



**„Klima-Wasser-Kooperation zur  
Anpassung des Trinkwasserge-  
winnungsgebietes Ahlde an den  
Klimawandel“ (KliWaKo)**

**4. PAG Sitzung 18.11.2019**

**„ Modellierung der Strömung in  
Oberflächengewässern“**

**Dr. Andreas Matheja**

## **Modellgrenzen im Bilanzraum**

## **Berücksichtigung des Gewässernetzes / Gewässerverlaufes**

## **Grundgleichung (Bilanzgleichung)**

## **Anbindung der Teileinzugsgebiete**

## **Verdichtung auf das GW-Modell**

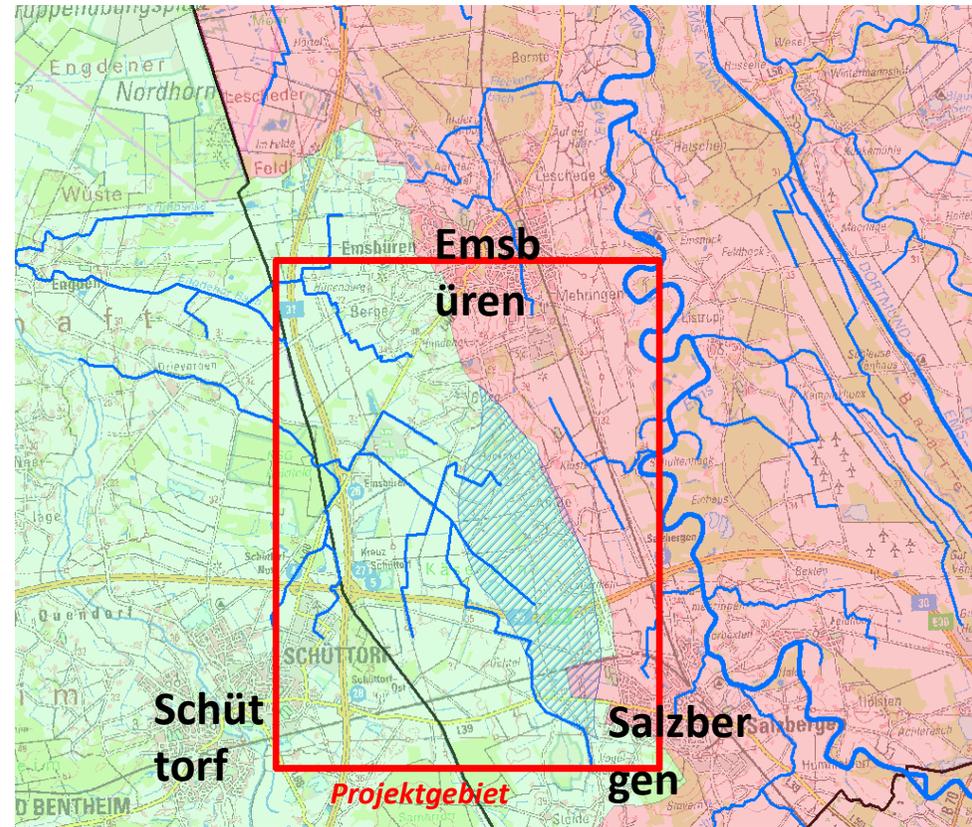
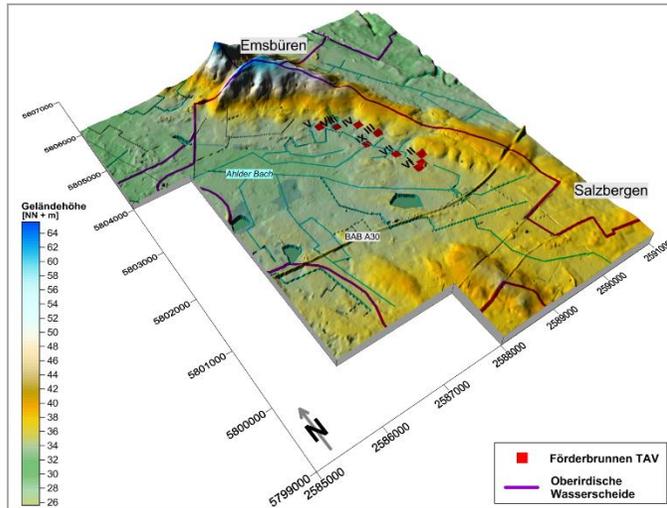
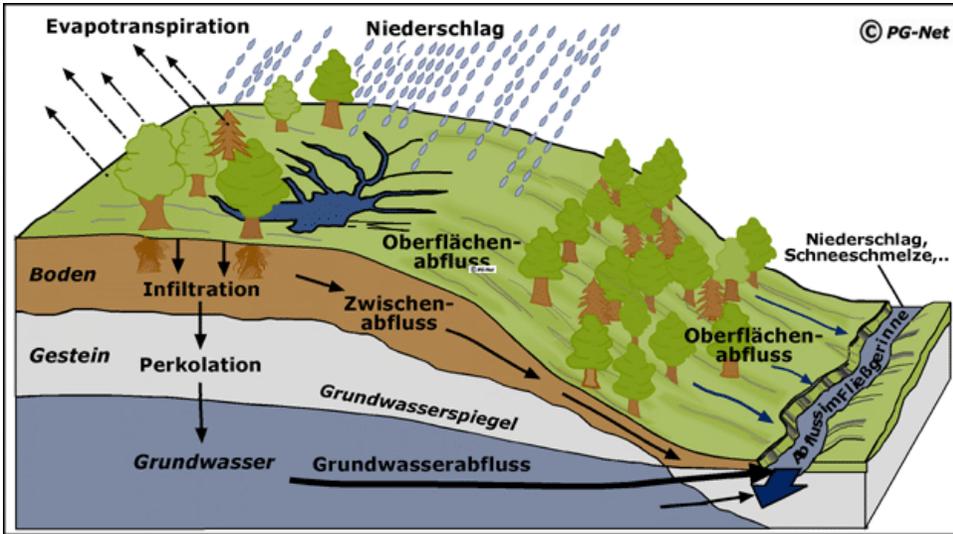
## **Anfangsbedingungen und Randbedingungen**

## **Kalibrierung des Modells**

## **Simulation von Jahregängen**



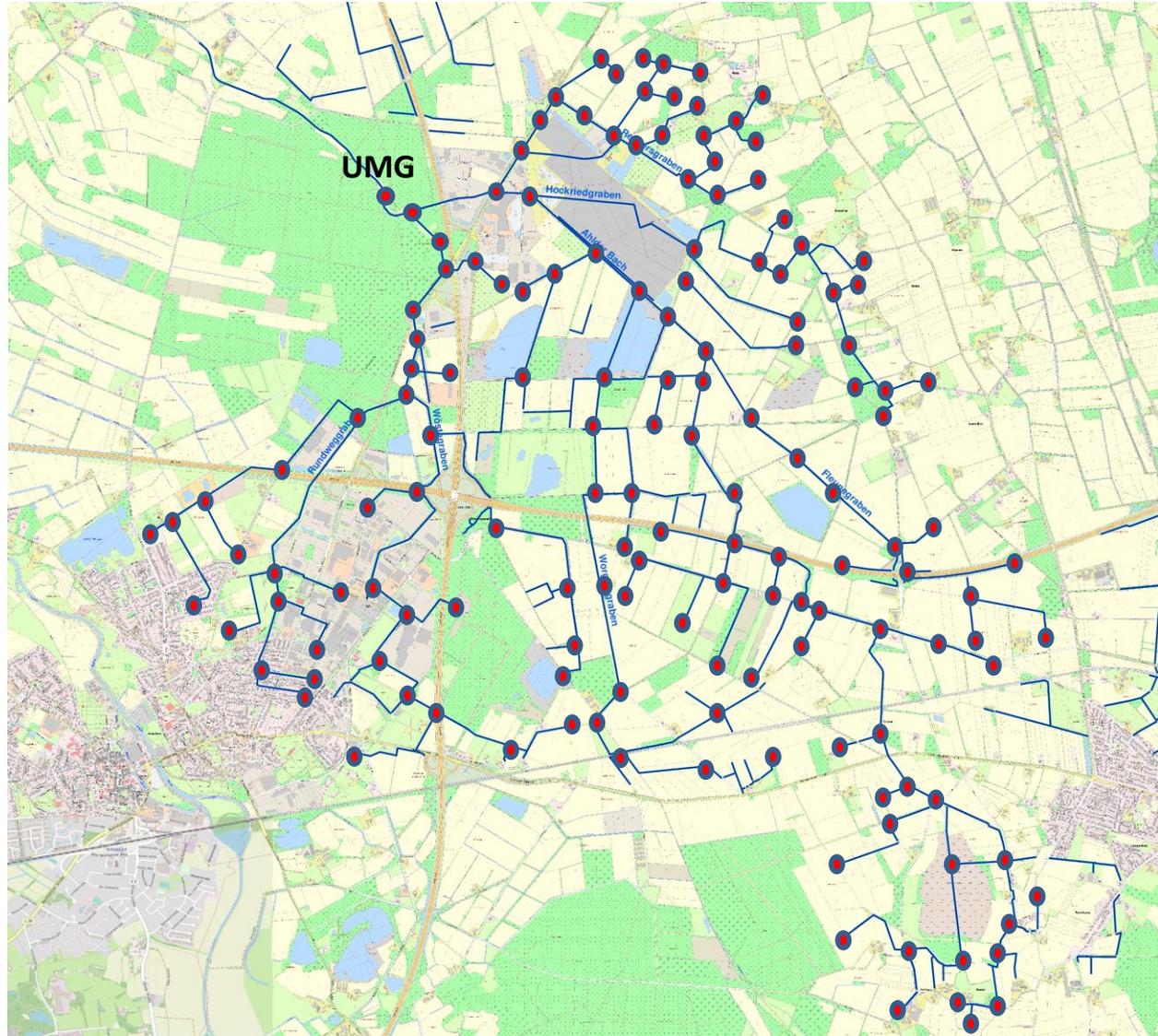
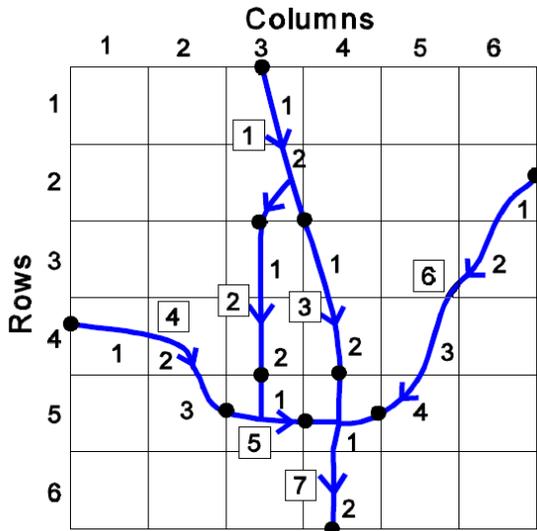
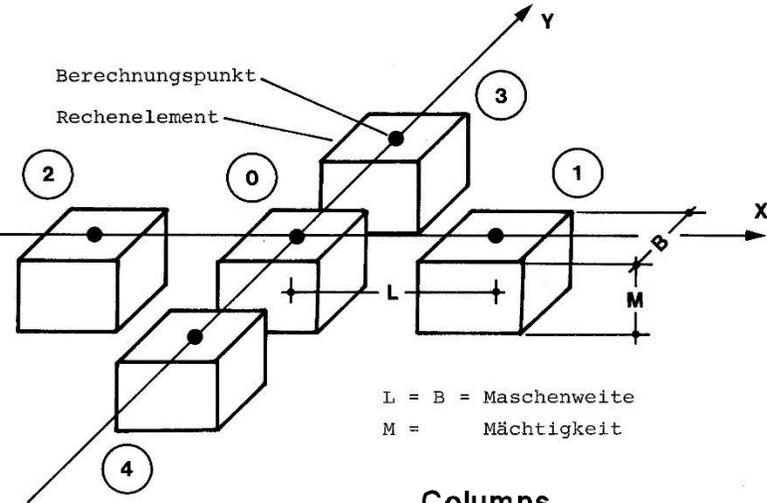
„Klima-Wasser-Kooperation zur Anpassung des Trinkwassergewinnungsgebietes Ahlde an den Klimawandel“ (KliWaKo)



**MATHEJA**CONSULT

Modellgrenzen im Bilanzraum

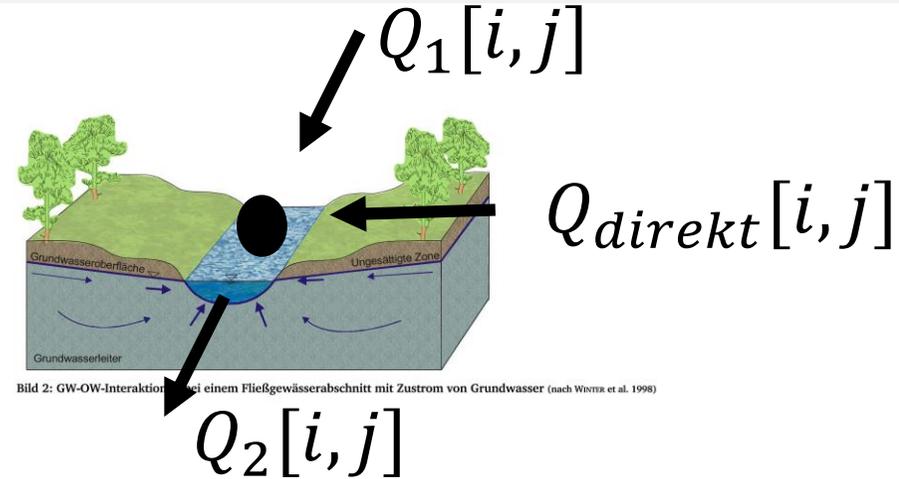
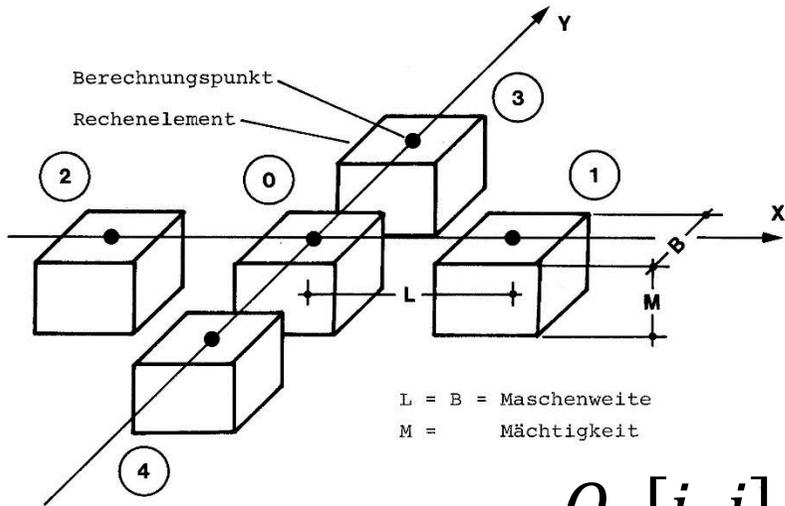




**Berücksichtigung des Gewässernetzes /  
Gewässerverlaufes**



**MATHEJA**CONSULT



$$Q_1[i, j] + Q_2[i, j]$$

$$= S[i, j] + Q_{inf}[i, j] + Q_{direkt}[i, j] + Q_{pump}[i, j] +$$

$Q_{1,2}[i, j]$  Durchfluss ein/aus [ $m^3/s$ ]

$S[i, j]$  Speicherung im Element  $i, j$  [ $m^3/s$ ]

$Q_{inf}[i, j]$  In-/Exfiltration aus Gewässern [ $m^3/s$ ]

$Q_{pump}[i, j]$  Pumpmenge [ $m^3/s$ ]

**Grundgleichung / Bilanzgleichung**

$$Q_1[i, j] = v_1[i, j] \times A_1[i, j]$$

Fließgesetz (Manning-Strickler):

$$v_1[i, j] = k_{st}[i, j] \times r_{hy}^{2/3} \times I[i, j]^{1/2}$$

$Q_1[i, j]$	Durchfluss [m <sup>3</sup> /s]
$v_1[i, j]$	Strömungsgeschwindigkeit [m/s]
$A_1[i, j]$	durchflossene Fläche [m <sup>2</sup> ]
$k_{st}[i, j]$	Rauhigkeitsbeiwert [m <sup>1/3</sup> /s]
$r_{hy}[i, j]$	hydraulischer Radius [m]
$I[i, j]$	Gradient, $I=I_E=I_S=I_W$ für Normalabfluss

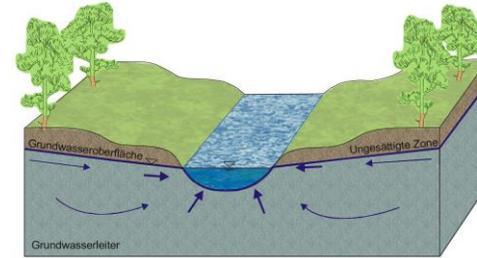
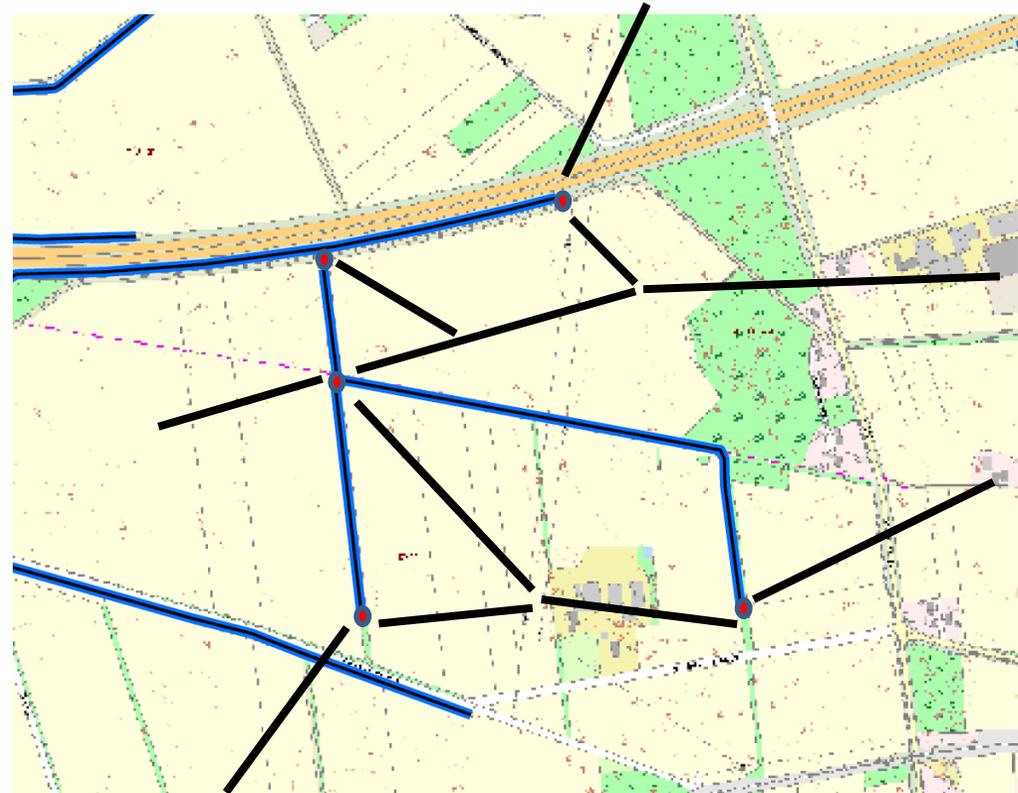
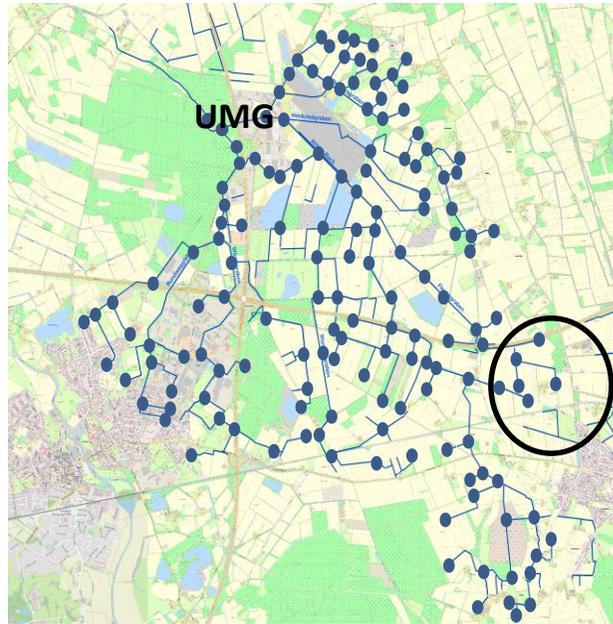


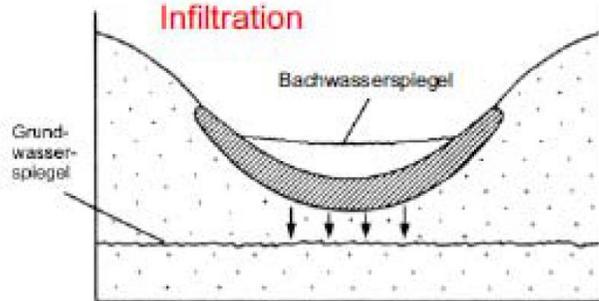
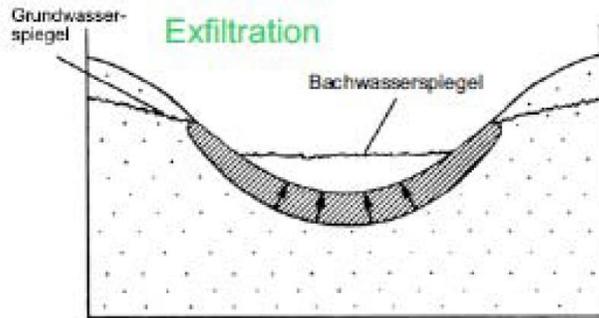
Bild 2: GW-OW-Interaktionen bei einem Fließgewässerabschnitt mit Zustrom von Grundwasser (nach Wiestra et al. 1998)





**Verteilungsmodell auf der Grundlage des  
Gewässernetzes**

**Anbindung der Teileinzugsgebiete**



$$Q_{inf}[i, j] = CRIV[i, j] \times (W[i, j] - h[i, j])$$

$W[i, j]$  Wasserstand im Gewässer [mNHN]

$h[i, j]$  Piezometerhöhe =  
Grundwasserstand [mNHN]

$$Q_{inf}[i, j] = CRIV[i, j] \times (W[i, j] - BOT[i, j])$$

$BOT[i, j]$  Höhe der Gewässersohle [mNHN]

$$CRIV[i, j] = K[i, j] \times W[i, j] \times L[i, j] / M[i, j]$$

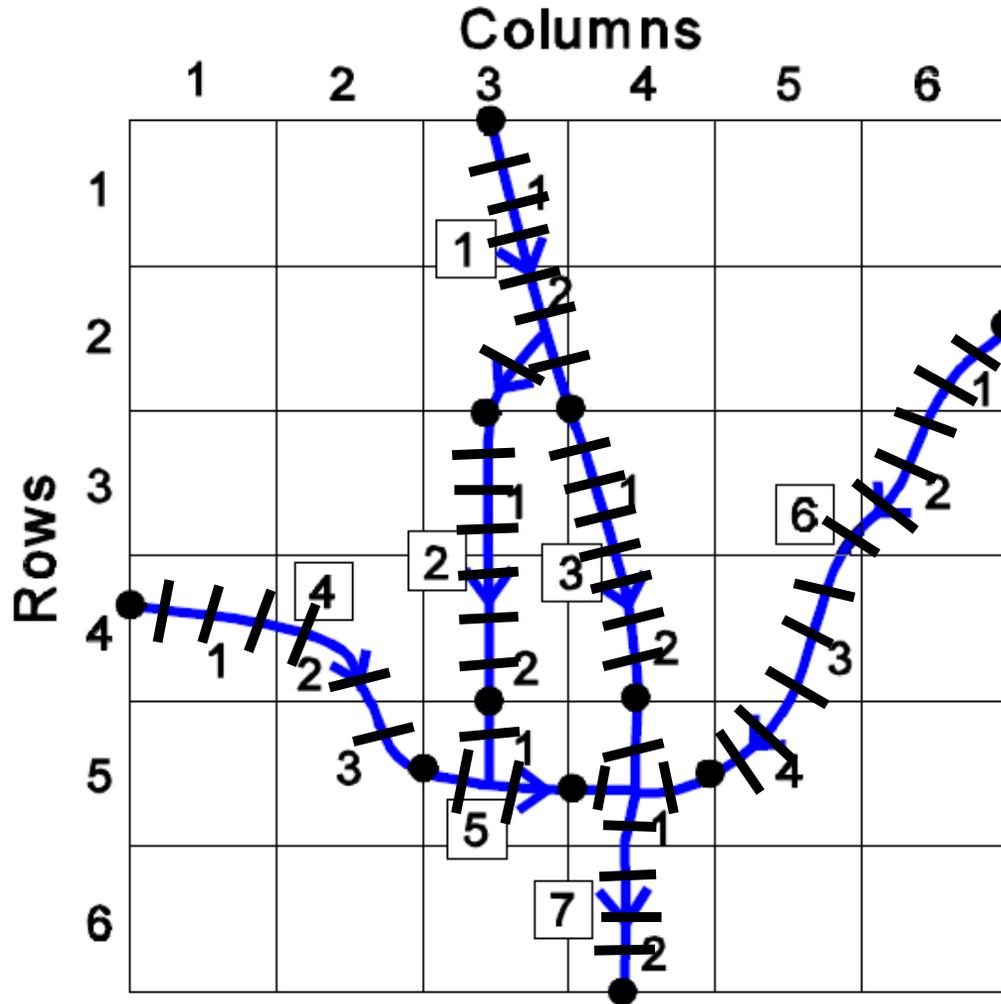
$M$  Mächtigkeit [m]

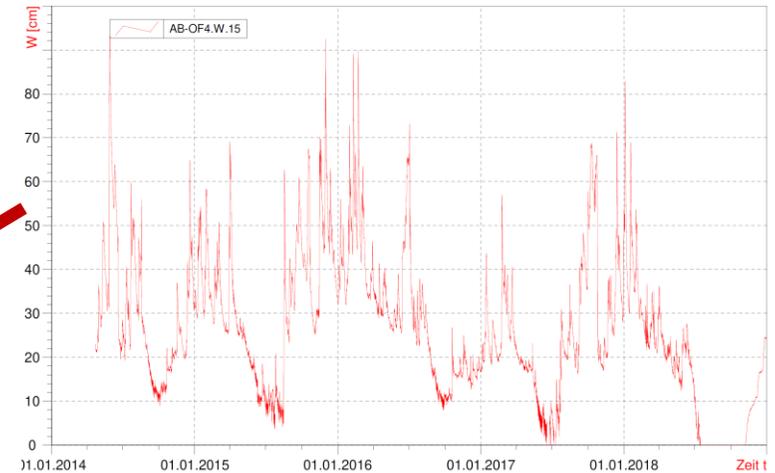
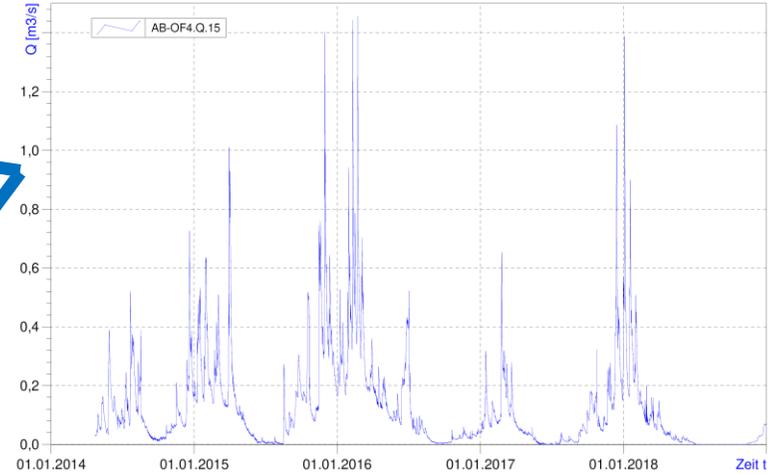
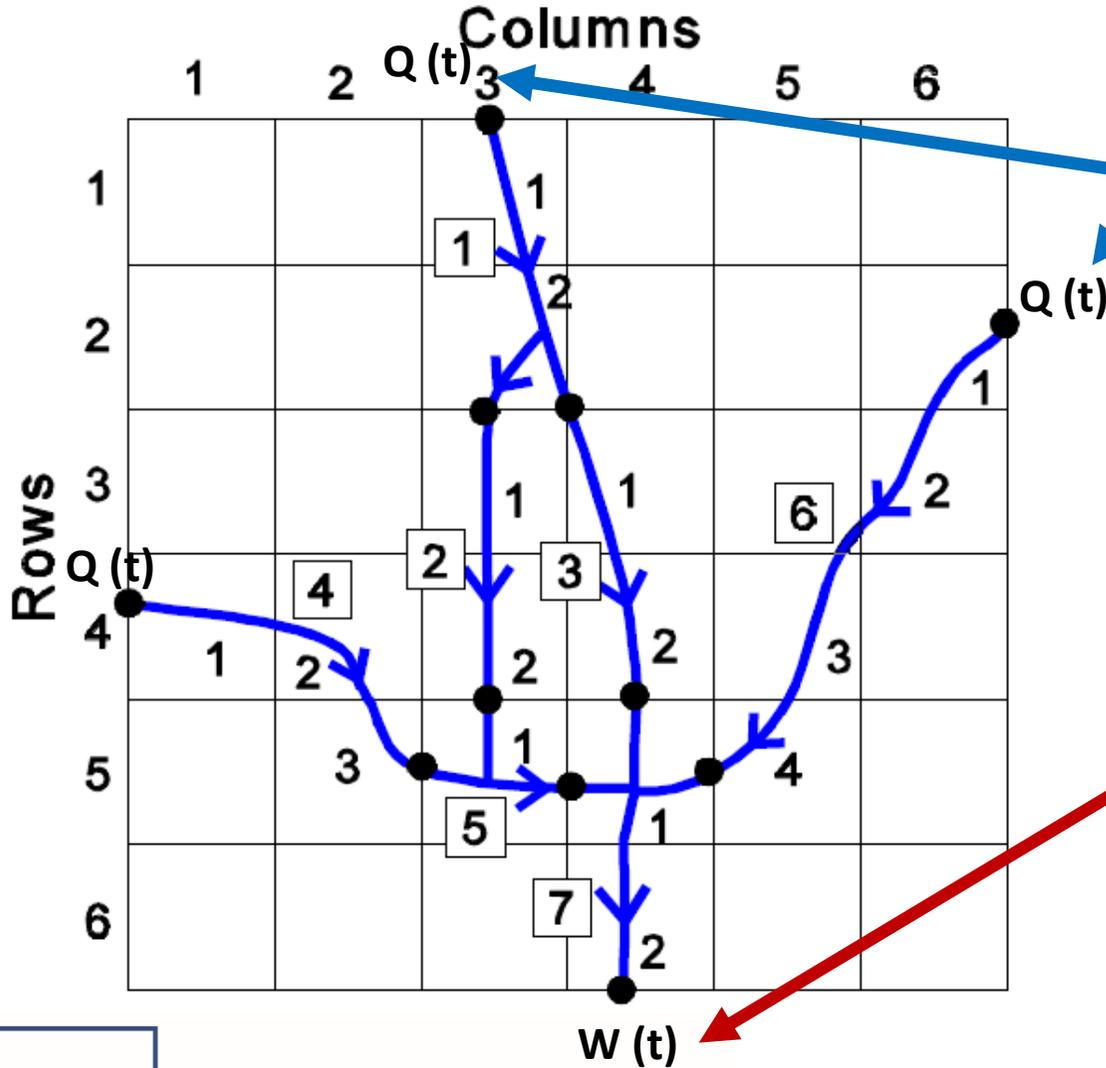
$K$  Hydraulische Durchlässigkeit [m/s]

$L$  Länge [m]

$W$  Breite des Gewässers [m]



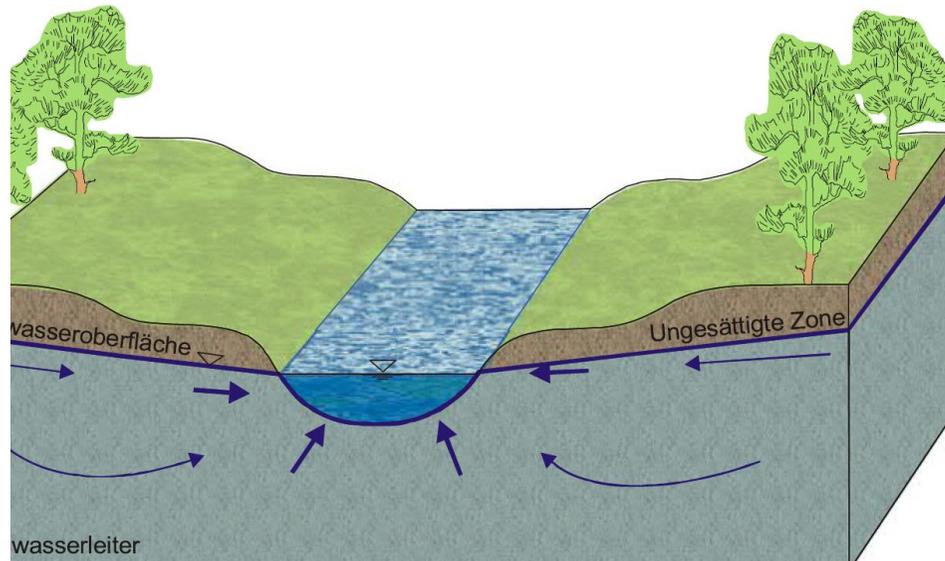




$$Q_1[i, j] = v_1[i, j] \times A_1[i, j]$$

Fließgesetz (Manning-Strickler):

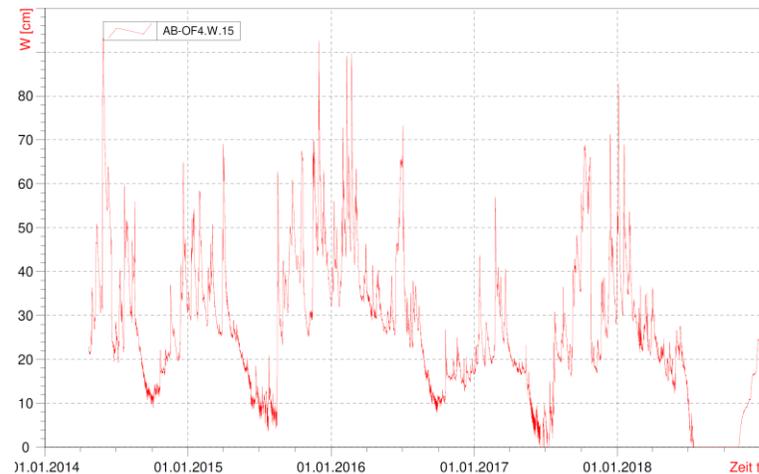
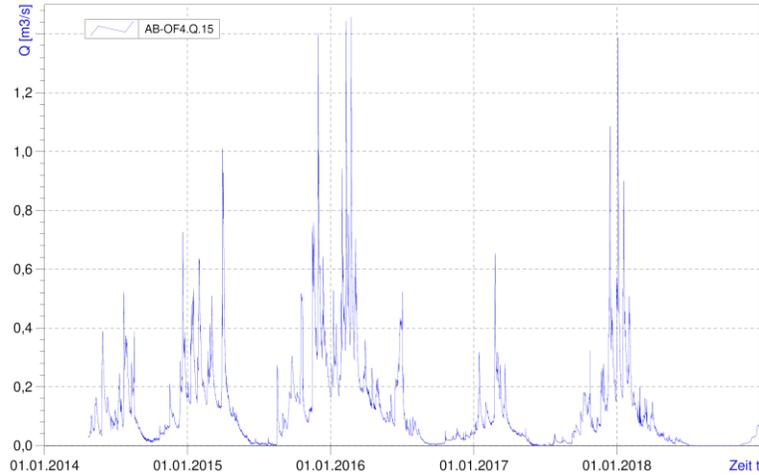
$$v_1[i, j] = k_{st}[i, j] \times r_{hy}^{2/3} \times I[i, j]^{1/2}$$



Zu erfassen sind:

- **Gegliederte Querschnitte**
- **Einstau in der Aue**
- **Unterschiedliche Fließwege**
- **Jahreszeiten (wenn instationär)**
- **Hindernisse**
- **Verkrautung im Querschnitt selbst**





**Entscheidend für den mittleren (charakteristischen) Jahresgang sind:**

- **Mittelungszeitraum (z.B. die letzten 10 Jahre)**
- **Konstante Förderbedingungen**
- **Zeitschrittweite des OF-Modells (meist sehr klein)**
- **Übergang auf die Zeitschrittweite des GW-Modells (Mittelung auf zwei Wochen Rhythmus)**
- **Plausibilisierte Datenbelegung für W und Q**
- **Ausschließen von Randeffekten (vor allem für W-Randbedingungen – meist keine W-Werte dort wo der Rand liegt)**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**MATHEJA**CONSULT

Dr.-Ing. Andreas Matheja  
Königsberger Str. 5  
30938 Burgwedel OT Wettmar

Telefon: 05139-402-799-0  
Fax: 05723-402-799-8  
email: [kontakt@matheja-consult.de](mailto:kontakt@matheja-consult.de)  
[www.matheja-consult.de](http://www.matheja-consult.de)

