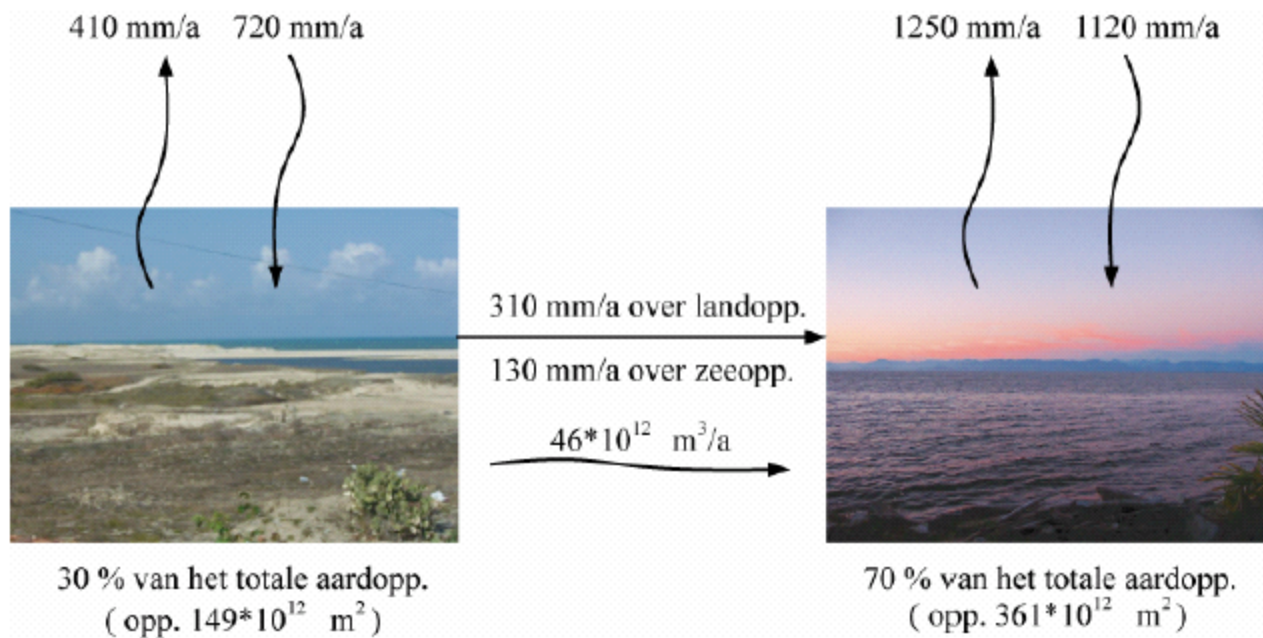
# Global Water Resources



## Hoeveelheid water op aarde

|                 |                          |        |                          |      |            |  |
|-----------------|--------------------------|--------|--------------------------|------|------------|--|
| Aardoppervlak   | 149                      |        | $10^{12}$ m <sup>2</sup> |      |            |  |
| Oceaanoppervlak | 361                      |        | $10^{12}$ m <sup>2</sup> |      |            |  |
| Watervoorkomen  | Zout                     | %      | Zoet                     | %    | laagdiepte |  |
|                 | $10^{12}$ m <sup>3</sup> | totaal | $10^{12}$ m <sup>3</sup> | zoet | op zee (m) |  |
| Oceanen         | 1300000                  | 96.5   |                          |      |            |  |
| Meren           | 100                      | 0.01   | 123                      | 0.34 | 0.34       |  |
| Rivieren        |                          |        | 1                        | 0.00 | 0.00       |  |
| IJs             |                          |        | 28500                    | 78   | 79         |  |
| Moeras          |                          |        | 10                       | 0.03 | 0.03       |  |
| Bodemvocht      |                          |        | 65                       | 0.18 | 0.18       |  |
| Grondwater      | 10000                    | 0.7    | 8000                     | 22   | 22         |  |
| Atmosfeer       |                          |        | 12                       | 0.03 | 0.03       |  |
| Subtotaal       | 1310100                  | 97.3   | 36711                    | 100  | 102        |  |
| Totaal          | 1346811                  | 100    |                          |      |            |  |

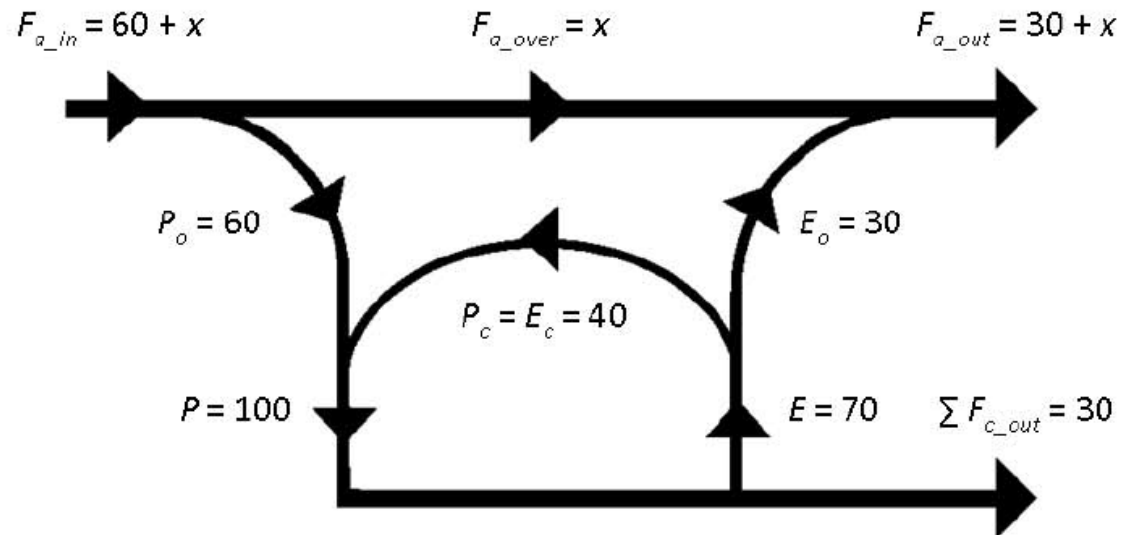


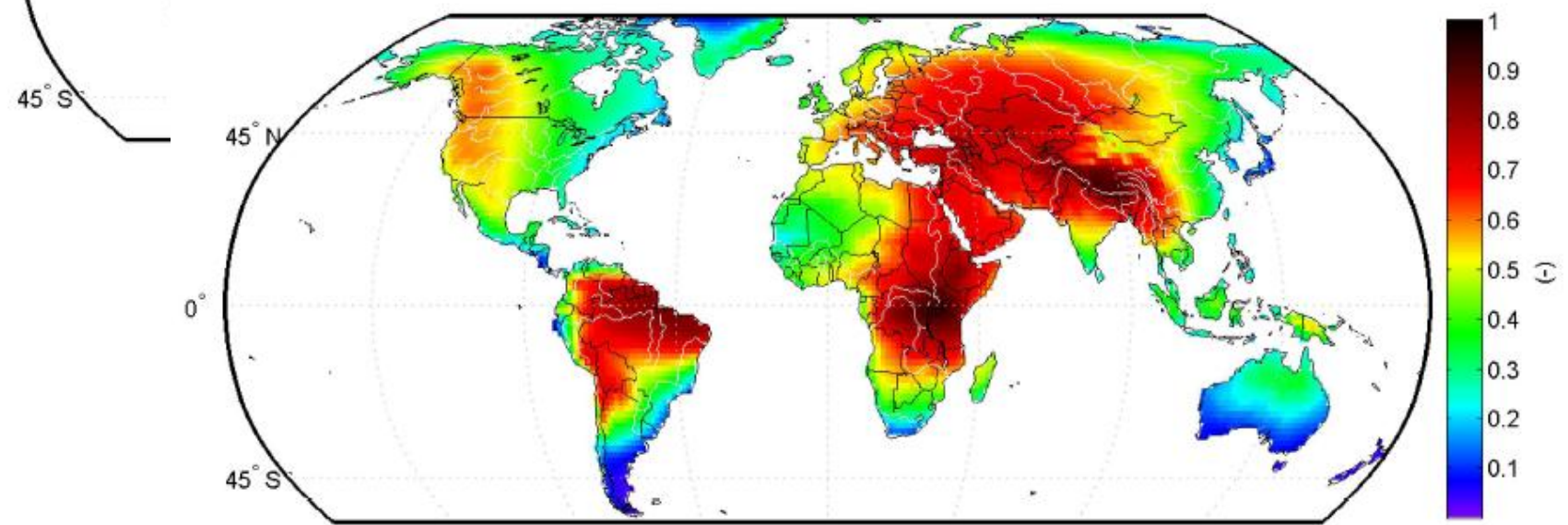
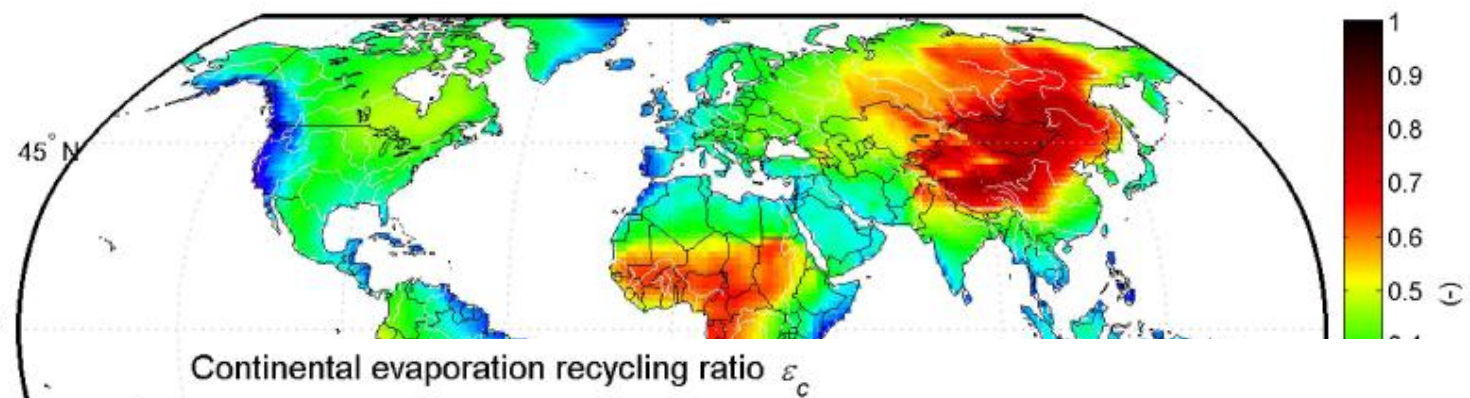
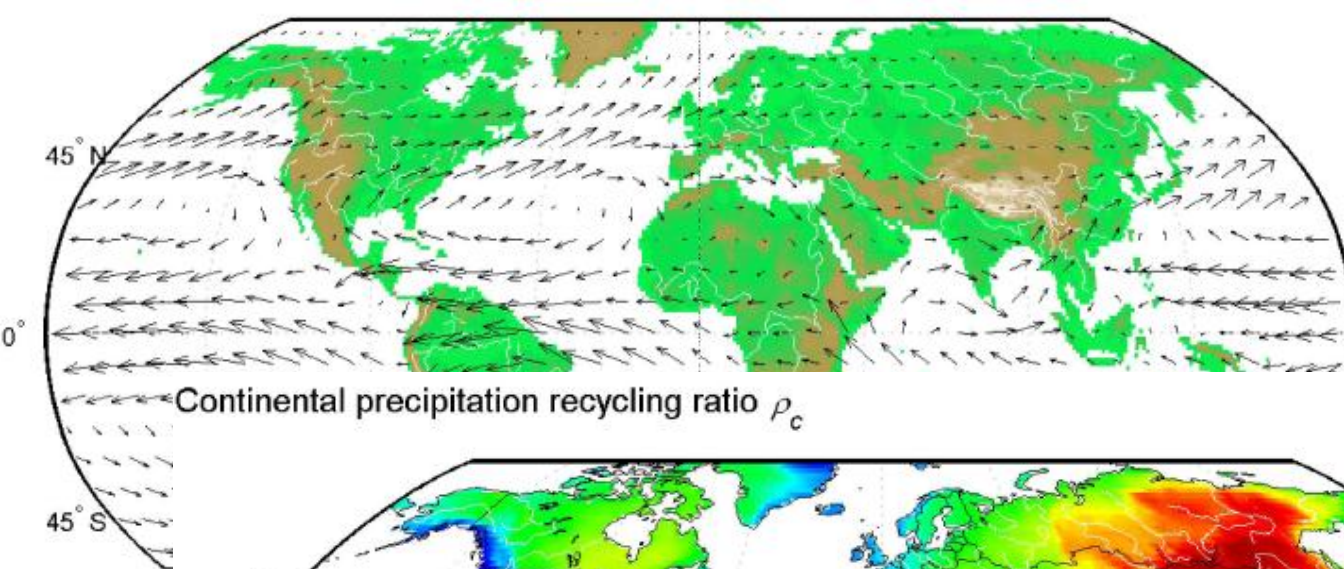


*Figuur 5.2 - Grootte en verdeling van de jaarlijkse gemiddelde neerslag en verdamping (wereldwijd)*

# Waterbalans van de wereld

- waterbalans per continent (Van der Ent *et al.* 2010)
- moisture recycling
- vochtstromen





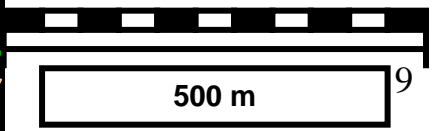
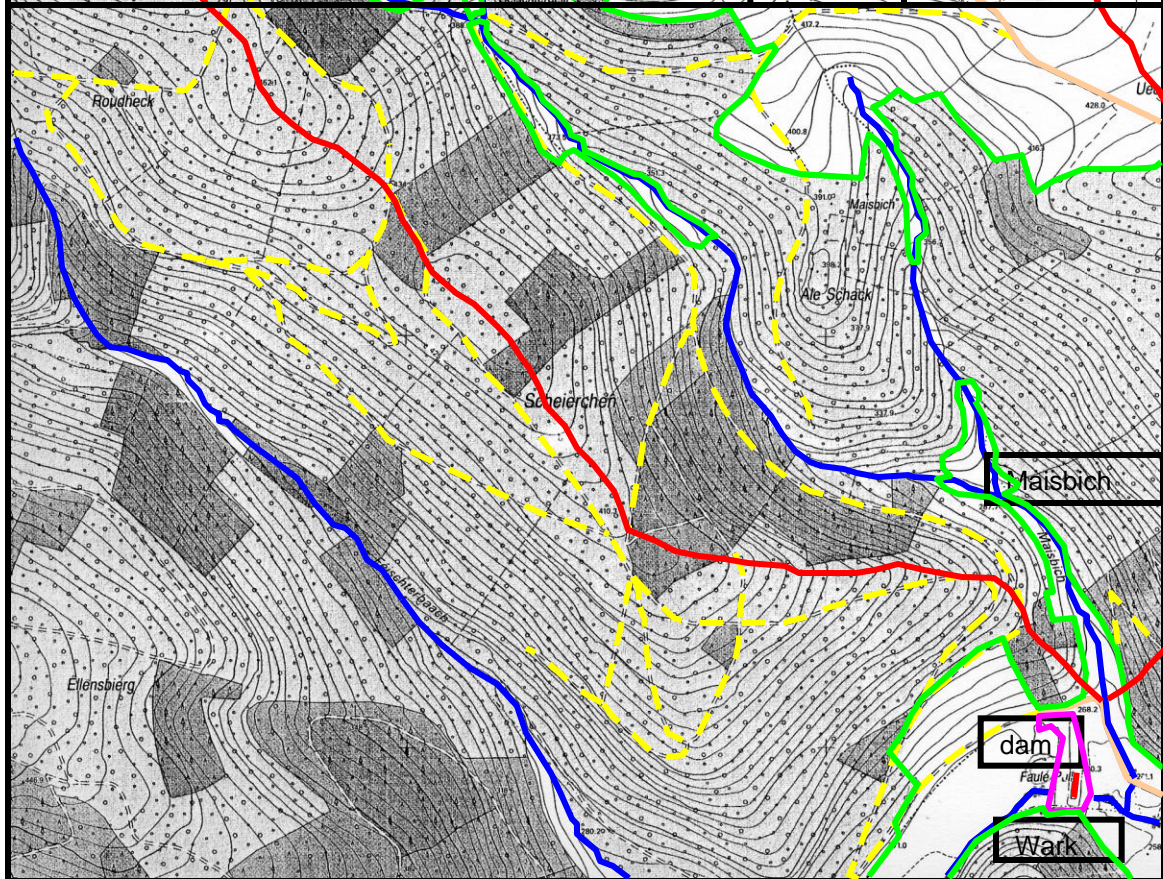
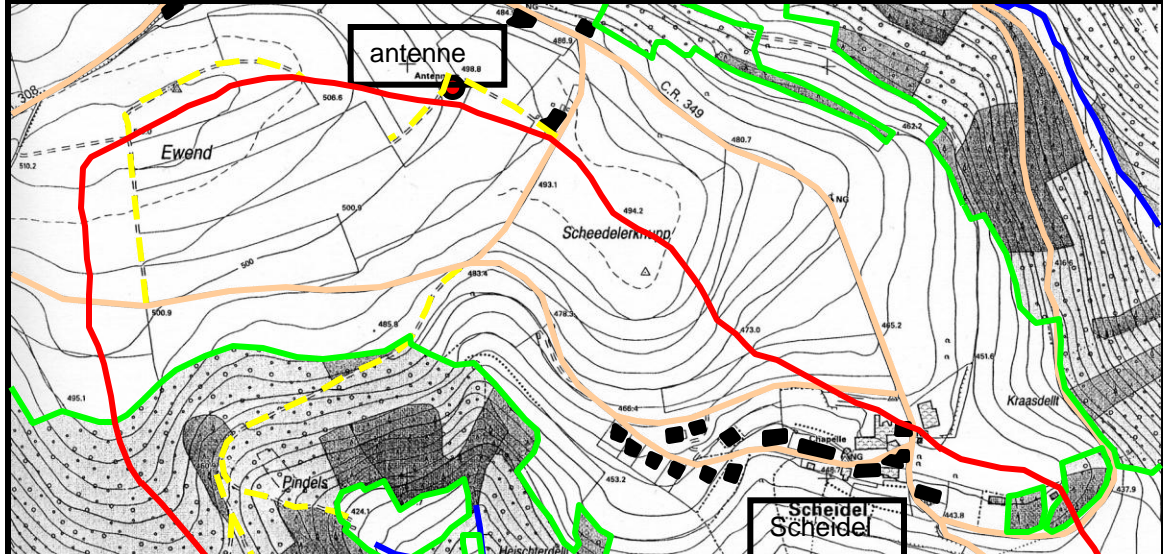
# Stroomgebied Waterbalans

Stocks (berging)

en

Fluxen





# Stroomgebied Waterbalans

$$\frac{dS}{dt} = F_{in} - F_{out}$$

$$F_{in} = P \times A$$

$$F_{out} = E \times A + Q$$

# opsplitsing

$$S = S_s + S_u + S_g + S_w$$

$S_s$ : surface storage

$$E = I + T + E_s + E_w$$

$S_u$ : soil storage

$S_g$ : groundwater storage

$$A = A_s + A_w$$

$S_w$ : open water storage

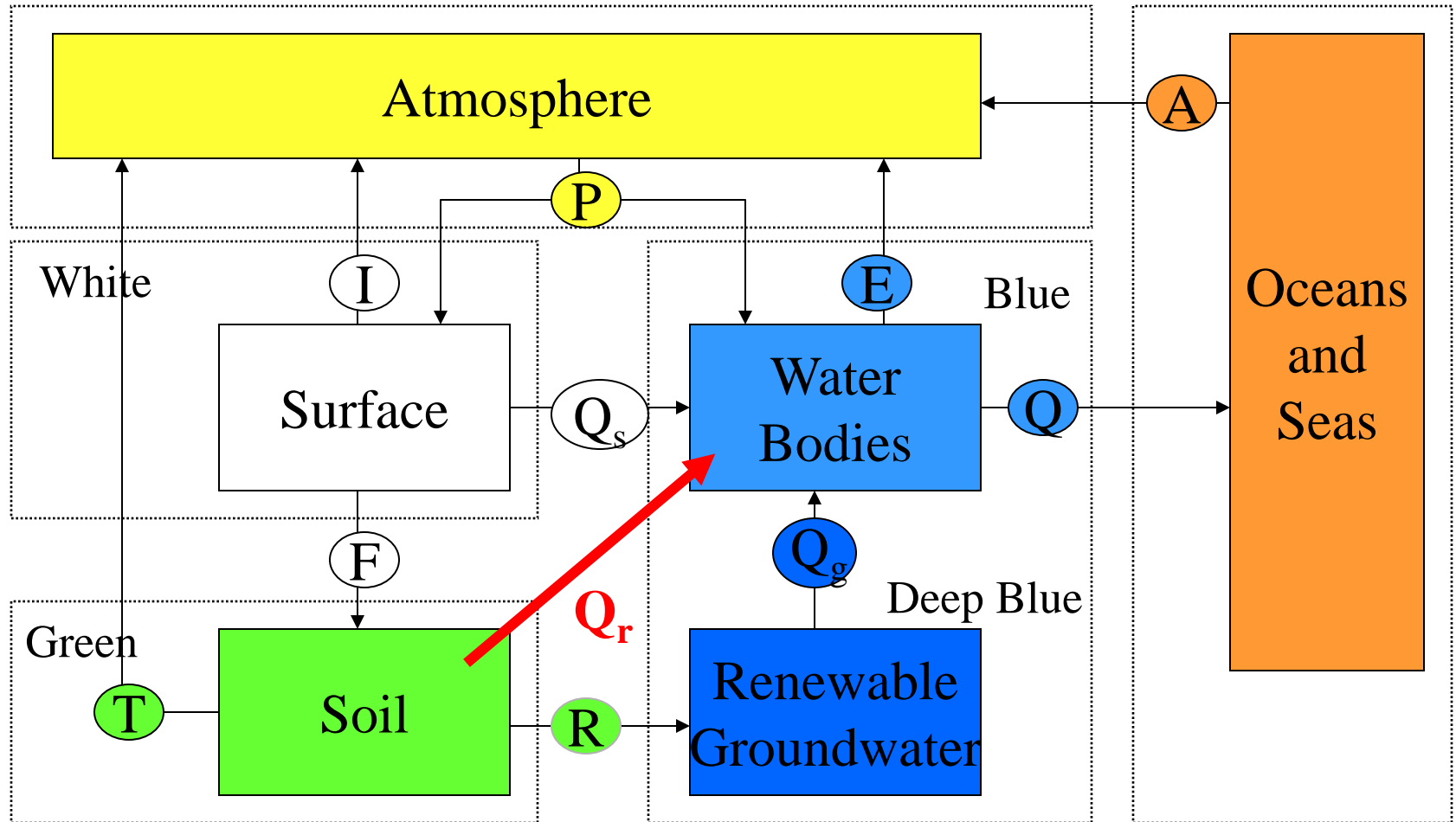
# Stroomgebied Waterbalans

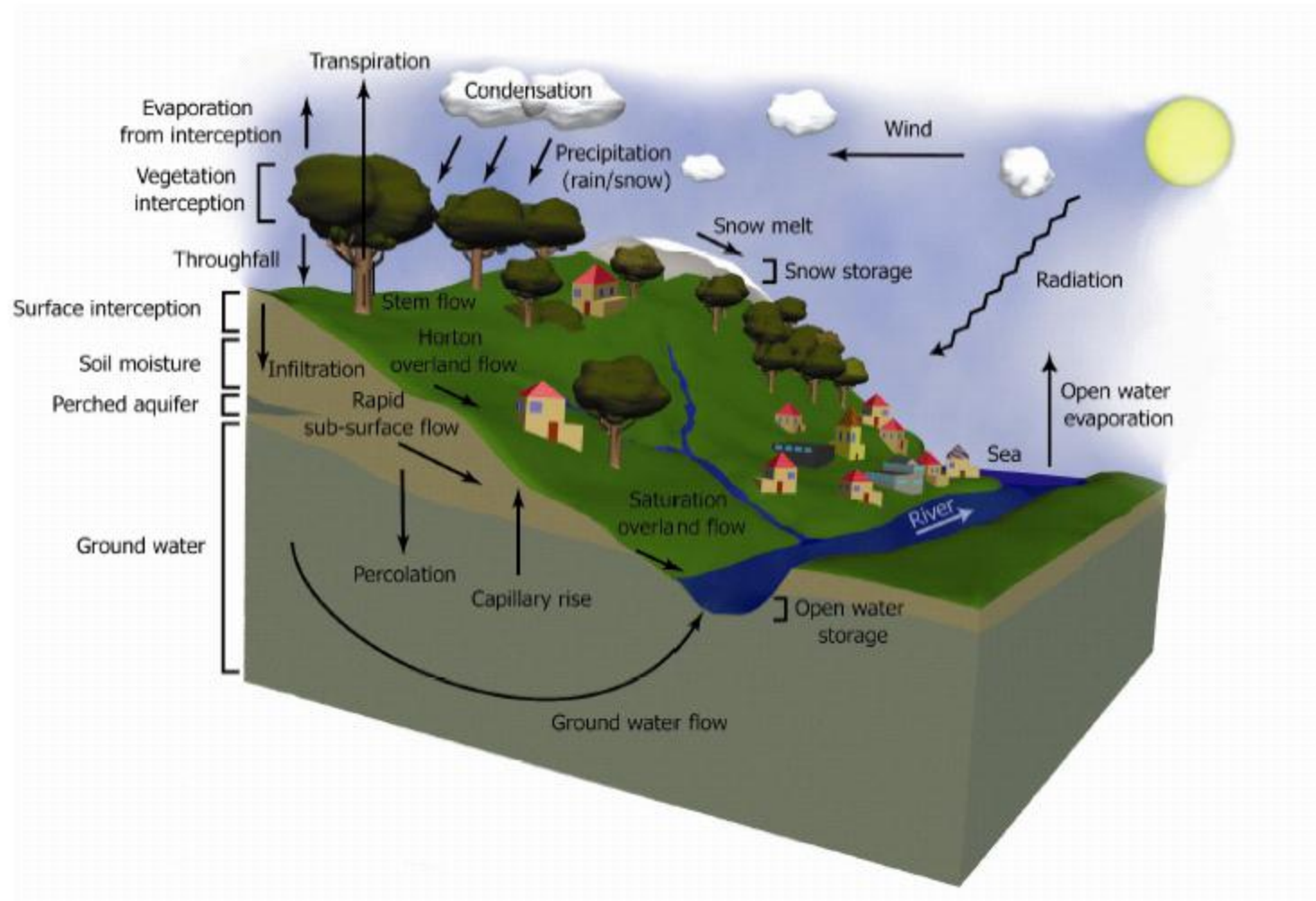
$$\frac{d(S_s + S_u + S_g + S_w)}{dt} = (P - I - T - E_s - E_w)A - Q$$

# Deelbalansen v.e. stroomgebied

$$\begin{aligned} 0 = & \left( \frac{dS_s}{dt} - (P - I - F)A_s + Q_s \right)_W \\ & + \left( \frac{dS_u}{dt} - (F - T - E_s - R)A_s + Q_r \right)_G \\ & + \left( \frac{dS_g}{dt} - R \times A_s + Q_g \right)_{DB} \\ & + \left( \frac{dS_w}{dt} - (P - E_w)A_w + Q - Q_r - Q_s - Q_g \right)_B \end{aligned}$$

# Global Water Resources





*Figuur 5.1 - Kringloop van het water over het landoppervlak*

# Termen van de Waterbalans

## Externe Processen:

- **neerslag** (precipitatie: regen, sneeuw, hagel, dauw, rijp)
- **verdamping** (evaporatie: open-waterverdamping, bodemverdamping, interceptie, transpiratie)
- **oppervlakteafstroming** (infiltration excess overland flow, saturation overland flow) van oppervlak naar oppervlaktewater
- **ondergrondse snelle afstroming** (“interflow”, saturation excess subsurface flow, preferential flow paths) van bodem naar oppervlaktewater
- **kwel** van grondwater naar oppervlaktewater



# Termen van de Waterbalans

- Interne processes
  - infiltratie
  - percolatie
  - capillaire opstijging
  - grondwaterstroming
- Interne berging
  - onverzadigde zone
  - grondwater

**Voorbeeld 5.1:**

Van een stroomgebied zijn de volgende gegevens verzameld:

- gemiddelde jaarlijkse neerslag = 800 mm/a
- gemiddelde jaarlijkse afvoer = 3.0 m<sup>3</sup>/s
- oppervlakte = 432 Mm<sup>2</sup>

De topografische waterscheiding komt overeen met de grondwaterscheiding.

a) Bepaal de gemiddelde jaarlijkse verdamping  $E$  in mm/a.

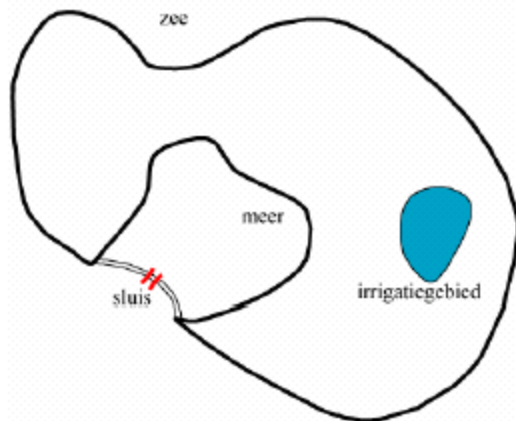
In het stroomgebied wordt een reservoir aangelegd. De gemiddelde jaarlijkse open water verdamping  $E_o$  wordt geschat op 1181 mm/a. Na constructie van het reservoir blijkt de gemiddelde jaarlijkse afvoer uit het stroomgebied 2,8 m<sup>3</sup>/s te zijn.

b) Bepaal de oppervlakte van het reservoir in km<sup>2</sup>.

### Voorbeeld 5.2: (Tentamen 18-01-1990)

Figuur 5.5 stelt een atol voor. Na afdamming van de lagoon is door verzoeting van het zeewater een zoetwaterreservoir ontstaan. Het constante zoetwaterpeil in de lagoon is gelijk aan het gemiddelde zeeniveau. Het wateroverschot in het zoetwatermeer wordt via sluisen geloosd op de zee. Inname van zout zeewater vindt niet plaats. Alle neerslag infiltreert in de bodem. Oppervlakteafvoer d.m.v. rivieren vindt niet plaats. Voor een hydrologisch jaar zijn volgende gegevens beschikbaar:

- neerslagdiepte = 1300 mm/a
- verdamping van het landoppervlak = 500 mm/a
- open water verdamping = 2000 mm /a
- afgevoerd volume zoetwater door de sluisen = 30 miljoen m<sup>3</sup>/a
- land oppervlak = 100 Mm<sup>2</sup>
- meer oppervlak = 40 Mm<sup>2</sup>



*Figuur 5.5 - Een atol met irrigatiegebied*

1. hoeveel grondwater stroomt er per jaar direct naar zee?
2. hoeveel grondwater stroomt er per jaar van land naar meer
3. er komt een nieuw irrigatiegebied van 20 km<sup>2</sup>. De verdamping in dat gebied zal 1600 mm/a zijn. Het irrigatiewater wordt onttrokken uit het meer. Als al het andere gelijk blijft,. Hoeveel wordt dan de afvoer van zoetwater door de sluisen?

# Vragen Waterbalans

1. In welke eenheden drukken wij de stocks en fluxen van een stroomgebied uit?
  
2. Als in een stroomgebied de infiltratie wordt vergroot (door bv. verbeterd ploegen)
  - a. wat gebeurt er dan met de andere fluxen? Benoem ze alle.
  - b. wat gebeurt er met de stocks?

# Vragen Waterbalans

3. Wat kun je zeggen als de bergingscapaciteit van het oppervlaktewater klein is ten opzichte van de fluxen? Hoe kan dan de waterbalans vereenvoudigd worden?

4. Hoe kunnen wij de waterbalans verder vereenvoudigen als wij middelen over een maand, en wat als wij middelen over een hydrologisch jaar?