

LARSIM-Schulung im Rahmen des Internationalen LARSIM-Anwenderworkshops 2018:

Modellhafte Abbildung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen in LARSIM

Dr.-Ing. Kai Gerlinger

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft

März 2018

Auftraggeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde



1. Hochwasser-Rückhaltebecken
2. Berechnung anhand der Kontinuitätsgleichung
3. Talsperren
4. Einbeziehung von Messdaten bei Rückhaltebecken und Talsperren
5. Gesteuerte Seen
6. Einbeziehung von Messdaten bei gesteuerten Seen
7. Polder- und Speichersysteme
8. Verzweigungen
9. Einleiter
10. Operationeller Einsatz der Bauwerke
11. Zusammenfassung
12. Interaktive Rechenbeispiele
13. Diskussion

Motivation

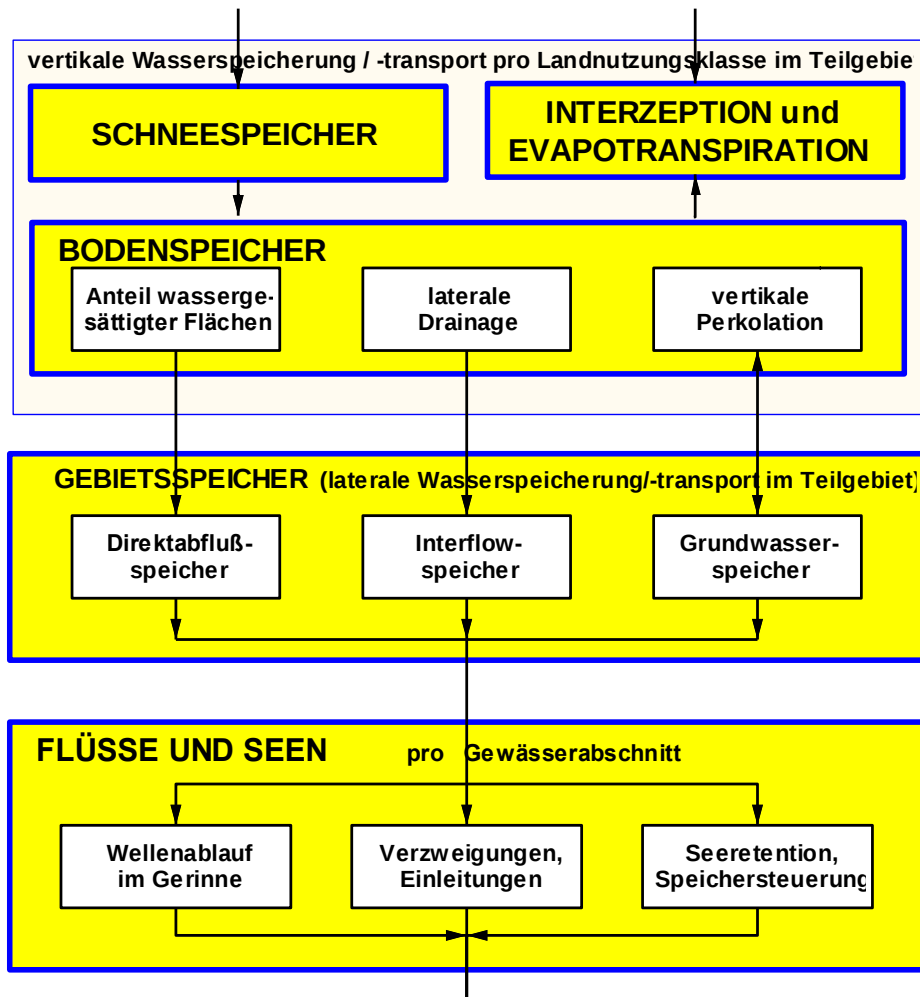
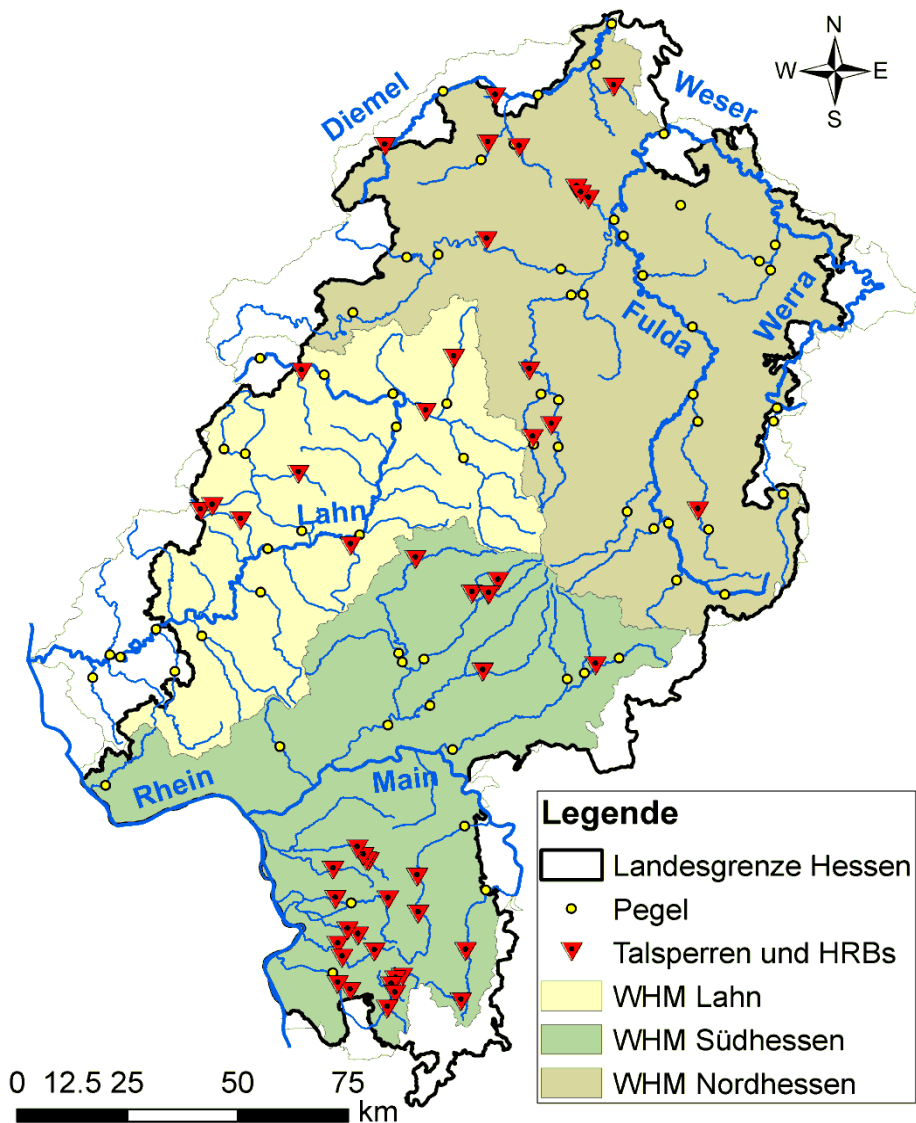


Abbildung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen in LARSIM:

- Rückhaltebecken
- Talsperren
- Seen (gesteuert/ungesteuert)
- Speicher/Polder
- Verzweigungen
- Einleitungen



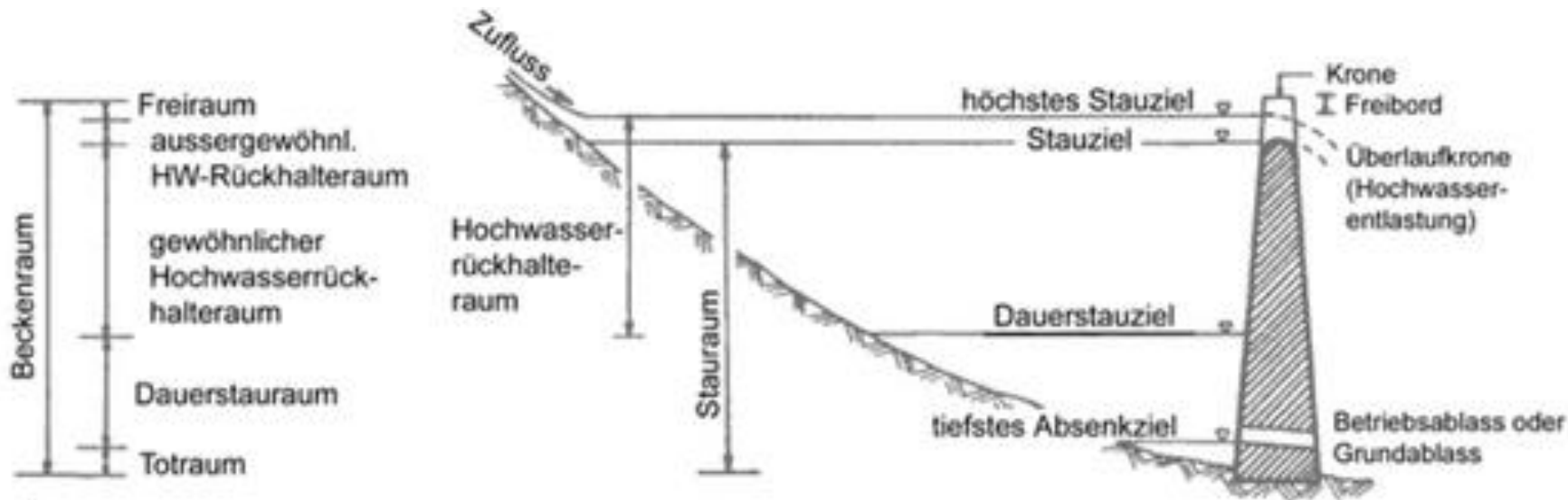
Talsperren (TALS) und Rückhaltebecken (RHB) in den LARSIM-WHM in Hessen:

- Lahn: 3 RHB, 4 TALS
- Nordhessen: 8 RHB, 5 TALS
- Südhausen: 27 RHB, 2 TALS
- ca. 30% z.T. mit Messwerten

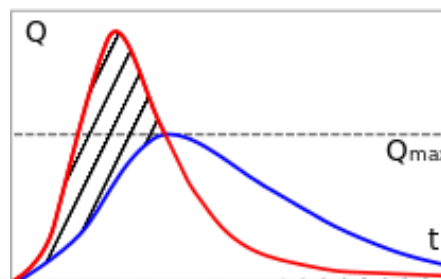
Rückhaltebecken



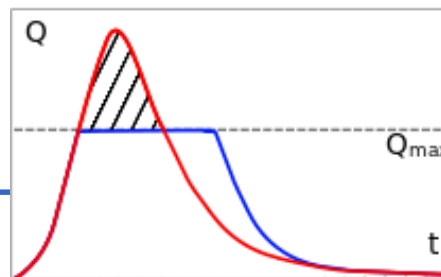
Rückhaltebecken



- RHB-Simulation in LARSIM: Gesteuertes Rückhaltebecken mit konstantem Regelabfluss und HW-Entlastungsanlage



Ungesteuertes RHB



Gesteuertes RHB

(Maniak 2016)

(Wikipedia 2018a)

Rückhaltebecken – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

- Lage im Untersuchungsgebiet (Elementnummer)
- konstanter Regelabfluss [cbm/s]
- Kennlinie der Hochwasserentlastung [cbm/s]
- Kennlinie des Speicherinhaltes [1000 cbm]

Die Angaben sind in die LARSIM-Steuerungsdatei <tape10> einzufügen.

Rückhaltebecken

Rückhaltebecken – erforderliche Angaben in LARSIM

(<tape10>):

Beispiel

Beckeninhalt [1000 m ³]	Regelabfluss [m ³ /s]	Bemerkung
0	4,9	Abgabe= Minimum aus Zufluss und kon- stantem Regelabfluss
3280	4,9	Schwelle HW- Entlastung

Beckeninhalt [1000 m ³]	Abfluss ü. HW- Entlastung [m ³ /s]	Bemerkung
3280	0,0	Schwelle HW- Entlastung
3440	7,0	
3620	10,0	
.....		
4440	50,0	
>4440		Qab = Qzu HRB unwirksam

Rückhaltebecken

Rückhaltebecken – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Konstanter Regelabfluss bis zur Füllung des gewöhnlichen Rückhalteriums

```
* Volumen [1000 cbm]
*
  3280.   1   3440.   2   3620.   3   3900.   4
  4400.   6   9999.   7   999999.  8           Format:
*
* 1. Wert = Gewöhnlicher HW-Rückhalteraum,
* Folgewerte entsprechend Kennlinien der HW-Entlastung
* Abfluss [cbm/s]
*
  4.9     1     7.     2     10.    3     18.    4
  50.     6    999.    7    999999.  8           Format:
```

Rückhaltebecken – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

- Zusätzliche Abgabe über die Hochwasserentlastung bei Überschreitung des gewöhnlichen Rückhalteriums

```
* Volumen [1000 cbm]
*
  3280.    1    3440.    2    3620.    3    3900.    4
  4400.    6    9999.    7    999999.    8          Format:
*
* 1. Wert = Gewöhnlicher HW-Rückhalteraum,
* Folgewerte entsprechend Kennlinien der HW-Entlastung
* Abfluss [cbm/s]
*
  4.9      1      7.      2      10.      3      18.      4
  50.      6      999.     7      999999.    8          Format:
```

- Iterative Berechnung des Rückhalts nach dem Verfahren der Seeretention (auch für Talsperren und gesteuerte Seen)

- **Seeretention:** Grundlage des in LARSIM verwendeten Berechnungsverfahrens ist die Kontinuitätsgleichung in der Form:

$$\frac{V_{S(t+1)} - V_{S(t)}}{\Delta t} = \left(\left(\frac{QZ_{S(t)} + QZ_{S(t+1)}}{2} \right) - \left(\frac{QA_{S(t)} + QA_{S(t+1)}}{2} \right) \right)$$

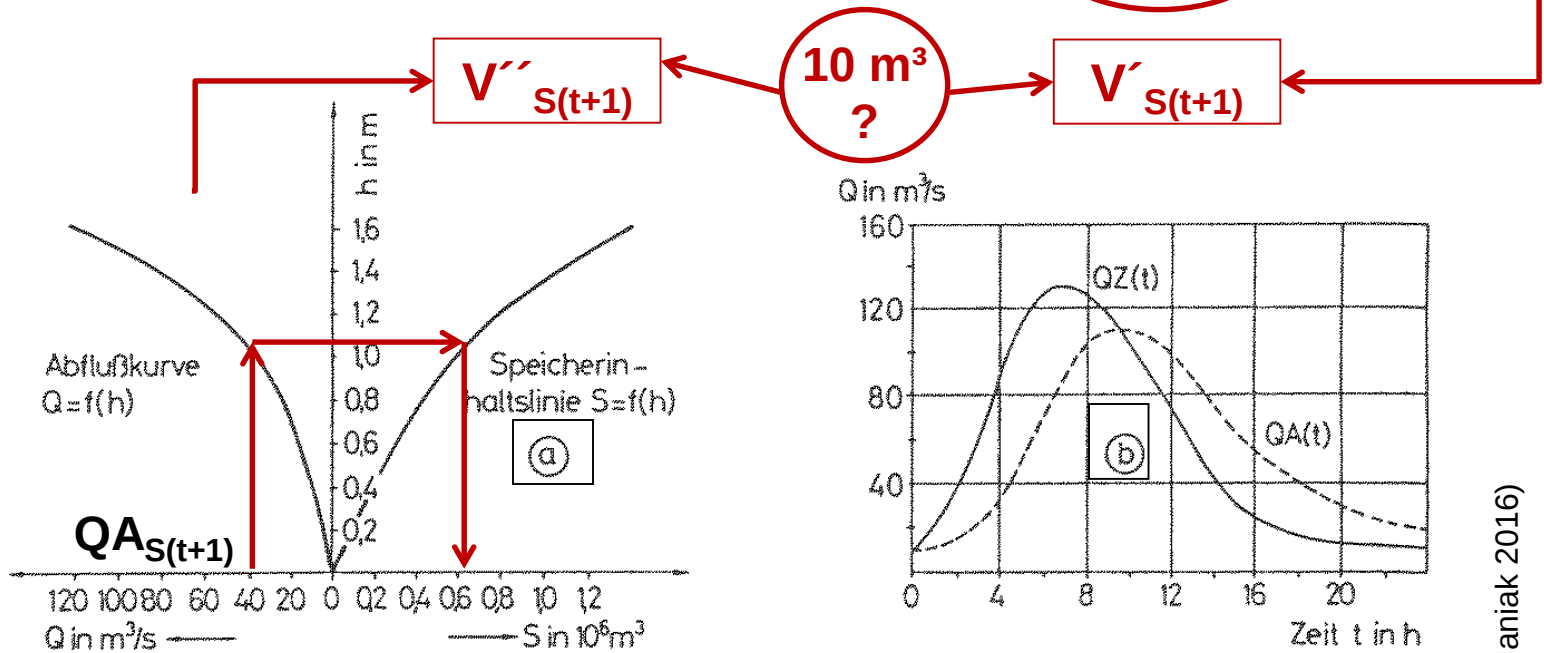
V_S	$[m^3]$	Speicherinhalt im See (bzw. in der Talsperre)
QZ_S	$[m^3/s]$	Zufluss in den See
QA_S	$[m^3/s]$	Abfluss aus dem See
Δt	$[s]$	Intervalllänge des Berechnungszeitschritts

$$\rightarrow V_{S(t+1)} = \frac{\Delta t}{2} \cdot (QZ_{S(t)} + QZ_{S(t+1)} - QA_{S(t)} - QA_{S(t+1)}) + V_{S(t)}$$

Seeretention

- Seeretention:** Bei gegebener Volumen-Abfluss-Kennlinie für den See bzw. die Talsperre wird über diese Beziehung die Ganglinien für Seeinhalt und -abgabe iterativ aus der Zuflussganglinie berechnet. **Annahme:** $QA_{S(t+1)} = \max(Q_{reg}, QZ_{S(t+1)})$

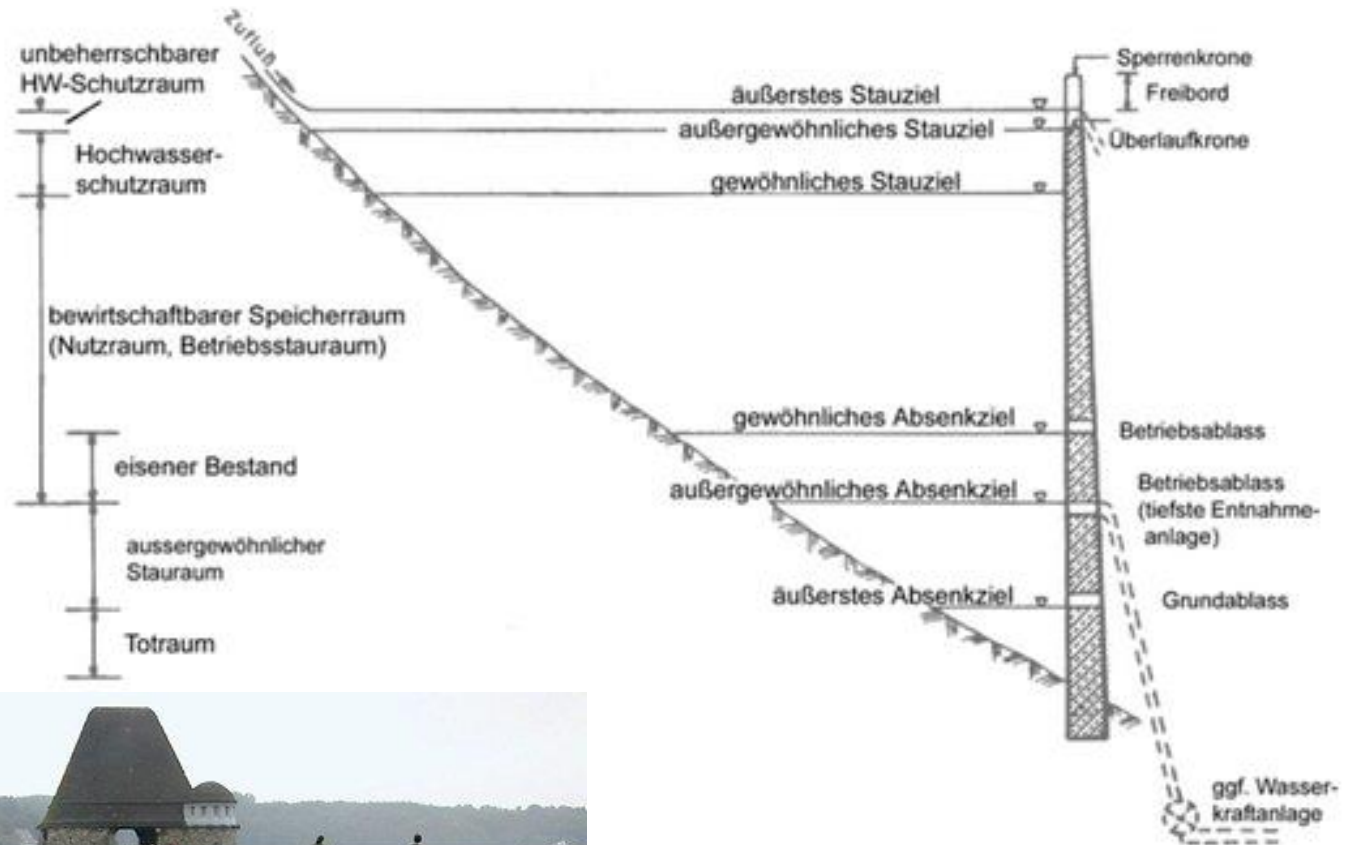
$$V_{S(t+1)} = \frac{\Delta t}{2} \cdot (QZ_{S(t)} + QZ_{S(t+1)} - QA_{S(t)} - QA_{S(t+1)}) + V_{S(t)}$$



(Maniak 2016)

Talsperren

Talsperren



(Maniak 2016)



(KSTA 2017)

Talsperren – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>): Systemdaten

- Lage im Untersuchungsgebiet (Elementnummer), Anzahl der Wertepaare für die System-Kennlinien
- Beckeninhaltslinie: Wasserstand [m+NN], Speicherinhalt [1000 cbm] mit Kennlinie der HW-Entlastung (Abfluss über HW-Entlastung) [cbm/s]

```
TALS  1651   15   Twistetalsperre
*
*   Wst.      Vol.      Leistungsfähigkeit
*   [m]      [1000 cmb]  HQ-Entlastung [cbm/s]
*   500m+
*
    200.0         0.      0.000 (Jeweils 3 Real-Zahlen, Format 3f10.3)
    207.5       3350.      0.000
    209.5       4560.      0.000
    214.0       8950.      0.000
    214.1       9075.      4.622
    214.2       9200.     13.073
    214.3       9325.     24.018
    214.4       9450.     36.978
    214.5       9575.     51.679
    214.6       9700.     67.934
    214.7       9825.     85.607
    214.8       9950.    104.591
    214.9      10075.    124.803
    215.0      10200.    146.171
    215.1      99999.   999999.
```

Talsperren – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>): Systemdaten

- Maximal zulässige Absenkgeschwindigkeit pro Tag [cm/Tag]
- Inhalt Unterkante der Hochwasserentlastung [1000 cbm]

```
* Format f10.3:  
  10.  maximale Absenkgeschwindigkeit [cm/Tag]  
*  
* Format f10.3:  
 8950. Inhalt bei UK HW-Entlastung [1000 cbm]  
*
```

Talsperren – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Betriebsvorschriften

- Betriebs-Sollganglinie (Soll-Speicherinhalt pro Datum) mit Angabe der zulässige Abgaben (Abfluss pro Datum, max + min)

* Format i10:					
21	Anzahl	Werte	(Tag	Monat	Soll-Inh. max. Abgabe min. Abgabe)
28 9	4600	6.	0.4		
29 9	4600	6.	0.4	(jeweils 2 Integerzahlen, Format i2,x,i2	
30 9	4600	6.	0.4	und 3 Real-Zahlen, Format 3f10.3)	
1 10	4350	6.	0.4		
2 10	4350	6.	0.4		

Die Sollganglinie kann **(a)** entweder ganzjährig angegeben werden (365) oder **(b)** für bestimmte Zeitpunkte. LARSIM interpoliert zwischen den Zeitpunkten (Option TALSPERRE-SOLL-INTERPOLATION).

Talsperren - Simulation

- Priorität 1: Abgabe der Mindestwassermenge
- Priorität 2: Nachfahren der Betriebs-Sollganglinie ohne Überschreitung der maximal zulässigen Abgabe
- Priorität 3: Hochwasserrückhalt und Abgabe über die Hochwasserentlastung nach dem Verfahren der Seeretention

Option TALSPERRE SOLLRANGE: geglättetes Nachfahren der Vorgaben

Rückhaltebecken und Talsperren – Verwendung von Messdaten:

Option

- STAMMDATEN RHB (Stammdatei <rhb.stm>)

Auswirkung

- Berücksichtigung von Messdaten (Speicherinhalt und/oder Speicherabgabe) für Rückhaltebecken und Talsperren
- Ausgabe der Ergebnisse für Rückhaltebecken und Talsperren
- Ausgabe der prozentualen Füllung des Rückhalteriums

Rückhaltebecken und Talsperren: Messdaten

Beispiel <rhb.stm>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DASA	Name	Typ	Format	Dateiname	TGB	HWR-Raum	IPRIN	IPRIN	VQ/KON	VQ/KON
	Speicher		WQ-Beziehung	WQ-Beziehung		1000 cbm	gem VOL	gem Q	QRegel	HW-Ent
=====										
DATEN'										
000	'Haunetalsperre'	'TALS'	'Q'	'xxx.wq'	608	99999.	' '	' '	'K'	'K'
000	'Edertalsperre'	'TALS'	'Q'	'xxx.wq'	1133	99999.	'5'	'4'	'K'	'K'
000	'HRB_Heidelberg'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1222	99999.	'5'	'2'	'V'	'K'
000	'Antrifftalsperre'	'TALS'	'Q'	'xxx.wq'	1243	99999.	'6'	'5'	'K'	'K'
000	'HRB_Treysa-Ziegenhain'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1283	99999.	'5'	'5'	'V'	'K'
000	'HRB_Hoof'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1452	99999.	' '	' '	'V'	'K'
000	'HRB_Katzenmuehl'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1454	99999.	' '	' '	'V'	'K'
000	'Polder_Schefferfeld'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1455	99999.	' '	' '	'V'	'K'
000	'Diemeltalsperre'	'TALS'	'Q'	'xxx.wq'	1568	99999.	'5'	'4'	'K'	'K'
000	'HRB_Teichmuehle'	'RUEC'	'Q'	'xxx.wq'	1634	99999.	' '	' '	'V'	'K'
000	'Twistetalsperre'	'TALS'	'Q'	'xxx.wq'	1651	99999.	' '	' '	'K'	'K'

Inhalt Spalten

- | | |
|------------------------------|--|
| (1) Nummer Speicher | (7) Rückhalteraum in 1000 m ³ |
| (2) Name Speicher | (8) IPRIN für Speicherinhalt |
| (3) Kennung Speichertyp | (9) IPRIN für Speicherabgabe |
| (4) Dateiname Speicherinhalt | (10) 'QausV' für Regelabfluss |
| (5) Dateiname Speicherabgabe | (11) 'QausV' für HW-Entlastung |
| (6) Modellelement | |

Rückhaltebecken und Talsperren: Messdaten

Zulässige Werte für IPRIN in Spalte 8 und 9 der <rhb.stm>

- ' ' → Kein Einlesen von Messdaten
- '2' → Keine Übernahme von Messdaten für die Berechnung, jedoch Darstellung
- '4' → Übernahme von Messdaten für den gesamten Ereigniszeitraum
- '5' → Übernahme von Messdaten bis zum Vorhersagezeitpunkt
- '6' → Übernahme der Messdaten bis zum VZP, konstanter Speicherinhalt bzw. konstante Speicherabgabe im Vorhersagezeitraum (nur für Talsperren). Dann sind zusätzliche Parameterangaben in <tape10> erforderlich (PARAMETER SONDERBEHANDLUNG VZR).

=====	
8	9
IPRIN	IPRIN
gem VOL	gem Q
=====	
' '	' '
'5'	'4'
'5'	'2'
'6'	'5'
'5'	'5'
' '	' '
' '	' '
'5'	'4'
' '	' '
' '	' '

Rückhaltebecken und Talsperren: Messdaten

Zulässige Werte für Schalter 'QausV' in Spalte 10 und 11 der <rhb.stm> (nur für RHB relevant):

- ' ' → Entspricht dem Wert 'K' sofern von Relevanz
- 'K' → Bestimmung der Speicherabgabe aus dem gemessenen Speicherinhalt und dem simulierten Zufluss nach der Kontinuitätsgleichung
- 'V' → Bestimmung der Speicherabgabe aus dem gemessenen Speicherinhalt anhand der VQ-Beziehung

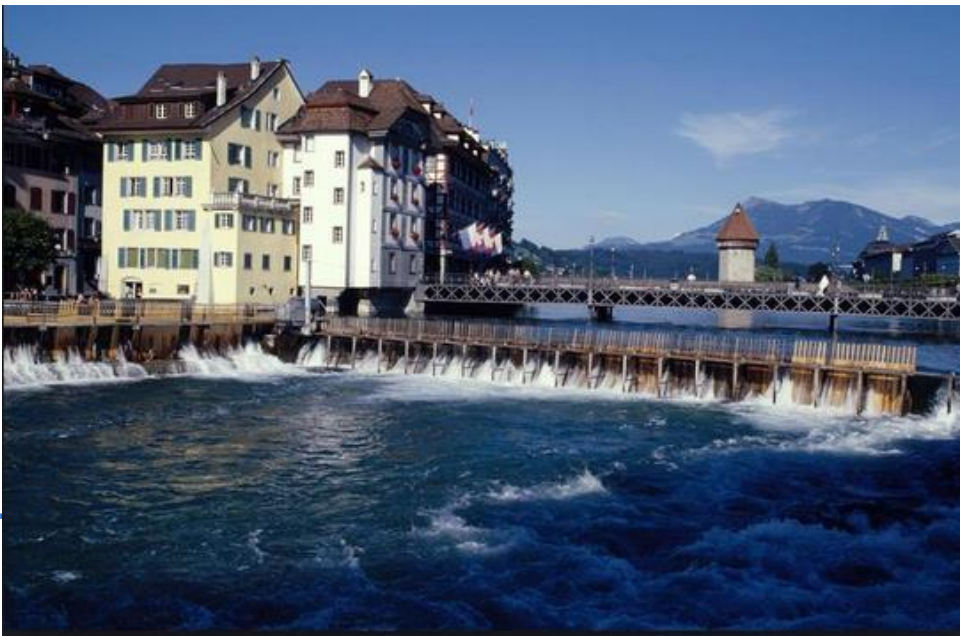
=====	
.. 10	11
VQ/KON	VQ/KON
QRegel	HW-Ent
=====	
.. 'K'	'K'
.. 'K'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'K'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'K'	'K'
.. 'V'	'K'
.. 'K'	'K'

Gesteuerte Seen

Gesteuerte Seen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Systemdaten

- Lage im Untersuchungsgebiet (Elementnummer), Anzahl der Wertepaare für die System-Kennlinien
- Beckeninhaltslinie: Wasserstand [m+NN], Speicherinhalt [1000 cbm]



Luzern (2018)

SEEG	1609	6	Beispielsee
* W			V
* [m]			[1000 cbm]
* 400m+			
27.00			1155505.00
28.00			1194805.00
29.00			1234105.00
30.00			1273405.00
31.00			1312705.00
90.00			4024405.00

Gesteuerte Seen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Steuerungsregeln

- Anzahl der Steuerungsregeln, Gültigkeitsdatum der jeweiligen Steuerungsregel und Abfluss-Wasserstands-Beziehungen für die jeweiligen Steuerungsregeln

```
* Anzahl Wertepaare und Anzahl Steuerungsregeln
12 6
* Qab W
* [cbm/s] [m]
*
*      Steu1  Steu2  Steu3  Steu4  Steu5  Steu6
01 02 15 04 15 06 15 08 01 10 15 11
  30.0  10.00  10.00  10.00  10.00  10.00  10.00
  50.0  28.50  28.50  28.50  28.50  28.50  28.50
  90.0  28.70  28.70  28.70  28.70  28.70  28.70
 100.0  28.90  28.75  29.15  29.15  29.15  28.90
 110.0  29.00  29.30  29.20  29.25  29.20  29.00
 200.0  29.05  29.40  29.30  29.35  29.25  29.05
 300.0  29.10  29.50  29.40  29.45  29.33  29.10
 400.0  29.15  29.60  29.50  29.55  29.38  29.15
 500.0  29.20  29.70  29.60  29.65  29.45  29.20
 600.0  29.40  30.00  30.00  30.00  29.65  29.40
 650.0  30.20  30.20  30.20  30.20  30.20  30.20
 700.0  50.00  50.00  50.00  50.00  50.00  50.00
*
```

Gesteuerte Seen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Steuerungsregeln

- Anzahl der Steuerungsregeln, Gültigkeitsdatum der jeweiligen Steuerungsregel und Abfluss-Wasserstands-Beziehungen für die jeweiligen Steuerungsregeln
- Falls ein ungesteuerter See simuliert werden soll, muss trotzdem eine Steuerungsregel (Anfangsdatum 01. Januar) angegeben werden. Diese entspricht dann der (ungesteuerten) W-Q-Beziehung des Sees.

Gesteuerte Seen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Systemdaten

- Maximal zulässige Absenkgeschwindigkeit pro Tag [cm/Tag]
- Anfangsvolumen [1000 m³] (wenn nicht in WHM-Zustandsdatei vorliegend)

Gesteuerte Seen – Verwendung von Messdaten

- Festlegung eines Seepegels in der <pegel.stm>
- Vorgabe eines gemessenen Wasserstands:
 - reine ARIMA-Korrektur von Seewasserstand und Seevolumen oder
 - Verschiebung der Steuerungsregel (bei gesteuerten Seen) bzw. der W-Q-Beziehung (bei ungesteuerten Seen)Abflussbereichsspezifische Auswahl (NQ, MQ, HQ) des Verfahrens möglich
- Vorgabe gemessener Abflüsse (*user defined discharges (UDD)*):
 - Verwendung der UDD im Simulations- und Vorhersagezeitraum oder
 - Verwendung der UDD im Simulationszeitraum

Speicher- und Poldersteuerung

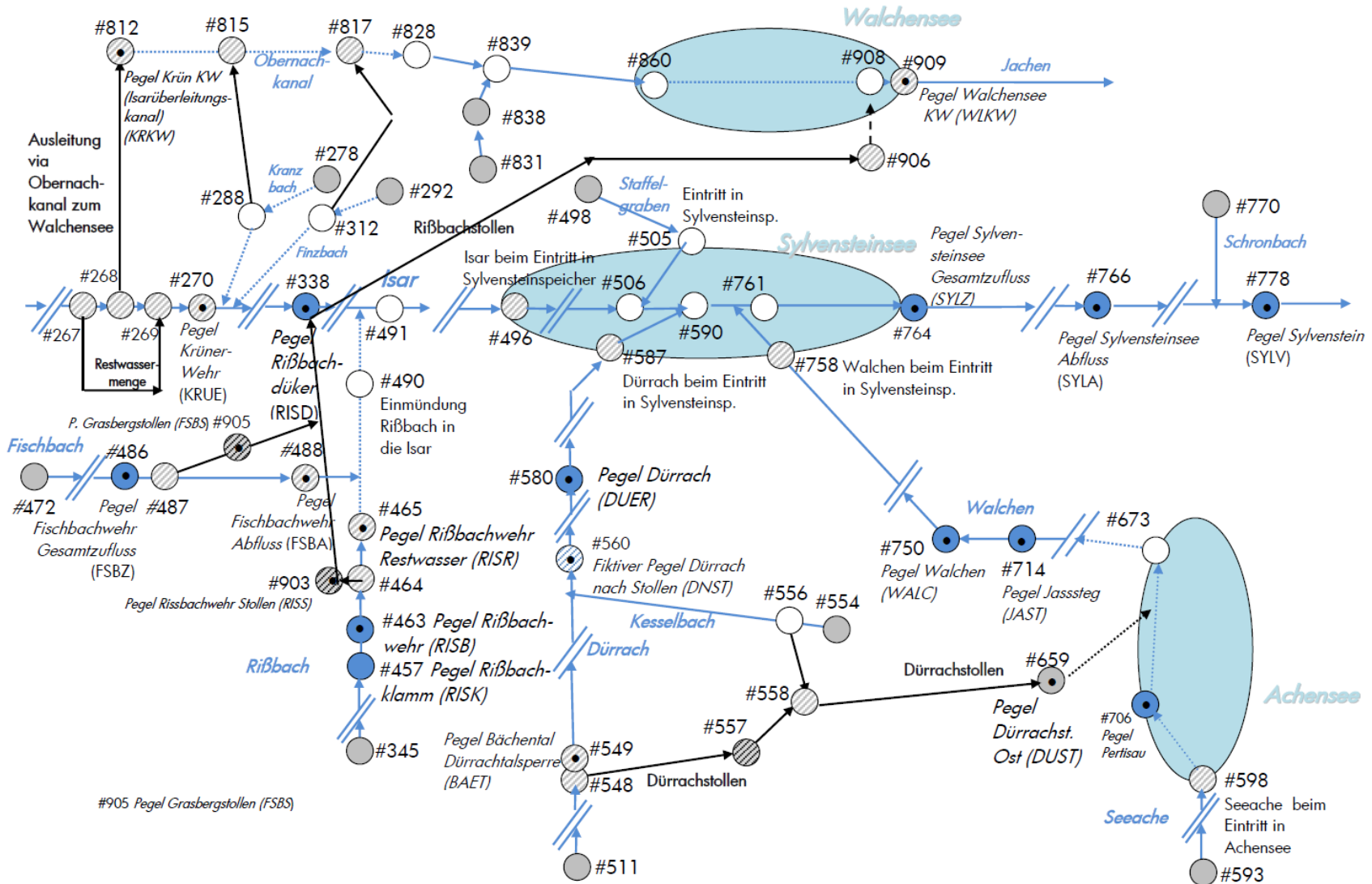
- Ziel: Optimale Bewirtschaftung eines Speichers (oder Speichersystems) bzw. Flutung eines Polders (oder Poldersystems) im Hochwasserfall.
- Speicher: Direkt im Gewässer (im Hauptschluss) angeordnete dauerhaft eingestaute Stauräume, deren Rückhaltevolumen durch Vorabsenkung vergrößert werden kann.
- Polder: Seitlich vom Gewässer (im Nebenschluss) angeordnete dauerhaft leere Stauräume, die nur zum Hochwasserrückhalt befüllt werden.
- Integration des früheren stand-alone Programms SPEMO in LARSIM

Speicher- und Poldersteuerung

- Optimierung der Steuerung (iterative Berechnung):
 - im Rahmen einer Bemessungsaufgabe für den gesamten Ereigniszeitraum
 - bei der operationellen Vorhersage nur für den VHS-Zeitraum
- Gleichzeitige Berücksichtigung einer beliebigen Anzahl von Speichern und/oder Poldern möglich (parallel oder in Reihe).
- Zuordnung einer beliebigen Anzahl von Steuerquerschnitten zu jedem Speicher bzw. Polder möglich
- Die Steuerquerschnitte dienen zur Kontrolle der Steuerung, d.h. an ihnen werden die Auswirkungen der Steuerungsmaßnahmen auf das Gewässer während einer Optimierung ausgewertet.
- Die Abgaben (Speicher) bzw. Zuflüsse (Polder) können extern vorgegeben werden.

Speicher und Polder

Speicher- und Poldersteuerung: Beispiel Sylvenstein-Speicher-System (WWA Weilheim)



Speicher und Polder

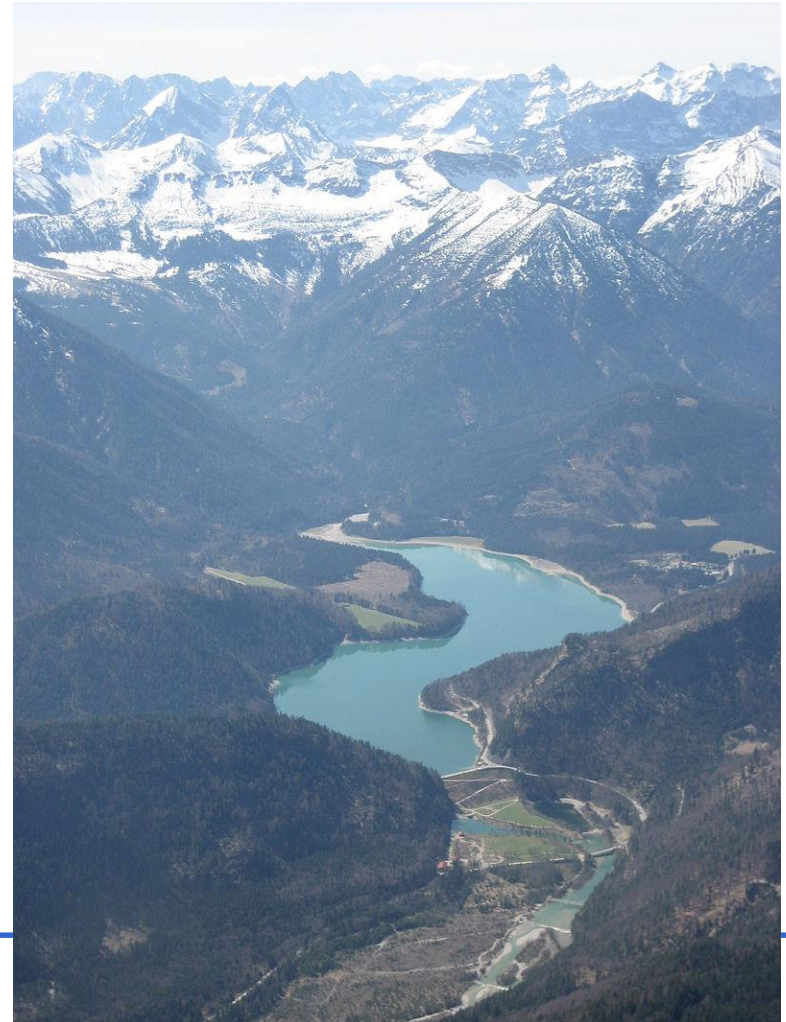
Speicher- und Poldersteuerung: Beispiel Sylvenstein-Speicher-System

Allgemeine Angaben im <tape39>:

```
SPEMO ISAR

*****
* Allgemeine Einzelparameter
*****
INTERVALLDAUER          1.
ITERATIONSSCHRITTE      25
ANZAHL OPTIMIERUNGEN    25
ANZAHL SYSTEME          1
MAX. ANZAHL SPEICHER    6
MAX. ANZAHL STQ         2
MAX. ANZAHL WERTE VQ    40
ENDE

*****
* Nummer des Speichersystems und Anzahl der darin
* enthaltenen Speicher
*****
SPEICHERSYSTEM          1
ANZAHL SPEICHER         6
```



(Wikipedia 2018b)

Speicher und Polder

Speicher- und Poldersteuerung: Beispiel Sylvenstein-Speicher-System - Angaben zu den Speichern im <tape39>:

```
SPEICHER AKTIV      JA
SPEICHER ELEMENT    766
SPEICHER KENNUNG     SYSP
*****
* Optionen fuer Speicher
*****
ABGABE/ZUFLUSS VORGEGEBEN
ABGABE/ZUFLUSS GESAMTZEITRAUM VORGEGEBEN
ENDE
*****
* Einzelparameter fuer Speicher
*****
ANFANGSINHALT       33457.0
MAXIMALER INHALT OPT 93714.7
MINIMALER INHALT     11499.4
INHALT NORMALSTAU    33051.1
QAB/QZU MINIMAL      5.
MAXIMALE AENDERUNG    100.
FAKTOR MAX AENDERUNG  1.0
ZUFLUSSGRENZWERT     25.
ANZAHL STQ           2
MASSGEBENDER STQ     1323
SCHADENSFUNKTION     1
SPEICHERVOLUMEN      4080.0  4349.0  5263.0  6320.0  7538.0  8963.0  10612.0  12475.0  14536.0  16828.0  19412.0  22262.0
SPEICHERWASSERSTAND  736.4   737.0   738.0   739.0   740.0   741.0   742.0   743.0   744.0   745.0   746.0   747.0
SPEICHERABGABE       5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0
MAXIMALE ABGABE       5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0
MINIMALE ABGABE       5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0     5.0
HOCHWASSERENTLASTUNG 0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0.0
SCHADEN SPEICHER 1   1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0     1.0
DAMMKRONE            769.0
STAUZIEL HWR         763.0
SCHWELLE ENTLASTUNG  763.0
NORMALSTAUZIEL       750.0
ABSENKZIEL           736.4
ENDE
```

Speicher und Polder

Speicher- und Poldersteuerung: Beispiel Sylvenstein-Speicher-System

Angaben zu den Steuerquerschnitten im <tape39>:

```
*****
* Einzelparameter fuer Steuerquerschnitt 1323
*****
STQ AKTIV                JA
STEUERQUERSCHNITT        1323
LAUFZEIT STQ             3.
SCHADENSFUNKTION         1
ABFLUSS STQ              0.0    450.0    495.0    550.0
SCHADEN STQ 1            0.0      0.0      0.0      1.0
GEWICHTUNG STQ           0.8
VOLUMEN STQ             4458.3   8553.6  18411.8  41499.4
KRIT. ABFLUSS STQ        500.0
GEWAESSERSOEHLE          640.29
BORDVOLLER ABFLUSS       1450.0
MELDESTUFE 1             190.0
MELDESTUFE 2             270.0
MELDESTUFE 3             350.0
ENDE
```

Einfache Verzweigungen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Vorgabe einer Ausleitung von Element (IVON) nach Element (INACH) mit Schwellenwert (SCHW), ab dem ausgeleitet werden soll, sowie eines Prozentwertes (PROZ), welche Anteile des Abflusses im Gerinne verbleiben sollen und welche Anteile in die Ausleitungsstrecke gehen. Zudem optional: Gültigkeitsdatum (GUELT).

```
; Jahreszeitlich unterschiedliche Verzweigungsregeln:  
; Winter: 01.11. bis 30.04 Restwassermenge 3,0  
; Sommer: 01.05. bis 31.10 Restwassermenge 4,8  
  
VERZ   267   269       3.0       0.00       VONBIS 01.10.9999 00:00 30.04.9999 23:00  
VERZ   267   269       4.8       0.00       VONBIS 01.05.9999 00:00 30.09.9999 23:00
```

KENN	IVON	INACH	SCHW	PROZ	GUELT
------	------	-------	------	------	-------

Erweiterte Verzweigungen – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Abflussabhängige Verzweigung (analog Bauwerksfunktion): Vorgabe eines Ausleitungsverlauf in Abhängigkeit vom Abfluss im Gerinne über Stützstellen an der Ausleitung. Beim jeweils angegebenen Abfluss (SCHW) wird dahinter gesetzte Wert (AUSL) ausgeleitet. Zwischen den Stützstellen wird linear interpoliert, über dem höchsten Wert bleibt der hierfür angesetzte Ausleitungswert konstant. Zudem optional: Gültigkeitsdatum (GUELT).

ERWV	5574	5944	500.0	0.0	VON 01.01.2004 00:00
ERWV	5574	5944	600.0	50.0	
ERWV	5574	5944	650.0	120.0	
ERWV	5574	5944	700.0	145.0	
ERWV	5574	5944	900.0	245.0	
ERWV	5574	5944	1300.0	280.0	
ERWV	5574	5944	1500.0	400.0	
ERWV	5574	5944	3000.0	400.0	
ERWV	5574	5944	-99.0		

KENN IVON INACH SCHW AUSL GUELT

Vorgabe von Verzweigungsganglinien – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Berücksichtigung einer vorgegebenen Ausleitungsganglinie für den gesamten Berechnungszeitraum. Enthält die Ausleitungsganglinie innerhalb des Berechnungszeitraums Fehlwerte, wird die Ausleitung für die betreffenden Zeitschritte anhand der Verzweigungsregel ermittelt.

VERZ	-122	905	0.00	0.00	valluela-qgem.lila	
ERWV	-844	919	0.10	0.00	rellsbach-qgem.lila	VON 03.06.2008 00:00
ERWV	-844	919	3.00	0.90		
ERWV	-844	919	50.00	9.50		
ERWV	-844	919	-99.			

KENN	IVON	INACH	SCHW	PROZ/AUSL	NAME	GUELT
------	------	-------	------	-----------	------	-------

Vorgabe von Einleitern – erforderliche Angaben in LARSIM (<tape10>):

Berücksichtigung einer vorgegebenen Einleitungsganglinie für den gesamten Berechnungszeitraum. Enthält die Einleitungsganglinie innerhalb des Berechnungszeitraums Fehlwerte, werden diese durch den Wert Null ersetzt, d.h. für die betreffenden Zeitschritte erfolgt keine Einleitung.

EINL	44	bieltalbach-qgem.lila
EINL	96	verwall-qgem.lila
EINL	97	paznaun-qgem.lila

KENN INACH NAME

Einleiter

**Vorgabe von Einleitern – erforderliche Angaben in LARSIM
(<einleiter-jahresgang.lila> oder <tape16>):**

- Berücksichtigung eines Jahresgangs von mehreren Einleitern (z.B. für Kläranlagenzuflüsse, wird dem Basisabfluss zugeschlagen)
- Berücksichtigung von konstanten Einleitungen (auch jahresweise unterschiedliche Vorgaben möglich) (<tape16>)

<einleiter-jahresgang.lila>:

Station;99;100;101;102;103;104;105;106;107;108;109;110;111;112+171;113+130;114;1
Stationsnummer;99;100;101;102;103;104;105;106;107;108;109;110;111;112+171;113+13
Datenart;Q
Dimension;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;cbm/s;
Zeitintervall;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;24;00;
01.01.9999 00:00; 0.00228; 0.00725; 0.05053; 0.00181; 0.01976; 0.00019; 0.00731;
02.01.9999 00:00; 0.00229; 0.00726; 0.05062; 0.00181; 0.01980; 0.00019; 0.00732;
03.01.9999 00:00; 0.00229; 0.00727; 0.05071; 0.00181; 0.01983; 0.00019; 0.00733;
04.01.9999 00:00; 0.00229; 0.00729; 0.05080; 0.00181; 0.01987; 0.00020; 0.00735;
05.01.9999 00:00; 0.00230; 0.00730; 0.05089; 0.00182; 0.01990; 0.00020; 0.00736;
06.01.9999 00:00; 0.00230; 0.00731; 0.05097; 0.00182; 0.01993; 0.00020; 0.00737;
07.01.9999 00:00; 0.00231; 0.00732; 0.05105; 0.00182; 0.01997; 0.00020; 0.00738;
08.01.9999 00:00; 0.00231; 0.00733; 0.05113; 0.00183; 0.02000; 0.00020; 0.00740;
09.01.9999 00:00; 0.00231; 0.00735; 0.05121; 0.00183; 0.02003; 0.00020; 0.00741;
10.01.9999 00:00; 0.00232; 0.00736; 0.05129; 0.00183; 0.02006; 0.00020; 0.00742;
11.01.9999 00:00; 0.00232; 0.00737; 0.05137; 0.00184; 0.02009; 0.00020; 0.00743;
12.01.9999 00:00; 0.00232; 0.00738; 0.05144; 0.00184; 0.02012; 0.00020; 0.00744;
13.01.9999 00:00; 0.00233; 0.00739; 0.05152; 0.00184; 0.02015; 0.00020; 0.00745;
14.01.9999 00:00; 0.00233; 0.00740; 0.05159; 0.00184; 0.02017; 0.00020; 0.00746;
15.01.9999 00:00; 0.00233; 0.00741; 0.05166; 0.00185; 0.02020; 0.00020; 0.00747;
16.01.9999 00:00; 0.00234; 0.00742; 0.05172; 0.00185; 0.02023; 0.00020; 0.00748;
17.01.9999 00:00; 0.00234; 0.00743; 0.05179; 0.00185; 0.02025; 0.00020; 0.00749;
18.01.9999 00:00; 0.00234; 0.00744; 0.05185; 0.00185; 0.02028; 0.00020; 0.00750;
19.01.9999 00:00; 0.00234; 0.00745; 0.05192; 0.00185; 0.02030; 0.00020; 0.00751;

<tape16>:

* GMD-Kuerzel: KLAG	Klaerwerk	Grosslappen
* KLAM	Klaerwerk	Gut Marienhof
*		
KLAG 2953163137900	150972	3.0
ENDE		
KLAM 3188163310000	147466	1.7
ENDE		
ENDE		

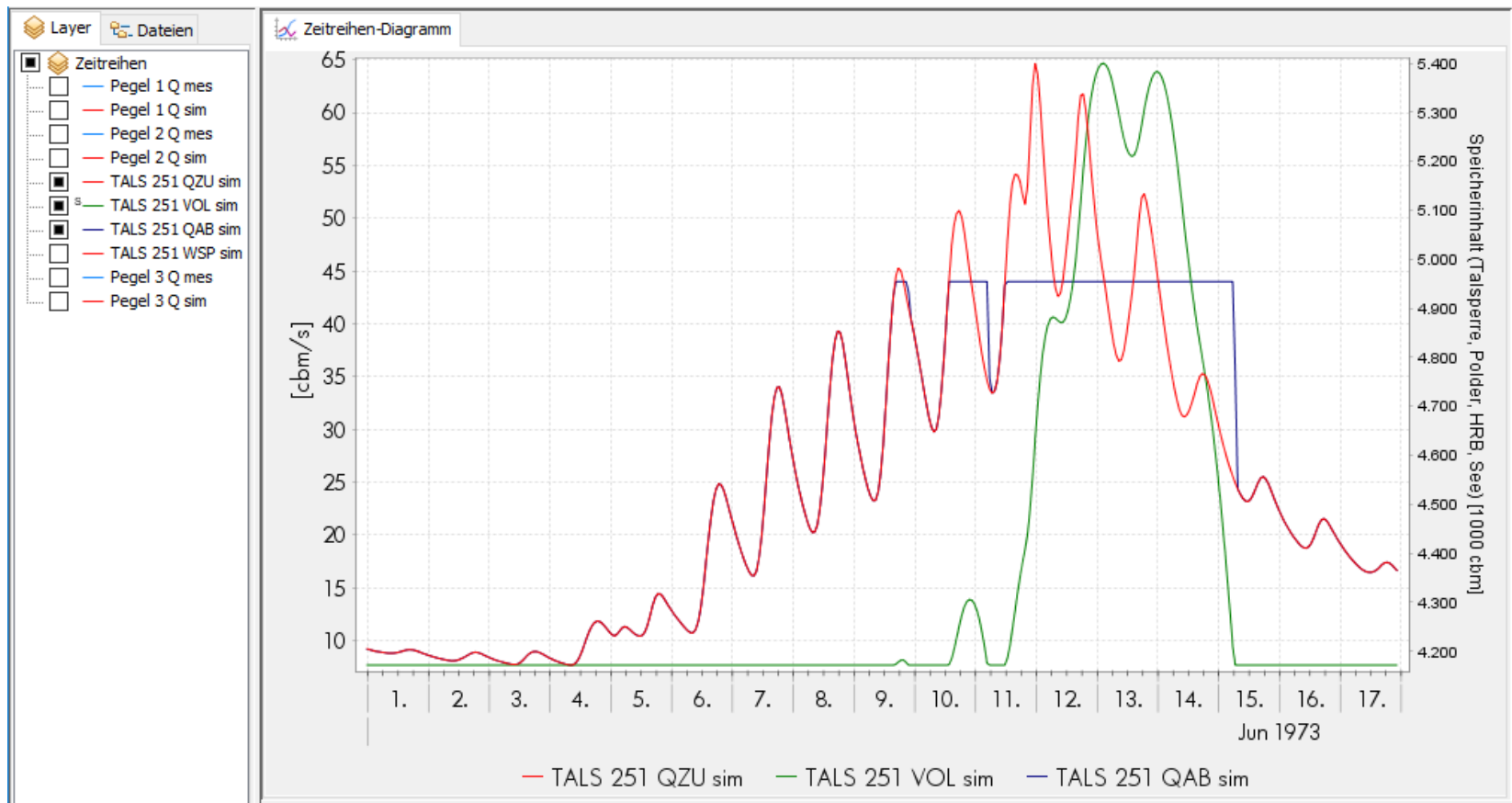
Aufgabe der Anwender:

- Einflussmöglichkeiten des Anwenders auf das abgebildete System: gering (z.B. Einfügen eines HRB in das System)
- Aufgaben für die Anwender: Analyse der gemessenen Ganglinien nach anthropogenen Einflüssen (z.B. Tagesgang)
- Entscheidung, ob den Messungen oder den Simulationen an den Bauwerken mehr vertraut wird
- Umsetzung der Einbeziehung der Messdaten der Bauwerke
- Kontrolle der Ergebnisse
- Ggf. Anpassung der Einstellung im operationellen Fall

Operationeller Einsatz der Bauwerke

Aufgabe der Anwender:

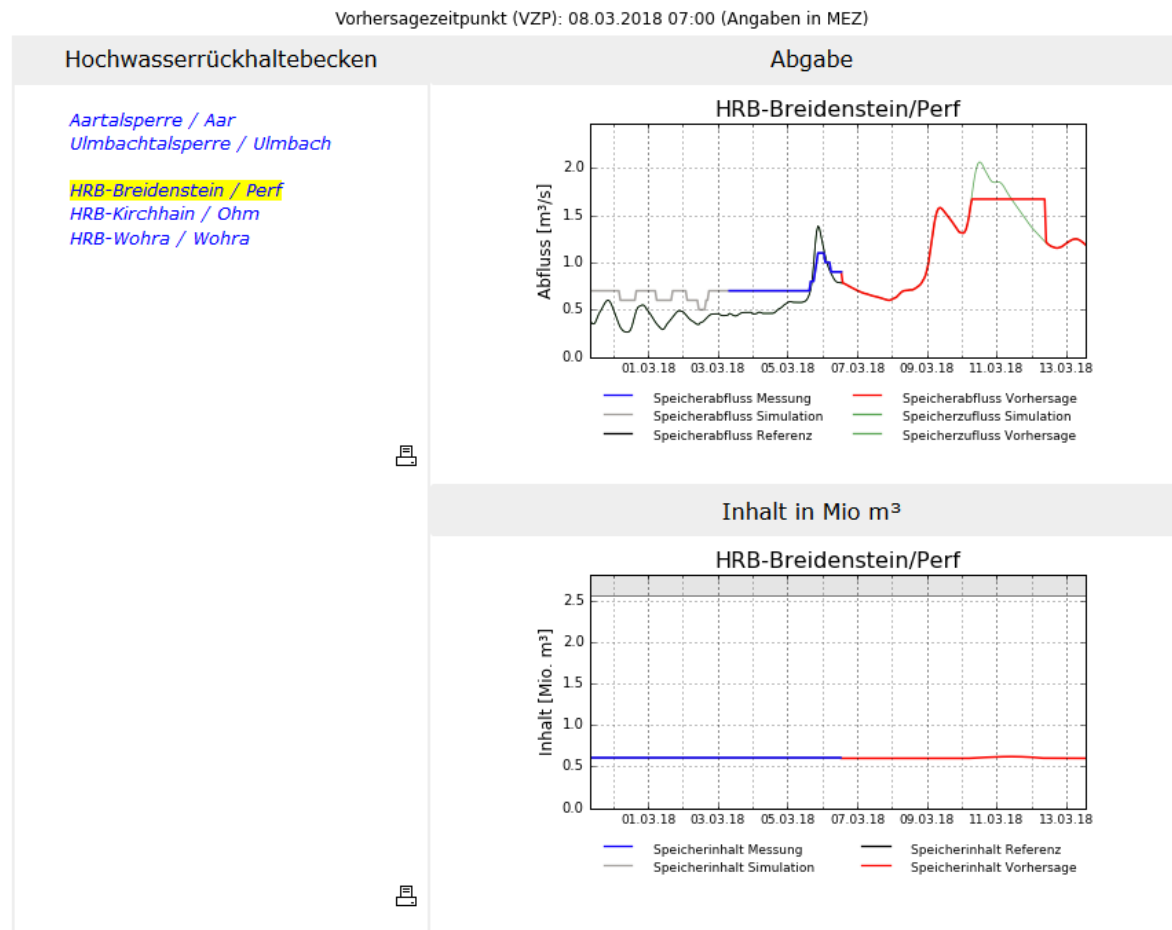
- Visualisierung der Simulationen



Operationeller Einsatz der Bauwerke

Aufgabe der Anwender:

- Visualisierung der Simulationen im Vergleich zu den Messungen an den Bauwerken



Zusammenfassung

- Folgende wasserwirtschaftlichen Maßnahmen können in LARSIM modellhaft abgebildet werden:
 - Rückhaltebecken
 - Talsperren
 - Gesteuerte Seen
 - Speicher-/Poldersysteme
 - Verzweigungen
 - Einleitungen
- Die Berechnung erfolgt in der Regel über die Lösung der Kontinuitätsgleichung
- Gemessene Wasserstands- und Abflussdaten können zur Korrektur der Simulationsergebnisse eingelesen werden
- Der Anwender kann die internen Modell-Einstellungen für jedes Bauwerk spezifisch festlegen

KSTA (2017): Die schönsten Talsperren in NRW. <https://www.ksta.de/freizeit/natur-rund-um-koeln-die-acht-schoensten-talsperren-in-nrw-22398470>

Luzern (2018): <http://www.luzern.com/de/nadelwehr>

Maniak, U. (2016): Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure. Springer-Verlag

Wikipedia (2018a): <https://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasserrückhaltebecken>

Wikipedia (2018b):
[https://de.wikipedia.org/wiki/Sylvensteinspeicher#/media/File:Sylvensteinspeicher_\(Luftbild\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Sylvensteinspeicher#/media/File:Sylvensteinspeicher_(Luftbild).jpg)

WWA Kempten (2010): Hochwasserrückhaltebecken: ökologischer Ausbau des Scheibenbaches Markt Scheidegg

http://www.wwa-ke.bayern.de/doc/publikationen/flyer01_scheibenbach_scheidegg.pdf