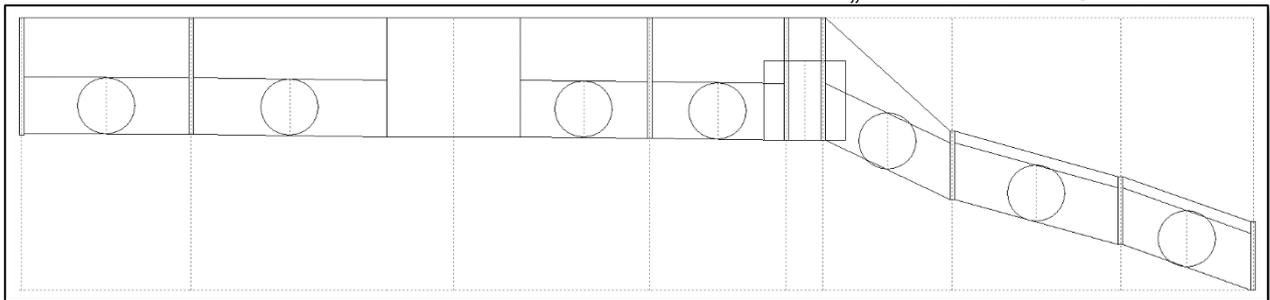
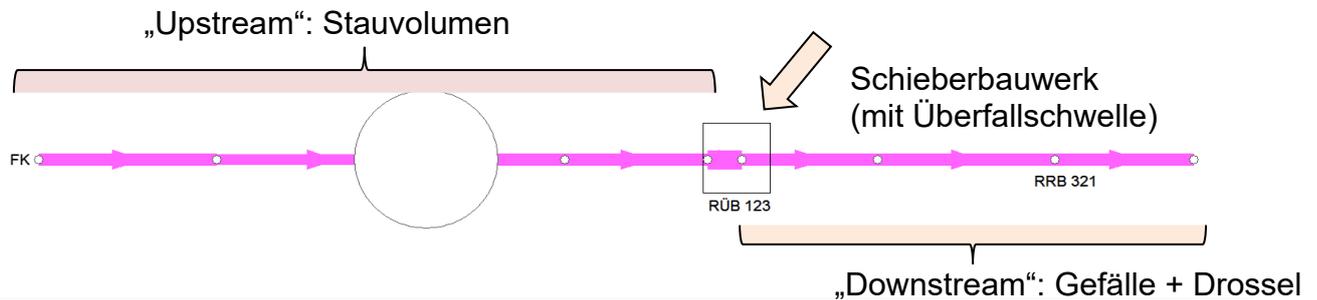


# Effiziente Stauraumbewirtschaftung durch Kanalnetzsteuerung

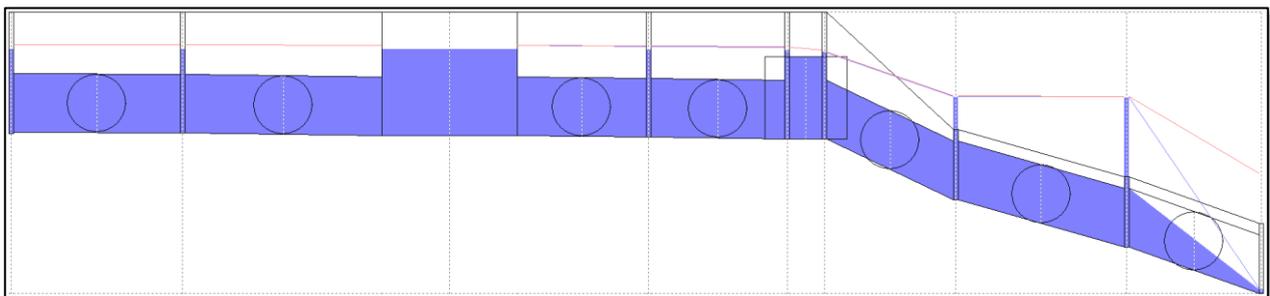
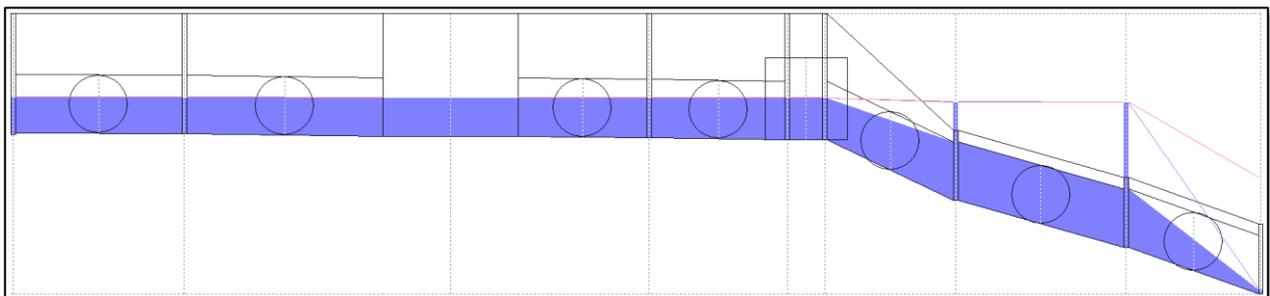


## Motivation: Überstau bei ungenutztem Stauraum

Beispielnetz:

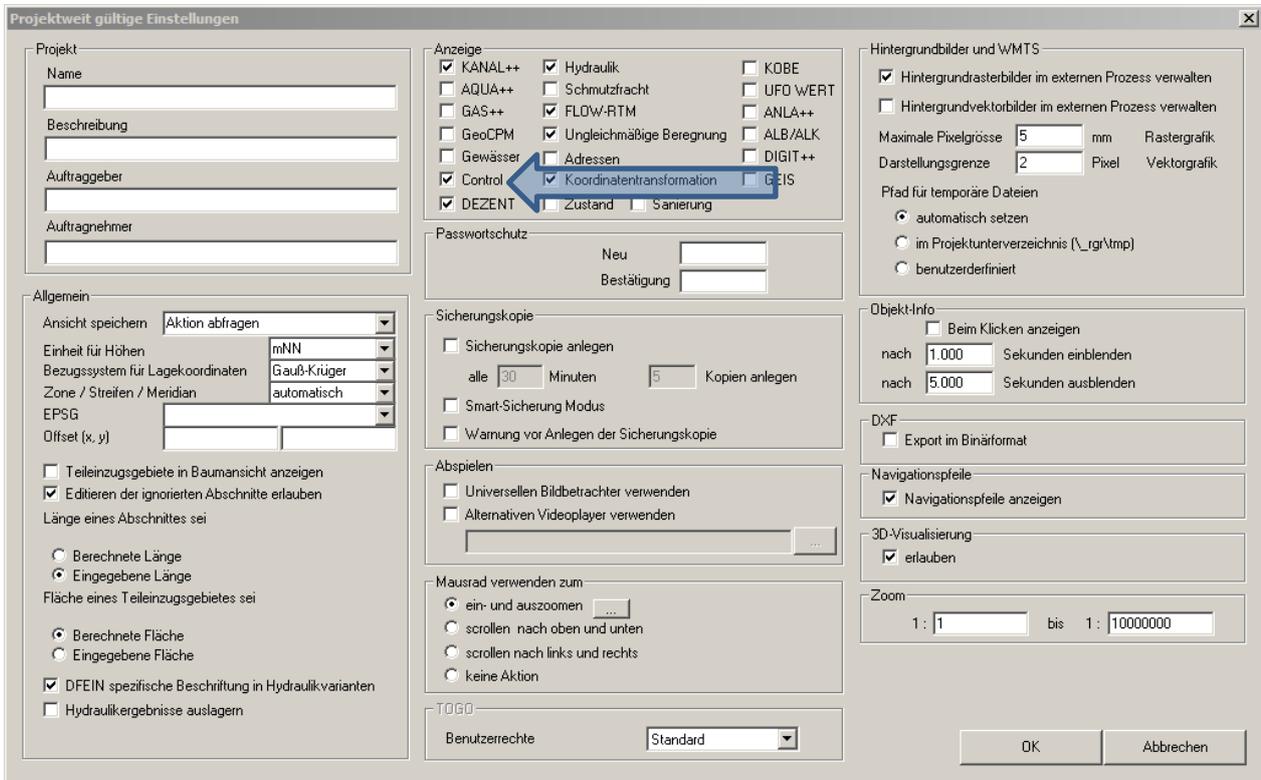


Sowohl mit „offenem“ als auch mit „geschlossenem“ Schieber Überstau:

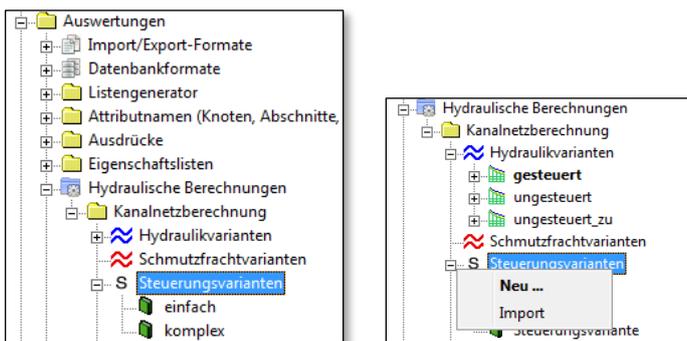


# 1. Grundlagen: (Verzeichnis 01\_Grundlagen)

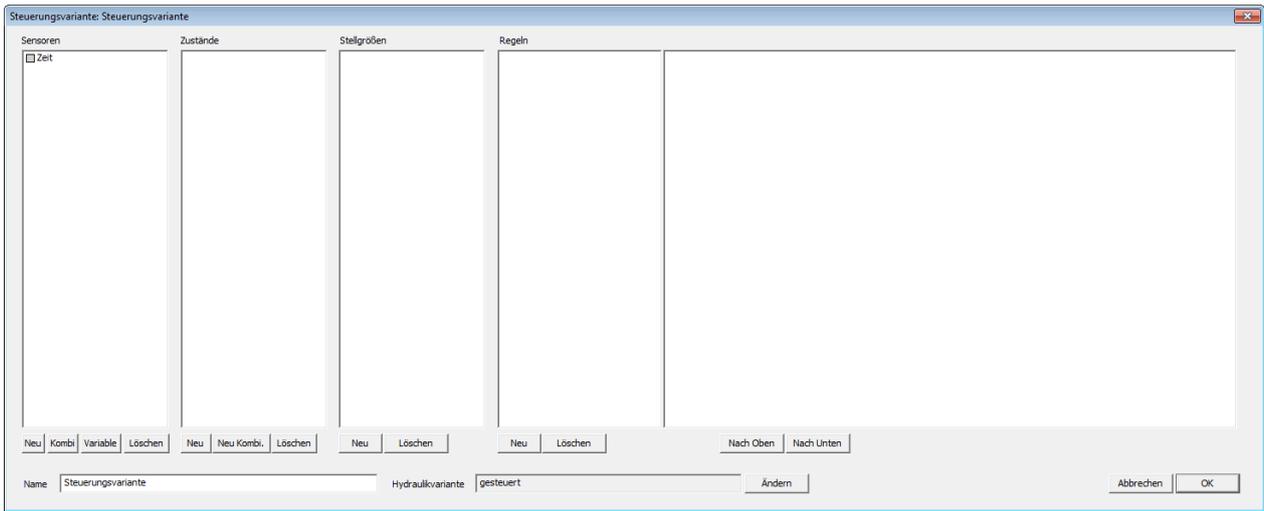
Steuerungsmodul freischalten:



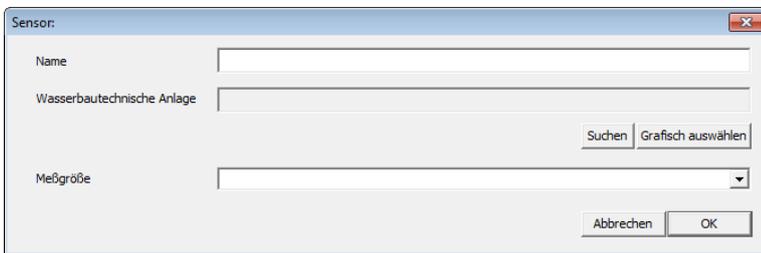
Nach Anlegen neuer Hydraulikvariante („gesteuert“) und Auswahl derer:  
 Neue Steuerungsvariante anlegen:



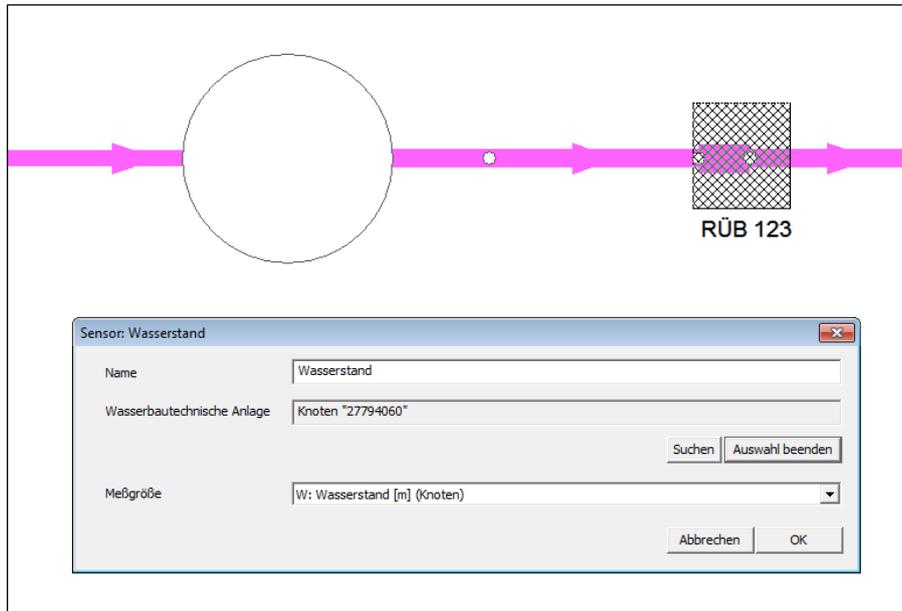
Sich öffnender Steuerungsvariantendialog:



Sensor ->Neu:



Wasserbautechnische Anlage -> Grafisch auswählen:



Zustand -> Neu:

Zustand: Wasserstand hoch

Name: Wasserstand hoch

Zustandsdefinition: Sensor: Wasserstand, Operator: >=, Wert: 0.7

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Stellgröße -> Neu -> Grafisch auswählen:

Stellgröße:

Name: Schieber

Gesteuertes Bauwerk: Knoten "27794060", Sonderbauwerk Typ 62

Suchen Auswahl beenden

Art der Steuerung: Schieber

Einheit Stellwert: m (lichte Hoehe)

Stellmodus (zeitl. Verl. d. Änd.): Standard

Verzögerungszeit [s]: 1

Stellgeschwindigkeit [cm/s] oder [(l/s)/s]: 1

Geschwindigkeit Sanftanlauf [cm/s] oder [(l/s)/s]:

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Regel anlegen:

Regel

Name:

Regel	Operator	Zustand	DANN	Stellgröße	Stellwert	Stellmodus
	WENN	<input type="text" value="Wasserstand hoch"/>		Schieber	0.05	Standard

Entf.

Entf.

Logische Operatoren: ! = nicht; & = und; || = oder; &! = und nicht; ||! = oder nicht

.....

.....

.....

.....

.....

Steuerungsvariantendialog mit OK beenden: Konsistenzprüfung:

Meldungen

Fehler: Stellgröße Schieber: nicht numerische Verzögerungszeit zum Stellmodus "Sanftanlauf" zugeordnet!  
 Fehler: Stellgröße Schieber: nicht numerische Geschwindigkeit zum Stellmodus "Sanftanlauf" zugeordnet!

Zurück  
 Vor  
 Zoom  
 Markieren  
 Ausgabe in Datei...

Anzahl:  gewählt:

.....

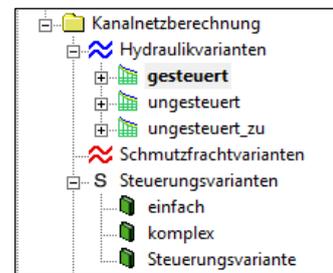
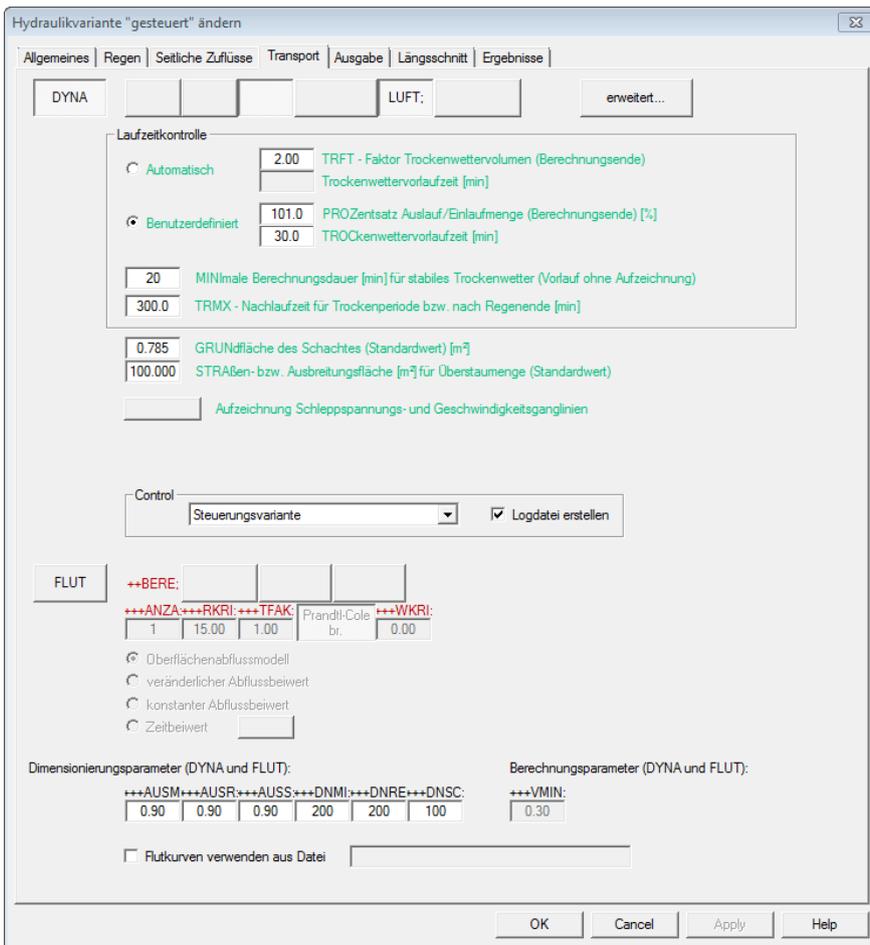
.....

.....

.....

.....

Berechnungssteuerung über Hydraulikvariante:



.....

.....

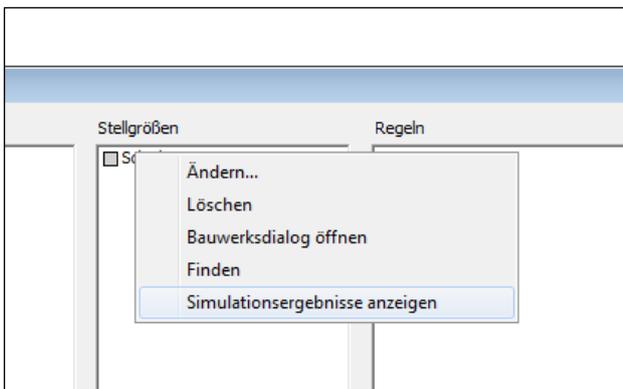
.....

.....

.....

.....

Simulationsergebnisse anzeigen (für Stellgrößen und Variablen):



.....

.....

Startwerte setzen (Schieber, in Meter lichte Höhe):

Sonderbauwerk vom Typ 62: Abflussregulierung mit Wehkrone

Nummer  Max. Zufluss von oben [l/s]

Berechnung ohne Bauwerksdaten  Regenabfluss ist gleich   
 [l/s]  Trockenwetterabfluss   
 Untere Energiehöhe übernehmen  Schmutzwasserabfluss

Berechnung mit Bauwerksdaten

**Becken:**

Grundfläche [m²] (191.35)	20.0000
Nutzbare Höhe [m]	6.24
Sohlhöhe [mNN]	294.604
max. Überlaufhöhe [mNN]	
Unterswasserspiegel [mNN]	

von S

**Beckenüberlauf:**

Abschnitt (294.604) 1.1.2.60/453 --> 27794001	Krone [mNN]	298.00
Rückhaltung	Maximale Absenkung [m]	
Länge [m]	2.00	
Überfallbeiwert	0.650	
Maximal zulässiger Überlauf [l/s]		
Rückstauklappe	<input type="checkbox"/>	

**Ablauf:**

Abschnitt (294.604) 1.1.2.60/453 --> 27794001  
Freispiegelkanal  
Form

Wandöffnung  
Profil A1 Schieber R 1500 B2200

Breite [m]	2.200
Höhe [m]	0.270
Form des Schiebers	
Schieberunterkante	
Verlustbeiwert	

Schieberprofil A1 Schieber R 1500 B2200

**Abflussberechnung:**

Abschnitsdaten (Drosselstrecke)  
 Kritische Regenspende [l/(s\*ha)]   
 Beschränkter Abfluss [l/s]   
 Kennlinie  QB  HB

Rückstauklappe

Steuerung

Darstellung/Ausdehnung im Längsschnitt [m] (15.6)

Startwerte setzen (Drossel, in l/s):

Sonderbauwerk vom Typ 62: Abflussregulierung mit Wehrkrone

Nummer  Max. Zufluss von oben [l/s]

Berechnung ohne Bauwerksdaten  Regenabfluss ist gleich   
 Untere Energiehöhe übernehmen  Trockenwetterabfluss   
 Schmutzwasserabfluss

Berechnung mit Bauwerksdaten

Becken

von S Grundfläche [m²] (17,71)   
Nutzbare Höhe [m]   
Sohlhöhe [mNHN]   
max. Überlaufhöhe [mNHN]   
Unterwasserspiegel [mNHN]

Beckenüberlauf

Abschnitt (184.520) 1/1 --> HS9-TBW2  
Krone [mNHN]   
Rückhaltung Maximale Absenkung [m]   
Länge [m]   
Überfallbeiwert   
Maximal zulässiger Überlauf [l/s]   
Rückstauklappe

Ablauf

Abschnitt (182.950) 2/11 --> HS9-Drossel2  
Freispiegelkanal  
Wandöffnung Form   
Profil   
Breite [m]   
Höhe [m]   
Form des Schiebers   
Schieberunterkante   
Verlustbeiwert

Schieberprofil

Abflussberechnung:

Abschnitsdaten (Drosselstrecke)   
 Kritische Regenspende [l/s/ha]   
 Beschränkter Abfluss [l/s]     
 Kennlinie  QB  HB

Rückstauklappe

Steuerung

Darstellung Ausdehnung im Längsschnitt [m] (4,7)

.....

.....

.....

.....

.....

**Aufgaben (Grundlagen):**

- a) Bauen Sie die eben gezeigte Steuerungsvariante ausgehend von der Datei *01\_Grundlagen\Grundlagen\_\_Ausgangslage.kpp* nach:
  - Schwellenwert für den Wasserstand: 0.7 m
  - Stellwert für den Schieber im Regenwetter: 0.05 m lichte Höhe
- b) Fügen Sie eine weitere Regel in die Steuerungsvariante ein, die den Schieber im Trockenwetter zurück auf 0.3 m lichte Höhe fährt.
- c) Bauen Sie eine neue Steuerung auf, die nach dem Durchfluß in der dem Bauwerk zufließenden Haltung steuert: ab 0.05 m³/s herrscht Regenwetter. Achten Sie auf eine Rückkehr ins Trockenwetter.

**2. Kombinationszustände:** (Verzeichnis 02\_Kombinationszustaende)

Einfügen von zwei Schwellenwerten:

Zustand: Wasserst\_gr\_SW1

Name: Wasserst\_gr\_SW1

Zustandsdefinition:

Sensor	Operator	Wert
Wasserstand	>=	0.5

Abbrechen OK

Zustand: Wasserst\_gr\_SW2

Name: Wasserst\_gr\_SW2

Zustandsdefinition:

Sensor	Operator	Wert
Wasserstand	>	1.5

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

**Definieren von Kombinationszuständen:**

Zustandskombination:

Name: KombiZustand

Kombination:

Zustand 1	Operator	Zustand 2

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

**Aufgaben (Kombinationszustände):**

- a) Definieren Sie, ausgehend von der Datei *02\_Kombinationszustaende\Kombinationszustaende\_Ausgangslage.kpp* die beiden eben gezeigten Zustände
- Schwellenwert 1: 0.5 m
  - Schwellenwert 2: 1.5 m

- b) Definieren Sie einen Kombinationszustand, der ausdrückt, daß sich der Wasserstand zwischen den beiden Schwellenwerten 0.5 und 1.5 Metern befindet.
- c) Bauen Sie eine Steuerungsvariante mit folgendem Verhalten auf
- Trockenwetter (Wasserstand unter 0.5 m): Schieber fährt auf 0.3 m lichte Höhe.
  - Leichter Regen (Wasserstand zwischen 0.5 und 1.5 m): Schieber fährt auf 0.2 m lichte Höhe.
  - Starker Regen (Wasserstand über 1.5 m): Schieber fährt auf 0.05 m lichte Höhe.

### 3. Variablen: (Verzeichnis 03\_Variablen)

**Motivation:** Erstellen einer Steuerung die als "Spülstoß" ein gewisses Volumen durch eine mit einem Sensor bestückte Haltung fließen lässt und erst dann einen Schieber steuert.

Sensor für Durchflußvolumen anlegen:

.....

.....

.....

.....

Zustand: Volumenschwelle erreicht:

Zustand: VolumenschwelleErreicht

Name:

Zustandsdefinition:

Sensor	Operator	Wert
<input type="text" value="DurchflVolumen"/>	<input "="" type="text" value="&gt;="/>	<input type="text" value="1500"/>

Abbrechen OK

Regel zur Schiebersteuerung anlegen:

Regel

Name:

Regel	Operator	Zustand	DANN	Stellgröße	Stellwert	Stellmodus
WENN	<input type="text"/>	VolumenschwelleErreicht	DANN	Schieber	0.1	Standard

Entf. Entf.

Hinzufügen Hinzufügen

Logische Operatoren: != nicht; & = und; || = oder; &! = und nicht; ||! = oder nicht

Abbrechen OK

**Motivation:** Der Regenbeginn und damit der Start der Volumenaufsummierung soll frei definierbar sein (z.b. bei Durchfluss > 0.6 m3/s).

Anlegen von Variablen:

Variablen

- Sind als Sensoren in Zuständen verwendbar
- Sind als Stellgrößen setzbar
- Sind (wie alle Sensoren) als *Stellwerte* auswählbar

.....

.....

.....

.....

.....

**Frage:** Wie könnte man den frei definierbaren Start der Volumenaufsummierung mit Variablen umsetzen?

Grundprinzip:

- Anlegen eines Sensors, Zustandes und einer Regel um den „Regenbeginn“ auszudrücken.
- Anlegen einer Variable die den Volumenwert seit Simulationsbeginn zum Zeitpunkt des Regenbeginns speichert.
- Anlegen eines Kombinationssensors, der die Differenz zwischen dem momentanen Volumenwert seit Simulationsbeginn und dem Volumenwert bei Regenbeginn zugänglich macht.

Anlegen eines Sensors und eines Zustandes um den Regenbeginn abzubilden:

.....

.....

.....

.....

.....

Anlegen einer Variable zum Zwischenspeichern des Volumens bei Regenbeginn:

.....

.....

.....

.....

.....

Anlegen eines Kombinationssensors um das Regenvolumen zugänglich zu machen:

Sensorkombination: Regenvolumen[K]

Name: Regenvolumen[K]

Kombination: Sensor 1: DurchflVolumen, Operator: -, Sensor 2: VolumenBeiRegenbeginn[V]

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Anlegen einer Regel: wenn KEIN Regen, setze Volumen bei Regenbeginn auf Volumen seit Simulationsbeginn:

Regel

Name: KeinRegen

Regel	Operator	Zustand	Stellgröße	Stellwert	Stellmodus	
WENN	!	DurchflussUeberRegenschw	DANN	VolumenBeiRegenbeginn[V]	DurchflVolumen	Ideal

Entf. Hinzufügen

Entf. Hinzufügen

Logische Operatoren: ! = nicht; & = und; || = oder; &! = und nicht; ||! = oder nicht

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Ändern der Volumenschwelle vom Volumen seit Simulationsbeginn auf Regenvolumen:

Zustand: VolumenschwelleErreicht

Name: VolumenschwelleErreicht

Zustandsdefinition: Sensor: Regenvolumen[K], Operator: >=, Wert: 1500

Buttons: Abbrechen, OK

.....

.....

.....

.....

.....

**Aufgaben (Variablen):**

- a) Bauen Sie die eben gezeigte Steuerung (Aufsummieren ab Regenbeginn) ausgehend von der Datei *03\_Variablen\Variablen\_\_Ausgangslage.kpp* nach.
- b) Ändern sie die eben aufgebaute Steuerung folgendermaßen:
  - a. Fügen Sie eine Variable „Regenvariable“ ein, die den Wert 0 im Trockenwetter und den Wert 1 bei Regen haben soll.
  - b. Fügen Sie einen Zustand „Regen“ ein, der wahr ist, wenn Regenvariable = 1 ist.
  - c. Benennen Sie die Regel „KeinRegen“ in „Regenbeginn“ um und ändern Sie sie so, daß sie nur zu Regenbeginn genau einmal wahr wird. Nutzen Sie dazu den Zustand „Regen“ und die Variable „Regenvariable“.
  - d. Ändern Sie die Regel „SpuelstossVorbei“ so, daß sie nur bei „Regen“ wahr ist.
- c) Fügen sie eine Repräsentation des Regenendes in die Steuerung ein:
  - a. Fügen Sie eine weitere Regel „Regenende“ ein, die den Zustand „Regen“ bei Regenende wieder falsch werden lässt.
  - b. Fügen Sie eine weitere Regel „Trockenwetter“ ein, die immer dann wahr ist, wenn „Regen“ falsch ist, und die den Schieber auf seinen Trockenwetterwert von 0.3 m lichter Höhe stellt.

## 4. Komplexe Einzelbauwerkssteuerung: (Verzeichnis 04\_KomplexeEinzelbauwerkssteuerung)

Verwendete Steuerungskonzepte:

- Ober- und Unterwasserstandssteuerung
- Hysterese bei der Ober- und Unterwasserstandssteuerung
- Je 3 Schwellenwerte für steigende und fallende Oberwasserstände
- Je 1 Schwellenwert für steigende und fallende Unterwasserstände

Wasserstandssensoren anlegen:

Sensor: W\_A

Name: W\_A

Wasserbautechnische Anlage: Knoten "27794060"

Meßgröße: W: Wasserstand [m] (Knoten)

Suchen Grafisch auswählen

Abbrechen OK

Sensor: W\_B

Name: W\_B

Wasserbautechnische Anlage: Abschnitt 27794060-001 1.1.2.60/453 (27794060-27794001) Mischwasser

Meßgröße: Wa: Anfangswasserstand [m] (Abschnitt)

Suchen Grafisch auswählen

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Abbilden der Hysterese: Tendenzsensor anlegen:

Sensor: W\_A\_Tendenz

Name: W\_A\_Tendenz

Wasserbautechnische Anlage: Knoten "27794060"

Meßgröße: W<>: Tendenz Wasserstand (steigend/fallend, Knoten)

Suchen Grafisch auswählen

Abbrechen OK

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Einfügen der Schwellenwerte für steigendes Oberwasser:

Zustand: WA1

Name: WA1

Sensor	Operator	Wert
W_A	>=	0.45

Abbrechen OK

Zustand: WA2

Name: WA2

Sensor	Operator	Wert
W_A	>=	1.5

Abbrechen OK

Zustand: WA3

Name: WA3

Sensor	Operator	Wert
W_A	>=	3

Abbrechen OK

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Abbilden der Intervalle:

Zustandskombination: WA1\_WA2[K]

Name:

Kombination: Zustand 1:  Operator:  Zustand 2:

Abbrechen OK

Zustandskombination: WA2\_WA3[K]

Name:

Kombination: Zustand 1:  Operator:  Zustand 2:

Abbrechen OK

.....

.....

.....

.....

.....

Fertige Steuerung: Variante 1

Steuerungsvariante: komplex

Sensoren	Zustände	Stellgrößen	Regeln
<input type="checkbox"/> W_A <input checked="" type="checkbox"/> W_A_Tendenz <input type="checkbox"/> W_B <input type="checkbox"/> W_B_Tendenz	_WA1* _WA2* _WA2*_WA1*[K] _WA3* _WA3*_WA2*[K] _WB* Einstau->Regenwetter[K] Regenwetter->Einstau[K] tend_WA_fa tend_WA_st tend_WB_fa tend_WB_st Trockenwetter->Einstau[K] Ueberfall sinkend[K] Ueberfall->Regenwetter[K] UntervRueckstAb[K] UntervRueckstAuf[K] WA1 WA1_WA2[K] WA2 WA2_WA3[K] WA3 WB	<input type="checkbox"/> Schieber	Rueckstau Trockenwetter Einstau Regenwetter Ueberfall WENN ( UntervRueckstAuf[K]    UntervRueckstAb[K]    WB ) DANN ((Schieber->0.08,Standard)) WENN ( _WA1* ) DANN ((Schieber->0.27,Standard)) WENN ( Trockenwetter->Einstau[K]    Regenwetter->Einstau[K] ) DANN ((Schieber->0.23,Standard)) WENN ( Einstau->Regenwetter[K]    Ueberfall->Regenwetter[K] ) DANN ((Schieber->0.19,Standard)) WENN ( WA3    Ueberfall sinkend[K] ) DANN ((Schieber->0.15,Standard))

Neu Kombi Variable Löschen    Neu Neu Kombi, Löschen    Neu Löschen    Neu Löschen    Nach Oben Nach Unten

Name:     Hydraulikvariante:            

Fertige Steuerung: Variante 2

Steuerungsvariante: komplex

Sensoren	Zustände	Stellgrößen	Regeln
<input type="checkbox"/> Ruedkstauvariable[V] <input type="checkbox"/> W_A <input type="checkbox"/> W_A_Tendenz <input type="checkbox"/> W_B <input type="checkbox"/> W_B_Tendenz	_WA1* _WA2* _WA2*_WA1*[K] _WA3* _WA3*_WA2*[K] _WB* Einstau->Regenwetter[K] Regenwetter->Einstau[K] Ruedkstau tend_WA_fa tend_WA_st tend_WB_fa tend_WB_st Trockenwetter->Einstau[K] Ueberfall sinkend[K] Ueberfall->Regenwetter[K] UntervRuedkstAb[K] UntervRuedkstAuf[K] WA1 WA1_WA2[K] WA2 WA2_WA3[K] WA3 WB	<input type="checkbox"/> Schieber	Ruedkstau Trockenwetter Einstau Regenwetter Ueberfall RuedkstauBeginn RuedkstauEnde  WENN ( Ruedkstau ) DANN ((Schieber->0.08,Standard)) WENN ( _WA1* ) DANN ((Schieber->0.27,Standard)) WENN ( Trockenwetter->Einstau[K]    Regenwetter->Einstau[K] ) DANN ((Schieber->0.23,Standard)) WENN ( Einstau->Regenwetter[K]    Ueberfall->Regenwetter[K] ) DANN ((Schieber->0.19,Standard)) WENN ( WA3    Ueberfall sinkend[K] ) DANN ((Schieber->0.15,Standard)) WENN ( UntervRuedkstAuf[K] ) DANN ((Ruedkstauvariable[V]->1,Ideal)) WENN ( UntervRuedkstAb[K] ) DANN ((Ruedkstauvariable[V]->0,Ideal))

Name: 
 Hydraulikvariante:

.....

.....

.....