

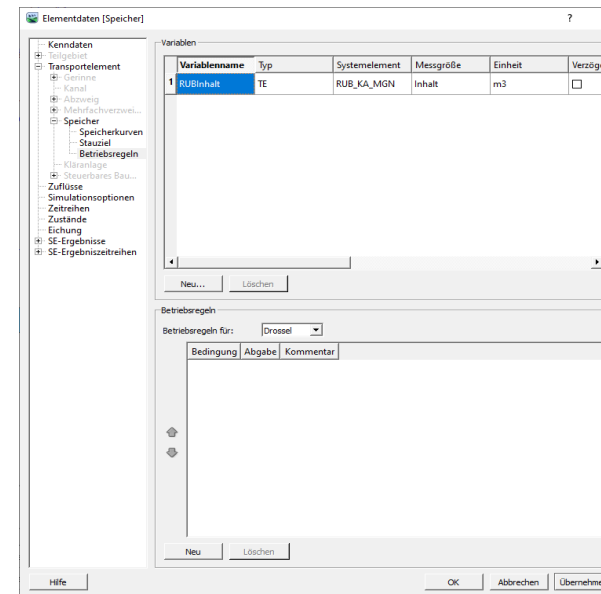
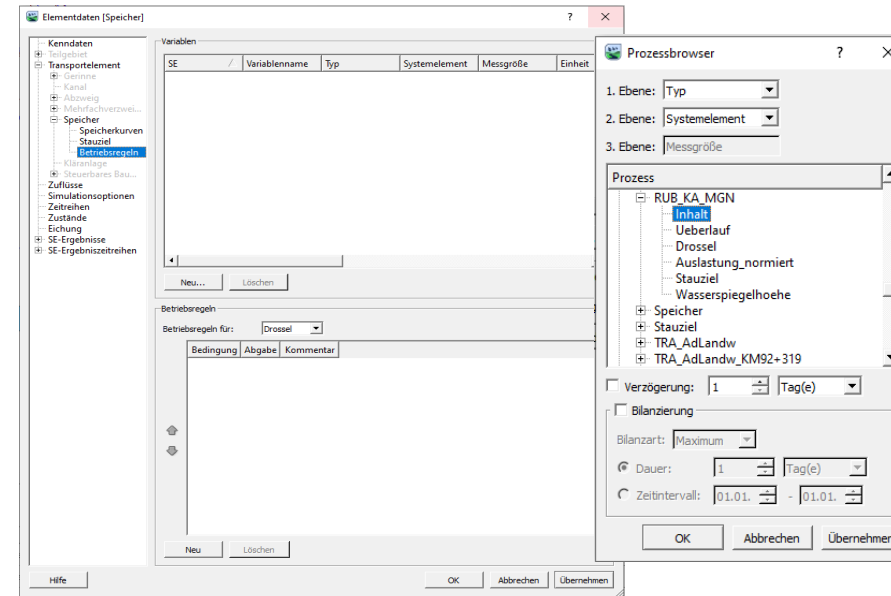
Komplexe Bauwerkssteuerung mit NASIM

am Beispiel Nierssee

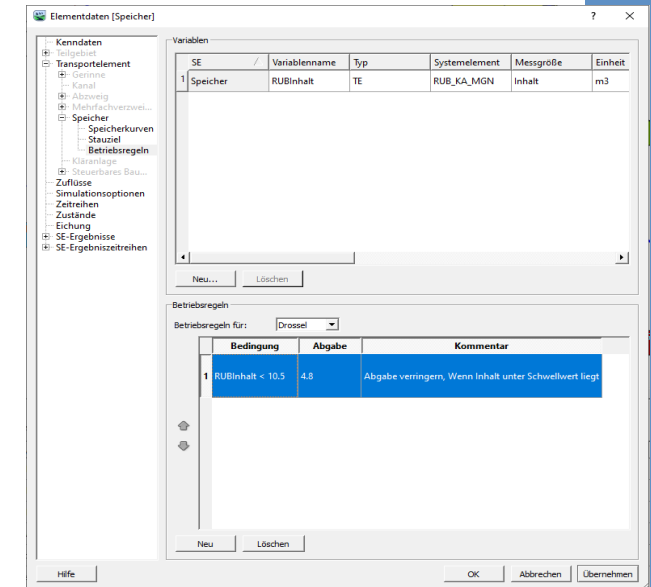
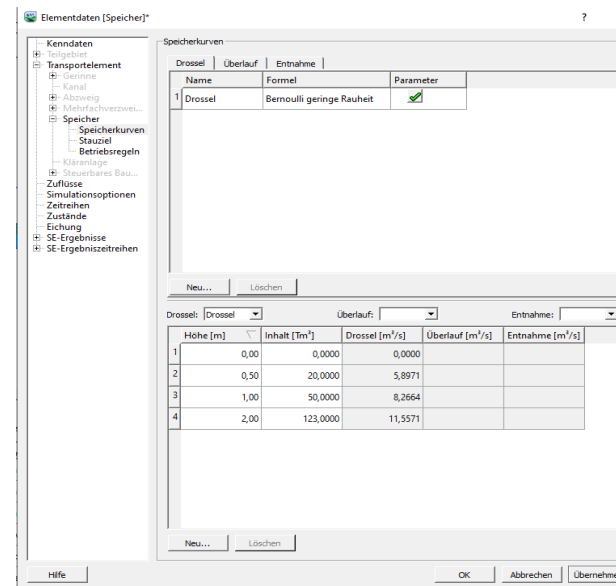
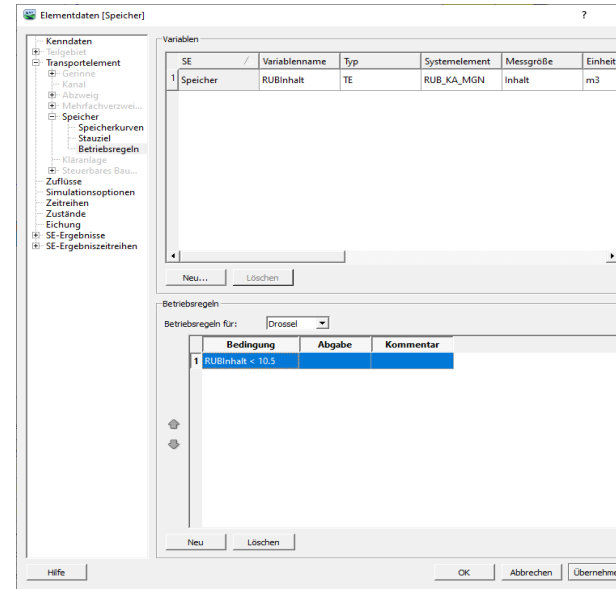
NASIM-Infotage - 09. Juni 2021

- ▶ Allgemeine Bauwerkssteuerung in NASIM: Bedienung
- ▶ Modellgebiet Nierssee
- ▶ Steuerungskonzept in NASIM: Probleme und Lösungen
- ▶ Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Steuerung mit Kalinin-Miljukov und HDR
- ▶ Übertragbarkeit auf andere Modelle
- ▶ Zusammenfassung und Ausblick

- Steuerung möglich für...
 - Speicher
 - Abzweige
 - Steuerbare Bauwerke
- 1. Im Systemelement Variablen definieren
 - Zugriff auf alle Systemelemente und alle Prozesse
- 2. Bedingung als mathematischen Ausdruck eingeben
 - Mathematische Operationen
 - größer, kleiner, gleich
- 3. Abgabe (oder Höhe) als mathematischen Ausdruck eingeben
 - Oft einfach nur eine Zahl
- 4. Rückfallebene beachten
 - Wenn keine Bedingung zutrifft, wird Wert aus Rückfallebene genutzt
 - Bei Speicher: Speicherkurve
 - Bei Steuerbaren Bauwerken: maximale Öffnung

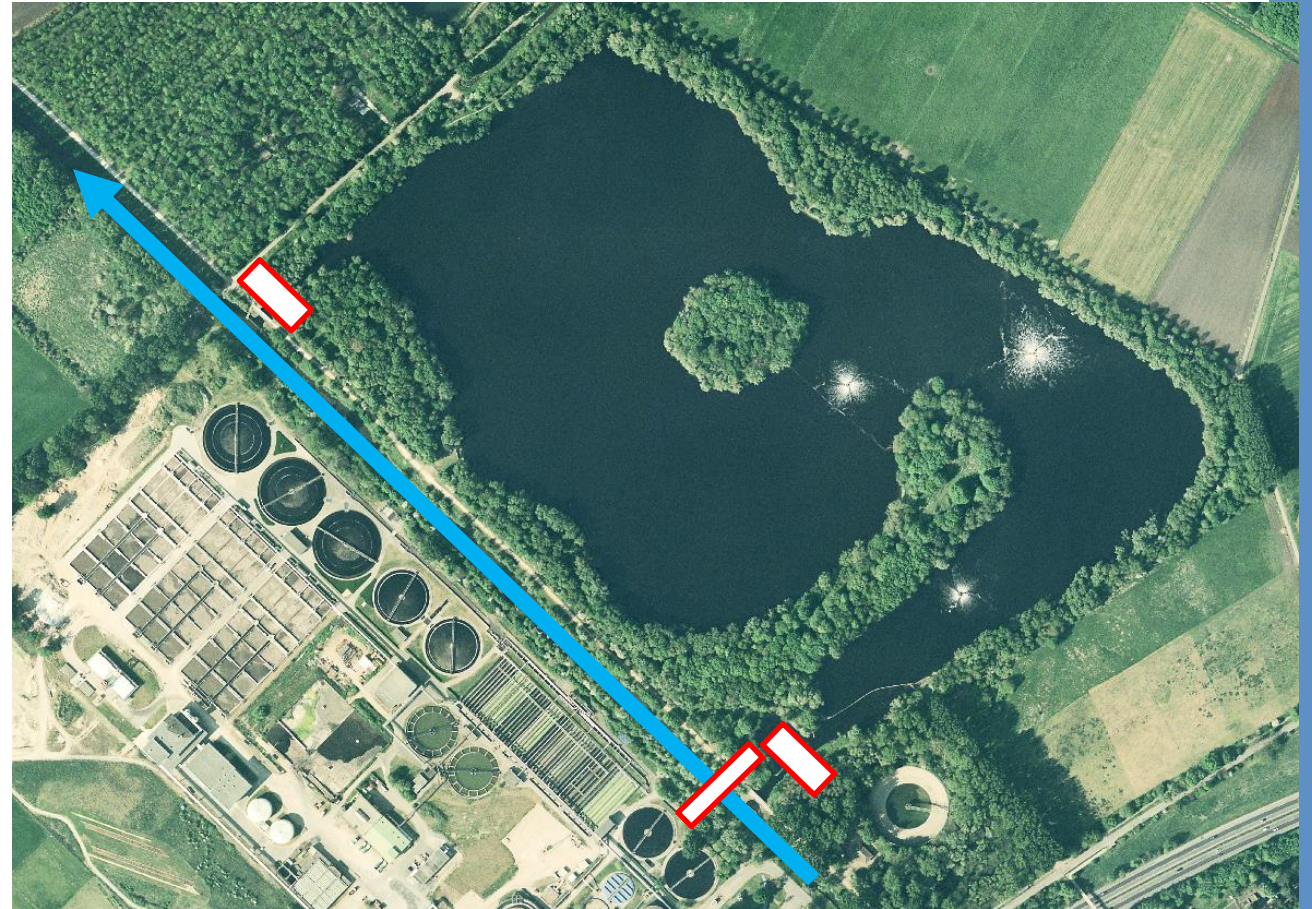


- Steuerung möglich für...
 - Speicher
 - Abzweige
 - Steuerbare Bauwerke
- 1. Im Systemelement Variablen definieren
 - Zugriff auf alle Systemelemente und alle Prozesse
- 2. Bedingung als mathematischen Ausdruck eingeben
 - Mathematische Operationen
 - größer, kleiner, gleich
- 3. Abgabe (oder Höhe) als mathematischen Ausdruck eingeben
 - Oft einfach nur eine Zahl
- 4. Rückfallebene beachten
 - Wenn keine Bedingung zutrifft, wird Wert aus Rückfallebene genutzt
 - Bei Speicher: Speicherkurve
 - Bei Steuerbaren Bauwerken: maximale Öffnung



Modellgebiet Nierssee

- ▶ Modellerstellung
 - ▶ Dipl.-Ing. Michaela Kaiser, Niersverband
- ▶ Komplexe Steuerregeln
 - ▶ Zusammenarbeit Niersverband und Hydrotec
- ▶ Fünf gesteuerte Bauwerke
 - ▶ Nierswehr
 - ▶ Einlaufwehr Einlaufschütz
 - ▶ Auslaufwehr, Auslaufschütz
- ▶ Abbildung des Bereichs hydrodynamisch
 - ▶ Bauwerke als Elemente vom Typ „Steuerbares Bauwerk“
 - ▶ Schützöffnungen und Kronenhöhen einstellen
 - ▶ Rückstau, Fließumkehr am Einlauf möglich



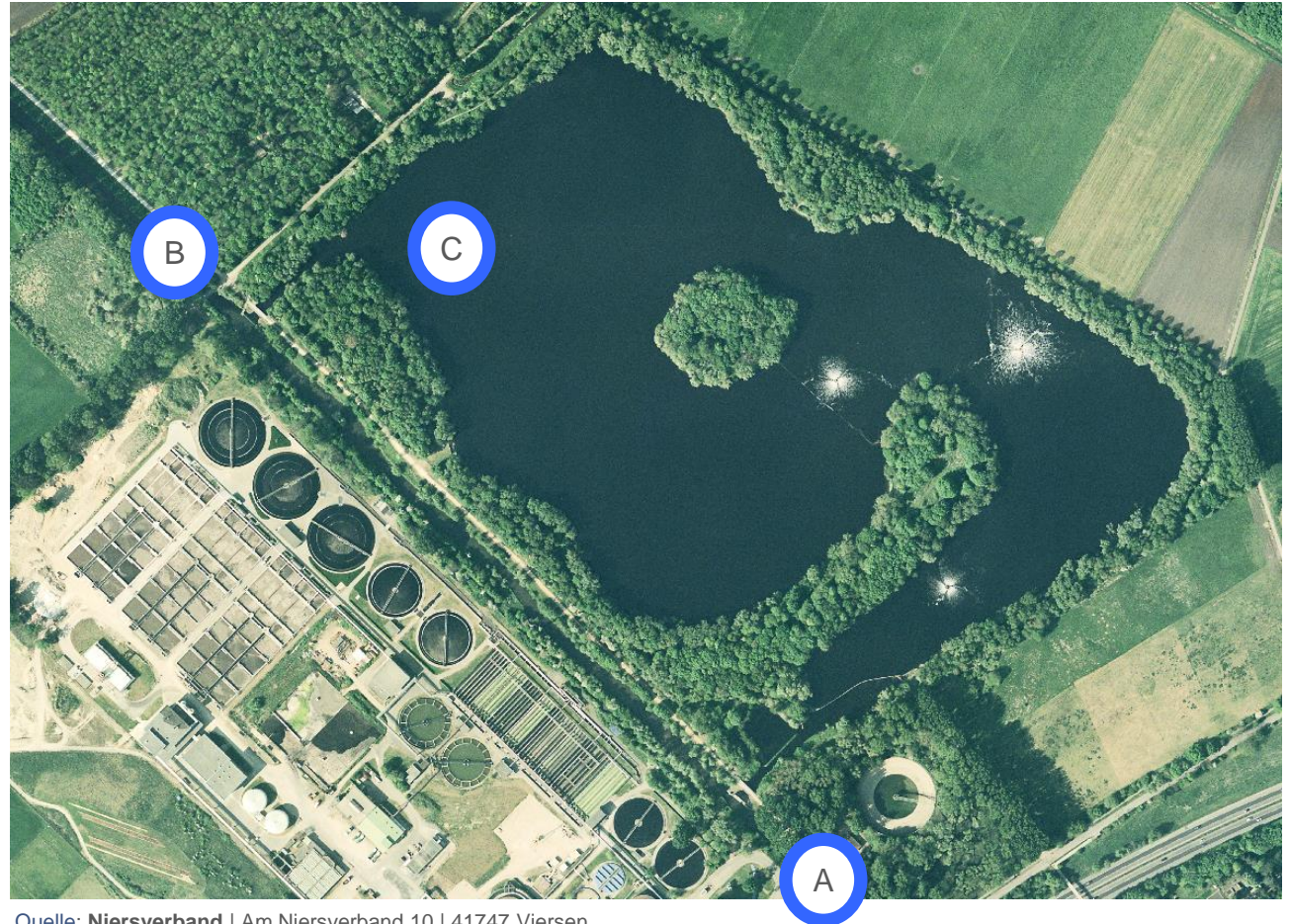
Quelle: Niersverband | Am Niersverband 10 | 41747 Vierns

Modellgebiet Nierssee

- ▶ Drei Steuerungswasserstände
 - ▶ A: Wasserstand in der Niers oberhalb des Sees
 - ▶ B: Wasserstand in der Niers unterhalb des Sees
 - ▶ C: Wasserstand im See
 - ▶ ... gelten für alle fünf Bauwerke

- ▶ Module (Betriebszustände)
 - ▶ Normalbetrieb
 - ▶ Einleiten
 - ▶ Stauziel halten
 - ▶ Entleerung
 - ▶ ...

- ▶ Schwellwerte und Stauziel
 - ▶ Jahreszeitenabhängig
 - ▶ Änderung ab Datum



Quelle: Niersverband | Am Niersverband 10 | 41747 Viersen

Problem/Schwierigkeiten

- ▶ Fünf Bauwerke beziehen sich auf dieselben drei Wasserstände. Definition jeweils separat in jedem Bauwerk als Variabel nötig.
- ▶ Das Modul ist für alle fünf Bauwerke gleich. Wie vermeidet man Definition in jedem einzelnen Bauwerk?
- ▶ Schwellwerte gelten evtl. für mehrere Bauwerke und ändern sich im zeitlichen Verlauf (Sommer, Winter, Datum). Wie vermeidet man mehrfache Definition?

Lösung

- ▶ Leider keine Lösung.
- ▶ Anlegen eines „Modul“-Speichers.
- ▶ Anlegen von „Schwellwert“-Speichern.

Steuerungsmodule in NASIM verwalten

- Element „Model“-Speicher
- Liefert Nummer des Moduls als Abfluss
- Keine physikalische Bedeutung
- Hilfselement
- Speicherfüllung sicherstellen
 - Vorfüllung
 - Konstanter Zufluss
- Standardabgabe
 - Normalbetrieb
 - Nummer 0, d.h. Abfluss = 0
 - Wenn keine Regel greift

Elementdaten [Modul]

Kenndaten

- Teilgebiet
- Transportelement
 - Gerinne
 - Kanal
 - Abzweig
 - Mehrfachverwei...
 - Speicher
 - Speicherkurven
 - Stauziel
 - Betriebsregeln
 - Kläranlage
 - Steuerbares Bau...
- Zuflüsse
- Simulationsoptionen
- Zeitreihen
- Zustände
- Eichung
- SE-Ergebnisse
- SE-Ergebniszeitreihen

Variablen

SE	Variablenname	Typ	Systemelement	Messgröße
7	Modul AS	TE	NSA_Schuetz	SteuerbaresBV
8	Modul Stauziel	TE	Stauziel	Drossel
9	Modul BET_AblaufRegeln_EIN	TE	AbRegeln_EIN	Drossel
10	Modul NSAWOS	TE	Nierssee	Wasserspiege
11	Modul BETW1S	TE	Pegel_BET	Wasserspiege
12	Modul Modul	TE	Modul	Drossel
13	Modul NSEWOS2	TE	NSE	Wasserspiege
14	Modul nse	TE	oberh_NSE	Wasserspiege

Neu... Löschen

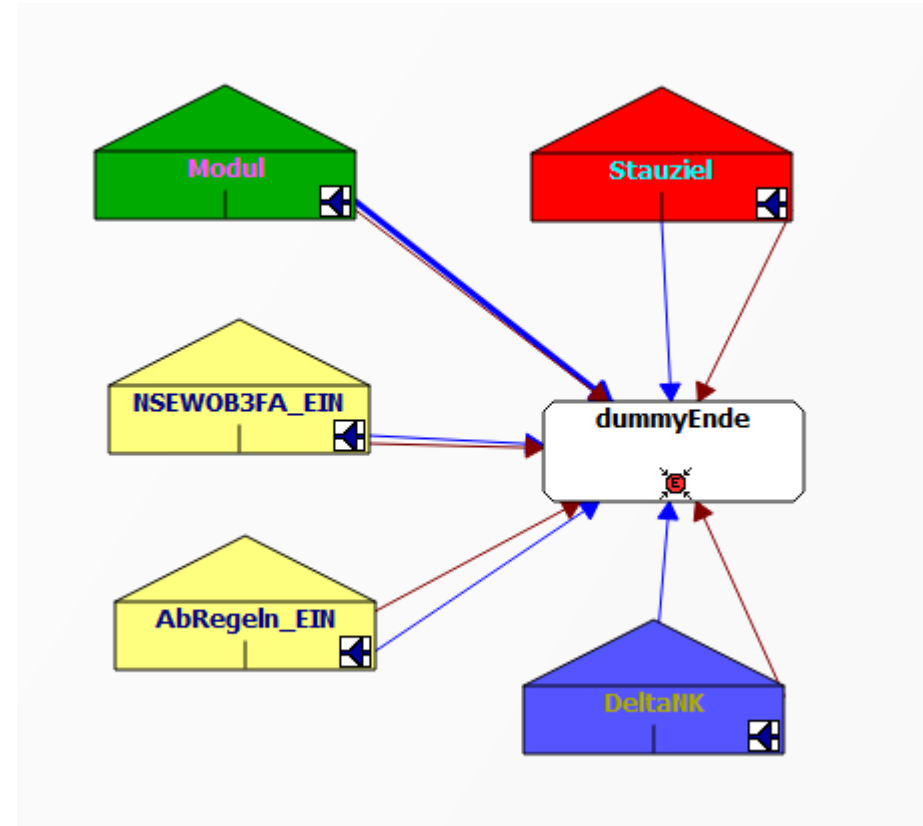
Betriebsregeln

Betriebsregeln für: Drossel

	Bedingung	Abgabe
1	abs(Modul - 0) < 0.1 & NSEWOS2 - 33.17 > NSEWOB3FA_G_EIN_A	1
2	abs(Modul - 1) < 0.1 & NSEWOS2 - 33.17 < NSEWOB3FA_G_EIN_A - 0.05	0
3	abs(Modul - 1) < 0.1 & BETW1S - 33.17 > BET_AblaufRegeln_EIN	2
4	abs(Modul - 1) < 0.1 & NSAWOS > Stauziel - 0.03	3
5	abs(Modul - 1) < 0.1	1
6	abs(Modul - 2) < 0.1 & NSEWOS2 - 33.17 < NSEWOB3FA_G_EIN_A - 0.05 & AS >= 1.5	0

Schwellwerte in NASIM verwalten

- ▶ Element „Schwellwert“-Speicher
- ▶ Liefert Schwellwert als Abfluss
 - ▶ Jahreszeitenabhängig
- ▶ Keine physikalische Bedeutung
- ▶ Hilfselement
- ▶ Speicherfüllung sicherstellen
 - ▶ Vorfüllung
 - ▶ Konstanter Zufluss
- ▶ Standardabgabe
 - ▶ Winterwert
 - ▶ Wenn keine Regel greift
- ▶ Regel für Sommer
 - ▶ Abgabe = Sommerwert



	Bedingung	Abgabe	Kommentar
1	Monat(ZS_Start) < 11 & Monat(ZS_End) > 4	1.45	Schwellwert Sommer

	Bedingung	Abgabe	Kommentar
1	Jahr(ZS_Start) > 2015	0.2	gilt ab 11.12.2015, damit fuer alle folgenden Jahre
2	Jahr(ZS_Start)=2015 & Monat(ZS_Start)=12 & Tag(ZS_Start) > 10	0.2	restliche Tag in 2015 nach dem 10.12.2015

- Nutzung der Hilfselemente
- Variablen für jedes Bauwerk anlegen
- Bezug zu anderen Bauwerken
- Hier: Steuerbares Bauwerk
 - Typ Wehr
 - Höhe in Metern = Kronenhöhe
 - Relativ zur Sohlhöhe

Elementdaten [Nierswehr]

Kenndaten

- Teilgebiet
- Transportelement
 - Gerinne
 - Kanal
 - Abzweig
 - Mehrfachverwei...
 - Speicher
 - Kläranlage
 - Steuerbares Bau...
 - Betriebsregeln**
- Zuflüsse
- Simulationsoptionen
- Zeitreihen
- Zustände
- Eichung
- SE-Ergebnisse
- SE-Ergebniszeitreihen

Variablen

SE	Variablenname	Typ	Systemelement	Messgröße	Einheit	Verzögerung
1	Nierswehr	EK	TE	NSE_Wehr	SteuerbaresBW...	m
2	Nierswehr	NS_Abflussdiff	SE	Nierssee	Abflussdifferenz	m3/s
3	Nierswehr	ES	TE	NSE_Schuetz	SteuerbaresBW...	m
4	Nierswehr	Delta	TE	DeltaNK	Drossel	m3/s
5	Nierswehr	Stauziel	TE	Stauziel	Drossel	m3/s
6	Nierswehr	NK	TE	Nierswehr	SteuerbaresBW...	m
7	Nierswehr	NSAWOS	TE	Nierssee	Wasserspiegelh...	m
8	Nierswehr	NSEWOS2	TE	NSE	Wasserspiegella...	mNN

Neu... Löschen

Betriebsregeln

	Bedingung	Höhe in Metern
1	abs(Modul -0)<0.1	max(0.38, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
2	abs(Modul -1) < 0.1 & NK < NSEWOS2 -33.17 -0.1	min(NSEWOS2 -33.17 - Delta, NK + 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
3	abs(Modul -1) < 0.1 & NK >= NSEWOS2 -33.17 -0.1	max(NSEWOS2 -33.17 - Delta, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
4	abs(Modul -2) < 0.1 & NK < NSEWOS2 -33.17 -0.1	min(NSEWOS2 -33.17 - Delta, NK + 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
5	abs(Modul -2) < 0.1 & NK >= NSEWOS2 -33.17 -0.1	max(NSEWOS2 -33.17 - Delta, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
6	abs(Modul -3) <0.1 & NSAWOS > Stauziel & AK >= 0	max(0.38, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
7	abs(Modul -3) <0.1 & NS_Abflussdiff < 0.0	min(2.35, NK + 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
8	abs(Modul -3)<0.1	NK
9	abs(Modul -4)<0.1 & ES <= 0.0 & EK >= 2.35	max(0.38, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))
10	abs(Modul -4) < 0.1	NK
11	abs(Modul -5)<0.1	max(0.38, NK - 0.14*Minute(ZS_End- ZS_Start))

Vor- und Nachteile von Hilfselementen

Vorteile

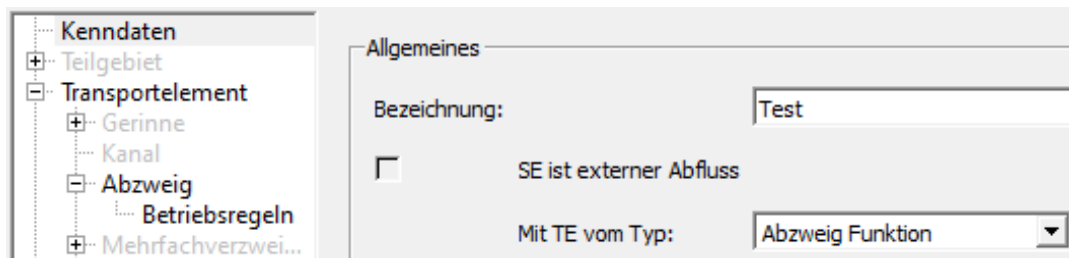
- ▶ Änderungen (Anpassungen, Korrekturen) nur an einer Stelle
- ▶ Übersicht über Schwellwerte, Module, Parameter
- ▶ Leicht erweiterbar (noch eine Änderung ab einem Datum)
- ▶ Einfaches Testen von neuen Werten oder Einstellungen
- ▶ Weniger fehleranfällig, da kein Copy-Paste der Bedingungen und Regeln
- ▶ Ablauf der Steuerung einfacher nachvollziehbar

Nachteile

- ▶ Im Systemplan irreführend, da kein Bezug zum Gebiet
- ▶ Viele einzelne Systemelemente
- ▶ Systemplan schwieriger zu verstehen

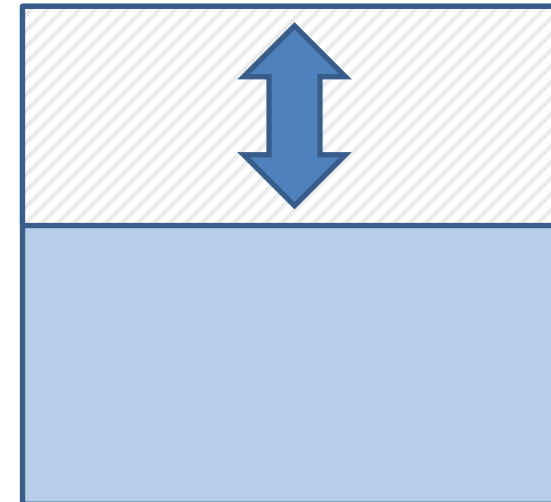
Kalinin-Miljukov: Speicherkaskade

- ▶ Steuerbare Bauwerke gibt es nur für HDR
- ▶ Abzweige
 - ▶ Abfluss steuern



HDR: Hydrodynamischer Rechenkern

- ▶ Steuerbare Bauwerke: Einstellen der Höhen
 - ▶ Öffnungshöhe beim Schütz
 - ▶ Kronenhöhe beim Wehr
- ▶ Abzweige ermitteln Abflussaufteilung automatisch
 - ▶ Keine Steuerung möglich



Bauwerkssteuerung Kalinin-Miljukov und HDR: Gemeinsamkeiten

- Anlegen von Variablen
- Definition der Bedingungen
- Nutzung von Hilfselementen

- Speicher
 - Abgabe (Abfluss) steuern



Quelle: Niersverband | Am Niersverband 10 | 41747 Viersen

- ▶ Generell: JA
- ▶ Notwendigkeit prüfen
 - ▶ Komplexität der Steuerung
 - ▶ Anzahl der Bauwerke
 - ▶ Anzahl der Variablen
 - ▶ Anzahl der Schwellwerte
 - ▶ Abhängigkeiten
 - ▶ Änderung von Parametern, Schwellwerten
 - ▶ ...
- ▶ Nutzen prüfen
 - ▶ Wie viele Bedingungen, Regeln sind erforderlich?
 - ▶ Wieviel „Copy-Paste“ kann vermieden werden?
 - ▶ Sollen Parameter oft umgestellt werden (Testphase)?
 - ▶ Wieviel unübersichtlicher wird Systemplan?
 - ▶ Wird Steuerung verständlicher?
- ▶ Hilfsspeicher anlegen, wenn...
 - ▶ Wert an mehr als drei Stellen benutzt wird
 - ▶ Schwellwert sich (zeitlich) verändert und das die Bedingungen/Regeln entsprechen vervielfachen würde
 - ▶ Beispiel: Sommer-/Winterwerte in Bedingungen verdoppeln Anzahl der Zeilen

- ▶ In NASIM können einfache bis sehr komplexe Bauwerkssteuerungen abgebildet werden
 - ▶ Flexibilität und Komplexität durch Zugriff auf alle Prozesse im Modell
 - ▶ Steuerung von verschiedenen Bauwerkselementen möglich
 - ▶ Bedingungen und Resultate (Abgabe oder Höhe) durch mathematische Ausdrücke einfach bis komplex darstellbar
- ▶ Hilfselemente sind...
 - ▶ eine gute Möglichkeit komplexe Steuerungen zu strukturieren und Mehrfachdefinitionen zu vermeiden,
 - ▶ aber für einfache Steuerungen nicht notwendig.

Ideen:

- ▶ Globale Variablen
 - ▶ Definition mehrfach benutzter Werte (Schwellwerte, Modulnummer, Parameter)
 - ▶ ersetzen Hilfselemente
- ▶ Globale Prozesse
 - ▶ Definition von Variablen (Wasserstand des Elements XY) nur einmal
 - ▶ Zur Zeit in jedem Element, das die Größe für die Steuerung benötigt