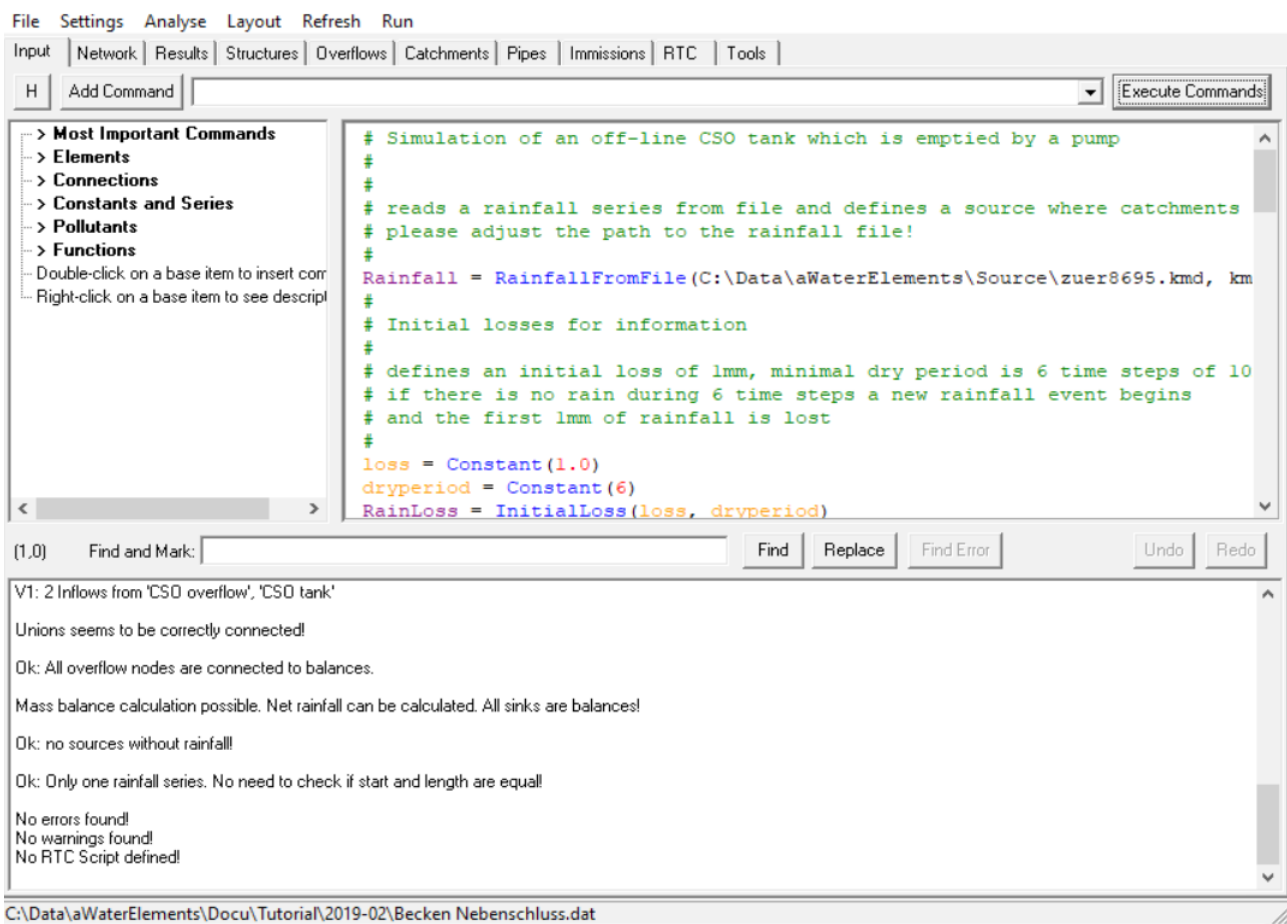


## Tutorial WaterElements

### Inhaltsverzeichnis

Benutzeroberfläche.....	2
Benutzung und Simulation.....	4
Beispiele.....	5
Beispiel 1 - Regenstatistik.....	5
Erweiterung des Beispiels.....	6
Verwendung von globalen Konstanten.....	7
Beispiel 2 - Fallstudie Russikon, nur Emissionen, ohne Immissionen.....	7
Varianten.....	9
Beispiel 3 - Russikon mit Immissionen.....	9
Beispiel 4 – Definition einer Variation beim Trockenwetteranfall.....	10
Beispiel 5 – Regenbecken im Nebenschluss.....	11
Beispiel 6 – Interaktiver Aufbau eines Netzes (seit Version 1.0.8.4).....	11
Interaktiver Aufbau des Fallbeispiels III aus der neuen RW-Richtlinie.....	13
Wichtige Begriffe.....	15
Kommentarzeilen.....	15
Elementnamen.....	15
Ereignisdefinition.....	15
Zeitschritt Simulation.....	15

## Benutzeroberfläche

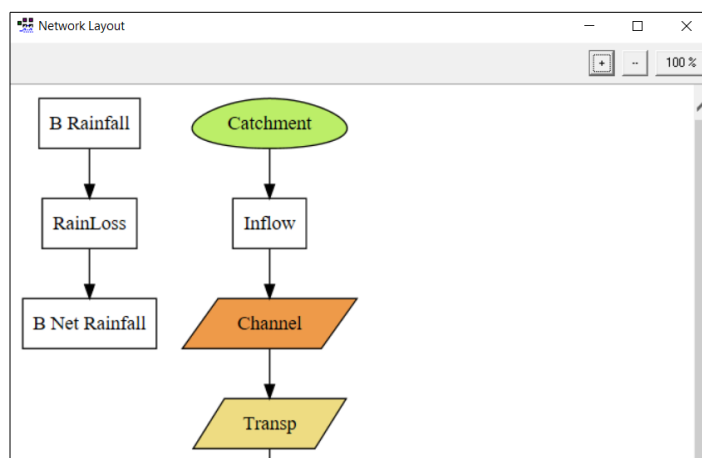


Nach dem Start des Programms erscheint die Benutzeroberfläche, die folgendermassen gegliedert ist:

- **Input:** gliedert sich in drei Bereiche:
  - oben rechts der Editor für die Eingabe der Befehle, die vom Programm ausgeführt werden
  - oben links die Auswahl der Befehle in einer gegliederten Liste (mit dem Knopf „H“ für Hide kann die Auswahl ausgeblendet werden. Nochmaliges Klicken auf den Knopf, der jetzt mit „S“ für Show bezeichnet ist, blendet sie wieder ein)
  - unten im Kontrollfenster erfolgt die Anzeige der Meldungen nach Betätigung des Knopfs "Execute Commands" und des Menüpunktes "Run"
- **Network:** hier wird das interaktive Layout des Netzes angezeigt, editiert oder erstellt, falls noch nicht vorhanden. Weitere Details dazu weiter unten bei Anmerkung
- **Results:** hier werden die Resultate der Simulation in Textform angezeigt
- **Structures:** Auflistung der definierten Bauwerke und deren Kenngrössen in tabellarischer Form (dient der Kontrolle)
- **Overflows:** Auflistung der Entlastungen (Volumen, Häufigkeit, Dauer, Frachten) für die einzelnen Bauwerke nach einer Simulation

- **Catchments:** Auflistung der definierten Einzugsgebiete und deren Kenngrößen in tabellarischer Form (dient der Kontrolle), momentan werden nur Elemente des Typs **CatchmentRunoff** aufgelistet, **Area** und **SurfaceRunoff** werden nicht angezeigt
- **Pipes:** Auflistung der definierten Verbindungskanäle und deren Kenngrößen in tabellarischer Form (dient der Kontrolle) + Qdim und Qmax zur Kontrolle, ob Einstau auftritt
- **Immissions:** Zusammenfassung der definierten Immissionen für die verschiedenen Vorfluter in tabellarischer Form
- **Tools:** Berechnung von Wasserstand, hydr. Radius, Schubspannung und krit. Abfluss für einen bestimmten Abfluss und krit. Schubspannung (dient zur Kontrolle, wird evtl. wieder entfernt)
- **Layout-Fenster:** in diesem wird das Netz angezeigt (siehe Bsp. unten). Die einzelnen Elemente werden als Rechtecke (bzw. je nach Typ mit einer anderen Form und Farbe) dargestellt. Die Verbindungen (**Connect**-Befehle) mit Pfeilen. Anders als bei hydrodynamischen Programmen wie SWMM5 oder MIKE Urban stellen die Verbindungen keine Haltungen dar, sondern zeigen einfach, welche Elemente miteinander verbunden sind. Haltungen (Pipe) werden auch als Elemente dargestellt. Es ist allerdings nicht üblich in WaterElements (wie in anderen hydrologischen Programmen wie SASUM, KOSIM etc.) alle vorhandenen Haltungen abzubilden, sondern das Kanalisationssystem stark zu vereinfachen. In diesem Layout-Fenster wird die Darstellung des Netzes automatisch bestimmt. Es ist nicht möglich dieses Layout manuell zu verändern (d.h. die Elemente mit der Maus zu verschieben bzw. zu platzieren). Unter "Layout" können beschränkte Änderungen im Layout durchgeführt werden (Ausrichtung, Art der Verbindungen und der Darstellung).

**Anmerkung:** Unter **Network** kann mit dem Knopf „**Create Network**“ ein weiteres Layout erstellt werden bei dem die Elemente manuell verschiebbar sind. Bei diesem Layout gibt es aber momentan keine Aktualisierung, wenn das Netz über Befehle geändert oder ergänzt wurde. Bei erneutem Klick auf „**Create Network**“ wird zwar das Layout aktualisiert, aber es wird wieder so ausgerichtet wie das automatisch generierte Layout. „**Create Network**“ ist also momentan nur sinnvoll, wenn das Netz vollständig ist und keine Änderungen (Hinzufügen oder Löschen von Elementen, Änderungen von Verbindungen) mehr durchgeführt werden müssen. Die Parameterwerte können mit einem Doppelklick auf die jeweiligen Elemente geändert werden. Die zugehörigen Befehle werden automatisch aktualisiert.



Das Hauptmenu (File, Settings, Analyse, Layout, Refresh, Run) und deren Punkte sind grösstenteils selbsterklärend. **Analyse** dient(e) zur Kontrolle des Netzes (als die automatische, graphische Darstellung des Netzes noch nicht vorhanden war). Die meisten Menüpunkte sind erst aktiv nach „**Execute Commands**“ und „**Run**“.

## Benutzung und Simulation

- Zuerst müssen Kommandos im oberen Fenster bei "Input" vorhanden sein. Dies kann entweder durch:
  - **Eingeben von Kommandos:**
    - Kommandos können entweder frei eingetippt werden oder
    - Auswahl über Liste neben "**Add Command**" und drücken desselben Knopfes. Dann wird der **Befehl eingefügt** mit einer Beschreibung der Parameter. Diese müssen dann durch Parameterwerte ersetzt werden. Bei manchen Befehlen (z.B. Immission) werden direkt Default-Werte für die Parameter eingesetzt.
  - **Drag und Drop von Kommandos** aus der Kommandoliste (links neben Editor) :
    - Im Editor zuerst den Elementnamen schreiben
    - In der Kommandoliste entweder den Befehl doppelklicken, dann wird er an die Cursorposition im Editor kopiert.
    - oder den Befehl mit der Maus in den Editor ziehen und am gewünschten Ort loslassen.
  - **Interaktiver Aufbau des Netzes** im Fenster „Network“ (siehe [Beispiel 6](#))
  - oder durch Laden einer Kommando-Datei mit "**File / Open**" geschehen
- Wird in ein **Kommando geklickt**, dann erscheint ein **Hinweis zur Eingabe** mit einer Liste der Parameter.
- Bei **Doppelklick auf ein Kommando** erscheint eine **Editierbox**, in der die **Parameterwerte eingegeben** bzw. geändert werden können. Durch Klick auf den OK-Knopf der Editierbox, wird diese geschlossen und das betreffende Kommando im Editor angepasst. Die Werte können natürlich auch direkt im Editor geändert werden.
- **Die Kommandos können mit "File / Save Data" gespeichert werden** (falls eine Datei geladen wurde, werden sie in diese gespeichert oder es wird nach einem Dateinamen gefragt). Mit "File / Save Data and Results as" können die Kommandos und evtl. Resultate in eine neue Datei gespeichert werden (Kommandos werden in [Name].dat, Resultate in [Name].res gespeichert).
- **Nach Eingabe oder Laden der Kommandos** müssen diese mit dem Knopf "**Execute Commands**" **ausgeführt** werden. Dabei wird noch **keine Simulation** durchgeführt, sondern nur die Kommandos in Elemente und Verbindungen umgewandelt. Falls die Kommandos fehlerhaft sind, wird dies im unteren Fenster angezeigt. Nach "**Execute Commands**" sollte man also das untere Fenster in Input kontrollieren, ob dort "**No errors found!**" steht. In diesem Fall ist der Knopf „**Run**“ nicht mehr deaktiviert.

Bei einem Fehler sollte man auf "**Find Error**" klicken. Dann springt der Cursor im unteren Fenster auf die erste Fehlermeldung. Mit Doppelklick geht der Cursor im Editor auf den Anfang der Zeile mit dem Fehler (leider nicht direkt auf den Eingabefehler!). Diese Zeile muss jetzt genau kontrolliert und der Eingabefehler behoben werden. Warnungen sollte man auch beachten und kontrollieren, welcher Befehl sie ausgelöst hat und ob der Befehl wirklich richtig interpretiert wurde.
- Durch Anwahl des Menüpunktes "**Run**" kann nun eine **Simulation durchgeführt** werden. Wenn die Simulation beendet ist, wird im Kontrollfenster die benötigte Zeit für die Simulation angezeigt.
- Die **Resultate** werden unter den Seiten Results, Structures, Overflows, Catchments, Pipes und Immissions angezeigt.
- Sollen **Ganglinien** von Größen (Durchflüsse, Konzentrationen und Frachten) angezeigt werden, dann können diese vor der Simulation unter "**Settings / Define Time Series**" angewählt werden.

**Achtung:** die Ganglinien können nur nach dem Übersetzen der Kommandos mit "Execute Commands" ausgewählt werden, da das Programm erst dann weiss, welche Elemente überhaupt vorhanden sind. Nach einer Simulation mit "Run" werden die Ganglinien dann auf der Seite "**Monitor**" angezeigt. Es sollte **mindestens eine Regenganglinie** (aber nur eine) ausgewählt werden. Diese wird dann wie in der Hydrologie üblich auf der oberen Zeitachse mit Intensität nach unten dargestellt. Alle anderen Grössen (Durchfluss, Konzentrationen und Frachten) werden auf der unteren Zeitachse dargestellt. Die y-Achse wird automatisch auf den höchsten Wert skaliert, was z.B. bei einer 10-jährigen Simulation den Nachteil hat, dass die Werte oft klein sind. Mit der Maus kann in einen Bereich gezoomt werden (mit linker gedrückter Taste Fenster auswählen und loslassen). Auszoomen: entweder Rechtsklick und "Undo Zoom" oder zoomen von rechts nach links.

- Der Menüpunkt "**Layout**" definiert, wie das **Layout des Netzwerkes** im Layout-Fenster **dargestellt** wird. Mit "**Alignment**" kann die **Ausrichtung des Netzes** definiert werden (links nach rechts, rechts nach links, oben nach unten, unten nach oben). "**Line Type**" definiert die Art der Verbindungslinien: spline (Kurven), orthogonal (orthogonale Linien), polyline (Linienzüge), line (einzelne Linien). "**Hide Rainfall**" zeigt die Regen-Elemente nicht an, dadurch wird die Darstellung evtl. übersichtlicher bzw. eher wie das Schema eines Entwässerungskonzepts. "**Enhanced Layout**" zeigt die Elemente in verschiedenen Farben und Formen an (je nach Typ). Damit wird die Darstellung übersichtlicher als bei der Grundeinstellung, bei der alle Elemente als Rechtecke mit weissem Hintergrund dargestellt werden.

Die geänderten Einstellungen müssen mit "**Refresh**" aktualisiert werden.

- Mit "Refresh" kann das **Layout manuell aktualisiert werden** (z.B. nach geänderten Einstellungen in "Layout").

## Beispiele

Die Funktionsweise des Programms soll anhand von Beispielen erklärt werden.

### Beispiel 1 - Regenstatistik

- Lade die Datei Regenstatistik.dat (im Ordner Programm) mit "File / Open"
- Die Datei beinhaltet nur drei Befehle. Alle Zeilen, die mit einem #-Zeichen beginnen, sind **Kommentarzeilen und grün eingefärbt**. Kommentarzeilen können überall eingefügt werden. Sobald ein #-Zeichen in der Zeile steht, wird die ganze Zeile ignoriert.
- Die erste Zeile, die kein Kommentar ist, ist: Regen = **RainfallFromFile**(zuer8695.kmd, kmd)  
Sie definiert ein Element Regen, das durch die Funktion **RainfallFromFile** definiert wird. Die Funktion hat zwei Parameter: den Namen der Datei, die die Regenserie beinhaltet und das Format, in dem die Regenserie abgespeichert ist. Dies wird auch sichtbar, wenn mit dem Cursor auf den Befehl gefahren wird. Dann erscheint der Hinweis: "Usage: RainSeriesName = **RainfallFromFile**(filename, time format)". Durch Doppelklicken des Befehls erscheint die Editierbox mit Parameternamen und -werten. Die Werte können verändert werden und bei OK wird die Editierbox geschlossen und die betreffende Kommandozeile wird mit den Änderungen aktualisiert. Die Änderungen der Parameterwerte können natürlich auch direkt im Editor vorgenommen werden.

**Elementnamen** dürfen Leer- und gewisse Sonderzeichen enthalten und dürfen auch mit einer Zahl beginnen. Folgende Zeichen dürfen nicht in Elementnamen verwendet werden: (,)#@ . Alle Elementnamen werden violett eingefärbt. Die Funktionsnamen (**RainfallFromFile**, **Balance** etc.) werden blau dargestellt.

- Die zweite Zeile: Bilanz = **Balance**(years) definiert ein Bilanz-Element. Bilanz-Elemente bilanzieren - wie ihr Name andeutet - die durch sie fließenden Stoffe (Wasser und definierte Stoffe). Sie können an allen Orten eingefügt werden, wo eine Bilanz interessiert. Mit einem Parameter kann angegeben werden über welche Zeiträume bilanziert werden soll. Bei Angabe eines Parameters wird über die ganze Simulationsperiode, bei "**years**" über Jahre und bei "**events**" über Ereignisse bilanziert. Im vorliegenden Fall wird also über Jahre bilanziert. Dies ist ersichtlich, wenn die Resultate unter "**Results**" betrachtet werden. Dort wird für jedes Jahr die Niederschlagssumme angegeben und am Schluss der Durchschnitt über alle Jahre (Achtung: Dies ist eine Mittelung über die Jahressummen, d.h. jedes Jahr hat das gleiche Gewicht, egal wie vollständig es ist.) . Da Bilanzen häufig definiert werden müssen, existiert eine vereinfachte Erzeugung. Es muss nur der Elementname geschrieben werden, gefolgt von einem Rechtsklick und Auswahl der Variante.
- Damit das Bilanz-Element den Regen bilanziert, muss es mit dem Regen-Element verbunden werden. Verbindungen zwischen Elementen werden mit dem Befehl **Connect**(Element1, Element2) hergestellt. Dabei sind Element1 und Element2 zwei Elemente, die zuvor definiert wurden. Die Reihenfolge der Elemente bestimmt die Fließrichtung. Im vorliegenden Fall fließen Wasser und Stoffe also von Element1 zu Element2. Für das Beispiel lautet der Befehl **Connect**(Regen, Bilanz). Sind die Elemente nicht definiert, erfolgt eine Fehlermeldung. Da beim Aufbau eines Netzes viele Connect-Befehle geschrieben werden müssen, können diese auch mit einem Rechtsklick und Menü-Auswahl bequemer erstellt werden. Die erste Auswahl erzeugt "Connect(", die zweite Auswahl ist nützlich, wenn mehrere Connect-Befehle hintereinander erzeugt werden sollen, da sie aufgrund der vorhergehenden Zeile automatisch das letzte Element einfügt. Die Menü-Auswahl „**Connect' for new element**“ ist nützlich, wenn ein bestehendes Netzwerk erweitert werden soll und ein neues Element, das schon mit einem Kommando definiert wurde, zwischen zwei bestehende Elemente eingefügt werden soll.
- Im Layout-Fenster werden die Elemente und deren Verbindungen angezeigt. Es ist im Moment nicht möglich das Layout des Netzwerks manuell zu verändern (d.h. die Elemente mit der Maus zu verschieben bzw. zu platzieren). Unter "**Layout**" können beschränkte Änderungen im Layout durchgeführt werden (Ausrichtung, Art der Verbindungen und der Darstellung).
- Durch Klick auf „**Execute Commands**“ werden die Befehle kontrolliert. Erscheint keine Fehlermeldung im Info-Fenster bzw. bleibt „**Find Error**“ grau, dann ist der Menüpunkt „**Run**“ aktiviert und es kann mit Klick auf „**Run**“ eine Simulation durchgeführt werden.
- Nach Beendigung der Simulation können unter „**Results**“ die Resultate betrachtet werden: die Regensumme pro Jahr in mm und die durchschnittliche Summe aus diesen Jahren

## Erweiterung des Beispiels

Wir können das Beispiel nun noch etwas erweitern durch Hinzufügen eines Anfangsverlustes:

- RainLoss = **InitialLoss**(2.0, 6) definiert einen Anfangsverlust von 2 mm, wobei ein neues Ereignis beginnt, wenn 6 Zeitschritte lang kein Regen fällt. Bei einem Zeitschritt von 10 min (der Simulationszeitschritt wird durch die zeitliche Auflösung der Regenserie bestimmt) ergibt sich ein neues Ereignis, wenn die Trockenperiode grösser als 1 h ist.
- Weiter definieren wir ein Bilanz-Element für den Netto-Regen: NettoRegen = **Balance**(years) und verbinden die neuen Elemente:
  - **Connect**(Bilanz, RainLoss)
  - **Connect**(RainLoss, NettoRegen)

Nach der Simulation sehen wir bei den Resultaten nun zwei Jahresbilanzen, vor und nach Anfangsverlusten.

## Verwendung von globalen Konstanten

Mit dem Befehl "KonstantenName = **Constant**(Zahl)" kann eine globale Konstante definiert werden, die dann als Parameterwert mehrfach verwendet werden kann. Die Definition einer Konstanten lohnt sich nur, wenn der Parameterwert mehr als einmal vorkommt und es wahrscheinlich ist, dass er angepasst werden muss.

Das Projekt "**Regenstatistik mit Konstanten.dat**" zeigt ein Beispiel, wie Konstanten eingesetzt werden können. Lade dieses Projekt. Gegenüber vorhergehendem Beispiel sind zwei Zeilen hinzugefügt:

DryPeriod = **Constant**(6)

Loss = **Constant**(2.0)

Die 1.Zeile definiert eine Konstante **DryPeriod** mit dem Wert 6 (6 Zeitschritte à 10 min = 1 h),

die 2.Zeile eine Konstante Loss von 2 (2 mm).

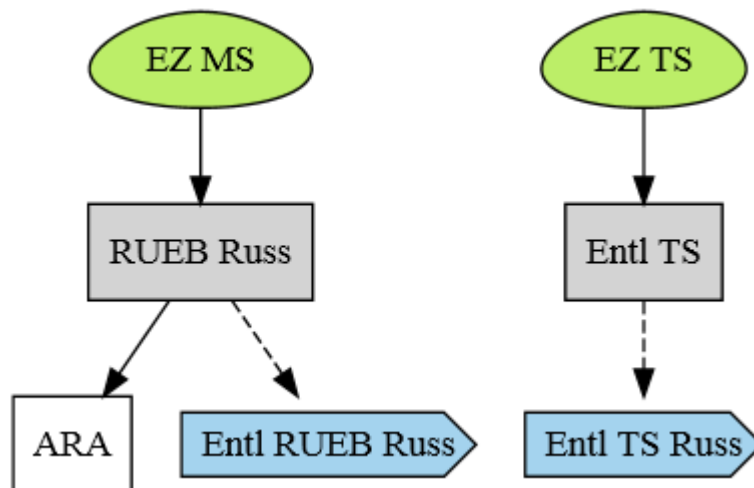
Diese beiden Konstanten können nun als Parameterwerte verwendet werden:

RainLoss = **InitialLoss**(Loss, DryPeriod)

Definierte Konstanten werden im Editor orange eingefärbt.

## Beispiel 2 - Fallstudie Russikon, nur Emissionen, ohne Immissionen

Dieses Beispiel beinhaltet die Fallstudie Russikon, die in der REBEKA-Dokumentation beschrieben ist. Das System liegt als Projekt1 bei REBEKA2 als Beispiel bei. Es besteht aus einem Mischsystem mit Becken, einem Trennsystem und einem natürlichen Einzugsgebiet mit Vorfluter.



Lade die Projekt-Datei "**Projekt1 ohne Immissionen.dat**" mit "**File / Open**" in den Editor. Das Netz wird im Layout-Fenster angezeigt. Evtl. sind nicht alle Elemente sichtbar. Dann kann mit dem "--"-Knopf ausgezoomt oder unter "**Layout**" eine andere Ausrichtung des Netzes ausgewählt werden (z.B. top-down). Die Darstellung wird bei Änderungen im Layout nicht automatisch angepasst. Dazu muss noch "**Refresh**" geklickt werden.

Den ersten Befehl, den wir noch nicht verwendet haben, ist:

- **CatchmentRunoff**( Anfangsverlust [mm], Trockenperiode [time steps], Fläche [ha], Speicherkonstante [min], TWA [m<sup>3</sup>/s])

Dieser Befehl definiert ein Einzugsgebiet, das intern mehrere Elemente beinhaltet: Anfangsverlust, Oberflächenabfluss, Linearspeicher und konstanten Zufluss. Im Beispiel werden zwei Einzugsgebiete definiert: Misch- und Trennsystem.

Mit dem Befehl **Overflow**(Beckenvolumen [m<sup>3</sup>], Drosselabfluss [m<sup>3</sup>/s]) werden Entlastungen (Hochwasserentlastungen und Regenbecken) definiert. Im vorliegenden Fall liegt beim Mischsystem ein Becken mit 120 m<sup>3</sup> vor:

- RUEB Russ = **Overflow**(120.0, 0.072)

und beim Trennsystem nur eine Entlastung:

- Entl TS = **Overflow**(0.0, 0.0)
- Mit Drosselabfluss 0 beim Trennsystem wird das ganze Wasser über die Entlastung geführt. Dementsprechend ist die Anzahl Entlastungen pro Jahr dann sehr hoch, da ja jedes Regenereignis, das Oberflächenabfluss erzeugt auch zu einer Entlastung führt. Möchte man die Resultate mit REBEKA2 vergleichen, sollte man den Drosselabfluss auf ein Zehntel des Basisabflusses des Vorfluters setzen.

Danach werden diverse Bilanzen für den Drosselabfluss zur ARA, die Entlastungen und vor und nach den Einleitungen in den Vorfluter definiert:

ARA = **Balance**(years)

Entl RUEB Russ = **Balance**(years)

Entl TS Russ = **Balance**(years)

**Die Bilanz-Elemente nach den Entlastungen sind zwingend notwendig**, damit die Werte in der Tabelle "Overflows" berechnet werden können.

Dann müssen noch die Verbindungen definiert werden:

```
# Mischsystem
#
Connect(Zuerich,EZ MS)
Connect(EZ MS, RUEB Russ)
Connect(RUEB Russ, ARA)
#
# Da ein Overflow-Element zwei Ausgänge hat (Überlauf und Drosselabfluss)
# gibt es einen weiteren Connect-Befehl um den Überlauf weiterzuleiten
# der normale Connect-Befehl leitet den Drosselabfluss weiter
#
ConnectOverflow(RUEB Russ, Entl RUEB Russ)
#
# Trennsystem
#
Connect(Zuerich, EZ TS)
Connect(EZ TS, Entl TS)
ConnectOverflow(Entl TS, Entl TS Russ)
```

Der Zweig "RainLoss => B Loss" ist nur zur Bilanzierung der Anfangsverluste und könnte auch weggelassen werden.

Ganz am Schluss müssen noch die Stoffe definiert werden. Dazu dient der Befehl **Pollutant**(Regenwasserkonzentration, Schmutzwasserkonzentration):



# Stoffe

#

NH4 = **Pollutant**(0.0,40) definiert einen Stoff NH4 mit Regenwasserkonzentration 0 und Schmutzwasserkonzentration 40 g/m<sup>3</sup>

TSS = **Pollutant**(60,200) definiert einen Stoff TSS mit Regenwasserkonzentration 60 g/m<sup>3</sup> und Schmutzwasserkonzentration 200 g/m<sup>3</sup>

### Varianten

- Die Parameterwerte des Beispiels können nun verändert werden um zu sehen wie sich dies auf die Emissionen auswirkt.
- Einführung von globalen Konstanten, z.B. psi = **Constant**(0.85) und dann bei EZ MS = **Catchment-Runoff**(2.0, 6, psi\*19.8, 20, 0.009838)
- etc.....

### Beispiel 3 - Russikon mit Immissionen

Nun wird das vorherige Beispiel noch ausgebaut und auch ein natürliches Einzugsgebiet definiert. **Natural-Catchment**(...) unterscheidet sich nur dadurch von **CatchmentRunoff**(...), dass die Konzentrationen der definierten Stoffe für Oberflächenabfluss und Basisabfluss gleich der Regenwasserkonzentration gesetzt werden.

Es werden noch zusätzliche Bilanzen eingeführt:

Vorfluter = **Balance**()

Vorfl + Entl = **Balance**()

Die nächsten zwei Befehle definieren den Vorfluter und die NH<sub>3</sub>-Immission im Vorfluter:

Einl.stelle = **ReceivingWater**(100.0, 2.5, 0.02, 1.0, 35, 0.015, 0.03)

**SetNH3Immission**(Einl.stelle, NH4, Entl RUEB Russ, 5, 20, 8, 3, 8, 3, 1.5, 0.025)

Der erste Befehl definiert den Vorfluter mit Länge, Breite, Gefälle, Böschungsneigung, Stricklerwert, mittlerer Korndurchmesser und 90%-Wert des Sohlenmaterials. Dadurch wird automatisch auch eine hydraulische Belastung für diesen Vorfluterabschnitt bilanziert. Der zweite Befehl definiert die Bilanzierung einer NH<sub>3</sub>-Belastung. Folgende Parameter müssen dafür angegeben werden:

- Der Elementname des Vorfluterabschnittes (hier Einl.stelle)
- Der Stoffname für Ammonium-Stickstoff (hier NH4). Aus NH4-Konzentration, Temp., pH und Alkalinität wird dann die NH<sub>3</sub>-Konzentration berechnet.
- Der Elementname der Entlastung bzw. Einleitung (hier Entl RUEB Russ). Dieser wird benötigt um zu bestimmen, wann die akkumulierte NH<sub>3</sub>-Dosis mit der krit. Dosis verglichen wird. Dies wird durchgeführt, wenn Q > 0 ist. Wenn Q = 0 ist, wird die Dosis auf 0 gesetzt. Die Akumulation der Dosis beginnt wieder, sobald Q > 0 ist.
- Tmin (hier 5 °C) und Tmax (hier 20 °C)
- pH und Alkalinität im Vorfluter und im eingeleiteten Wasser (hier beide pH=8 und Alkalinität = 3)
- die STORM-Grenzwerte für die NH<sub>3</sub>-Immission (1.5 g·min/m<sup>3</sup> und 0.025 g/m<sup>3</sup>, d.h. die max. erlaubte Konzentration für eine Zeitdauer d [min] ist (1.5/d + 0.025) g/m<sup>3</sup>)

Im Beispiel wurden die beiden Stoffe NH4 und TSS definiert. NH4 wurde ja schon im Befehl **SetNH3Immission** benutzt und muss deshalb definiert werden. Im Gegensatz zu Elementen ist es nicht notwendig den Stoff vor der Benutzung in **SetNH3Immission** zu definieren. Werden Stoffe definiert, so

werden diese automatisch für jedes Element erzeugt. Bei **CatchmentRunoff** werden die Konzentrationen von Regen- und Schmutzwasser automatisch auf die angegebenen Werte gesetzt. Soll dies geändert werden, muss der Befehl **SetConc**(Elementname, Stoffname, RW-Konz., SW-Konz) verwendet werden. Die Input-Konzentrationen werden im Verlauf der Simulation nicht verändert. Die Konzentration im Trockenwetteranfall kann mit der Definition einer Trockenwettervariation verändert werden.

Bei den Verbindungen kommt jetzt ein noch nicht verwendetes Element zum Einsatz: das Element **Union()**, das mehrere Zuläufe vereinigt, da wir den Abfluss im Gewässer mit den Entlastungen aus Misch- und Trennsystem verbinden müssen, damit wir zum Schluss den gesamten Abfluss im Gewässer erhalten.

Es müssen nun schon 15 Verbindungen zur Erzeugung des gesamten Systems definiert werden. Hier wird ein Nachteil der Kommando-Sprache ersichtlich. Die Verbindungen werden schnell unübersichtlich. Die Darstellung des Netzes im Layout-Fenster soll helfen zu überprüfen, ob das Netz richtig aufgebaut ist.

### Beispiel 4 – Definition einer Variation beim Trockenwetteranfall

Bei diesem Beispiel werden wir den Trockenwetteranfall variieren. Bis jetzt war der TWA beim Mischsystem konstant über die Zeit. Wir werden nun das Mischsystem von Projekt1 nehmen, duplizieren und dann mit konstantem und variablem TWA modellieren.

Als Ausgangslage verwenden wir das Projekt „**Projekt1 ohne Immissionen**“:

- Wir duplizieren die Elemente des Mischsystems und fügen bei den Elementnamen eine 2 an (z.B. EZ MS => EZ MS2 etc.)
- Wir löschen alle Elemente und Verbindungen des Trennsystems
- Nun müssen wir noch zwei Elemente einfügen:
  - eine **DWFVariation**, die die TWA-Variation definiert. Der Einfachheit halber wählen wir nur einen Tagesgang und lassen Wochen- und Jahresgang konstant:

ftWA = **DWFVariation**(Tagesgang, 1, 1)

- und ein **SeriesFromFile**-Element Tagesgang, das den Tagesgang definiert. Der Tagesgang ist in der Datei tagesgang\_kleinstadt.txt gespeichert. Der Befehl lautet deshalb:

Tagesgang = **SeriesFromFile**(tagesgang\_kleinstadt.txt)

und er muss vor DWFVariation stehen, damit DWFVariation die Variable Tagesgang kennt.

- Beim Befehl EZ MS2 = **CatchmentRunoff**(2.0, 6, 19.8, 20, ftWA\*0.009838) kann nun ftWA als multiplikativer Faktor verwendet werden, mit dem der Durchschnittswert multipliziert wird.
- Mit „**Execute Commands**“ kann überprüft werden, ob die Definition des Systems fehlerfrei ist
- Ist dies der Fall, kann mit „**Run**“ eine Simulation durchgeführt werden
- Sind die Unterschiede für die beiden Netzwerke (ohne und mit TWA-Variation) bei den Entlastungskennwerten gross?

Wir können auch noch die Ganglinien miteinander vergleichen:

- Um die Ganglinien auszuwählen, muss das System definiert sein. Dies ist nach der Ausführung von „**Execute Commands**“ der Fall. Dann ist unter „**Settings**“ „**Define Time Series**“ anwählbar.
- Im „**Define Time Series**“-Fenster ein Source-Element auswählen, damit der Regen angezeigt wird.

- Dann je nach Interesse z.B. die Ganglinien nach den Einzugsgebieten oder nach den Entlastungen
- Fenster schliessen und mit „**Run**“ eine Simulation durchführen. Anschliessend sind die Ganglinien unter „Monitor“ sichtbar.
- .....

### Beispiel 5 – Regenbecken im Nebenschluss

Wähle **File / New / Catchment – Pumped Offline CSO tank**. Dies lädt ein vorbereitetes Beispiel eines Regenbeckens im Nebenschluss in den Editor. Die einzelnen Befehle sind kommentiert (auf englisch). Bitte durchlesen und dann laufen lassen. Im Moment ist nur eine einfache lokale Steuerung möglich (On/Off). Zur Veranschaulichung sind noch Kanal- und ein Transport-Element eingebaut. Das Kanal-Element funktioniert ähnlich wie ein Linearspeicher. Das Transport-Element verzögert den Zufluss um eine bestimmte Anzahl Zeitschritte.

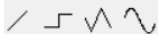
- Wieso ist der maximale Zufluss zur ARA etwas höher als 25 l/s (maximale Drosselabfluss beim Überlauf „CSO overflow“)?
- Baue die Steuerung so um, dass der maximale Zufluss zur ARA nicht höher ist als 25 l/s, ohne die Pumpleistung (10 l/s) und den Einschaltpunkt (5 l/s) zu verändern.
- Optimierte den Einschaltpunkt, so dass die Entlastungsmenge möglichst gering ist und die Weiterleitung zur ARA nicht höher ist als 25 l/s.
- Gibt es eine optimale Pumpleistung, so dass die Entlastungsmenge möglichst gering ist und die Weiterleitung zur ARA nicht höher ist als 25 l/s?

### Beispiel 6 – Interaktiver Aufbau eines Netzes (seit Version 1.0.8.4)

Da der Aufbau eines Netzes mit den Befehlen etwas mühsam sein kann, gibt es seit Version 1.0.8.4 die Möglichkeit das Netz graphisch aufzubauen. Dazu muss ins Fenster „**Network**“ gewechselt werden. Die wichtigsten Elemente können über eine Palette ausgewählt und erzeugt werden: CatchmentRunoff, Overflow, CircularPipe, Union, Receiving-Water, Balance

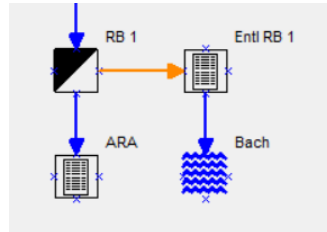


Zur Erzeugung eines Elements wird das betreffende Element mit der Maus ausgewählt. Durch Klick auf die Zeichenebene wird das Element erzeugt. Nach dem Klick erscheint zuerst ein Fenster zur Eingabe des Elementnamens. Danach wird das Symbol zusammen mit dem Namen (oben rechts vom Symbol) gezeichnet. Im Kommando-Editor wird der entsprechende Befehl erzeugt. Bei Einzugsgebieten wird noch der Befehl zur Verbindung des Regens mit dem Einzugsgebiet erzeugt, beim ersten Einzugsgebiet auch noch der Befehl zum Einlesen der Regendatei (RainfallFromFile, falls nicht schon vorhanden).

Verbindungen können mit den Symbolen  erzeugt werden, wobei die ersten beiden empfohlen werden. Dazu einen Verbindungstyp auswählen, dann mit der Maus auf einen Anker eines Elements (vier blaue Kreuze auf der Umrandung der Elemente) fahren bis der Cursor eine Hand anzeigt, anschliessend klicken um die Verbindung herzustellen, danach zum Zielelement fahren bis der Cursor eine Hand anzeigt und dann wieder klicken. Damit ist die Verbindung zwischen zwei Elementen beendet. Der Pfeil zeigt die Fliessrichtung des Wassers an. Dies muss bei der Erstellung der Verbindung auch

berücksichtigt werden, indem zuerst das obenliegende und danach das untenliegende Element ausgewählt wird.

Bei einem Entlastungsbauwerk (**Overflow**) sollte für die Entlastung immer ein Bilanz-Element (**Balance**) erzeugt werden. Für die Namensgebung hat sich folgendes bewährt: „Entl“ + Name des Bauwerks, also z.B. „Entl RB 1“, wenn das Bauwerk „RB 1“ heisst. Das Bilanz-Element ist notwendig, damit das Entlastungs-



bauwerk in der Tabelle Overflows angezeigt wird. Es berechnet die Entlastungskennwerte (Entlastungsmenge, Dauer, Häufigkeit und maximale Entlastungsrate), die in der Tabelle „**Overflows**“ angezeigt werden.

Normale Verbindungen werden mit dem Befehl **Connect** erzeugt. Bei Entlastungsverbindungen muss der Befehl **ConnectOverflow** verwendet werden. Im Layout wird eine Verbindung durch **Doppelklick** in eine Entlastungsverbindung umgewandelt. Sie ist dann orange statt blau eingefärbt. Um die entsprechenden Befehle für die Verbindungen zu erzeugen, muss die Verbindung angeklickt sein. Anschliessend mit Rechtsklick im Popup-Menü „**Create Command from Connection**“ auswählen. Dadurch wird der Befehl (**Connect** oder **ConnectOverflow**) im Kommando-Editor angefügt. Es können mehrere Verbindungen ausgewählt werden um von diesen Kommandos zu erzeugen. Am besten werden die Befehle für die Verbindungen erst am Schluss erzeugt, wenn das ganze Netz graphisch aufgebaut ist und keine Änderungen mehr zu erwarten sind. Dazu zuerst „**Select all Connections**“ und dann „**Create Command(s) from Connection(s)**“ auswählen. Dadurch werden alle Connect-und ConnectOverflow-Befehle in den Befehlseditor geschrieben. Da bei der Erzeugung der Elemente schon Standard-Parameterwerte erzeugt wurden, kann mit „**Execute Commands**“ schon geprüft werden, ob das Netz korrekt aufgebaut ist. Falls hier ein Fehler auftritt, die Fehlermeldung sorgfältig lesen und den Fehler korrigieren. Evtl. wird die Regendatei nicht gefunden. Tritt kein Fehler auf, könnte mit „**Run**“ eine Simulation durchgeführt werden, was aber sinnlos ist, da die Parameterwerte noch nicht stimmen.

Unter „**Help**“ gibt es Hinweise zu nützlichen Tasten zur Veränderung des Layouts: **s**(ource), **t**(arget), **I**(ink type) für Verbindungen und **v**(ertical), **h**(orizontal) zum Ausrichten bei Auswahl mehrerer Elemente.

Das aufgebaute Netz kann mit „Save Diagram“ gespeichert werden. Als Dateiname wird der Projektname mit der Endung .dgr (diagram) verwendet. **Achtung:** Momentan wird dieses Layout nur beim Schliessen des Projektes gespeichert, aber nicht beim Öffnen eines anderen Projektes. Es wird automatisch wieder geladen beim Öffnen des zugehörigen Projektes.

Durch **Doppelklick** auf die Elemente können die Parameterwerte eingegeben werden. Dazu erscheint ein kleines Fenster, der **Element-Editor**, mit einer Tabelle der Parameter (zwei Kolonnen mit Beschreibung und Parameterwert). Die Änderungen müssen mit **OK** bestätigt werden. Der Element-Editor wird geschlossen und der entsprechende Befehl im Kommando-Editor wird mit den geänderten Werten aktualisiert. Der Element-Editor kann übrigens auch im Kommando-Editor durch **Doppelklick auf die Kommando-Zeile** aufgerufen werden.

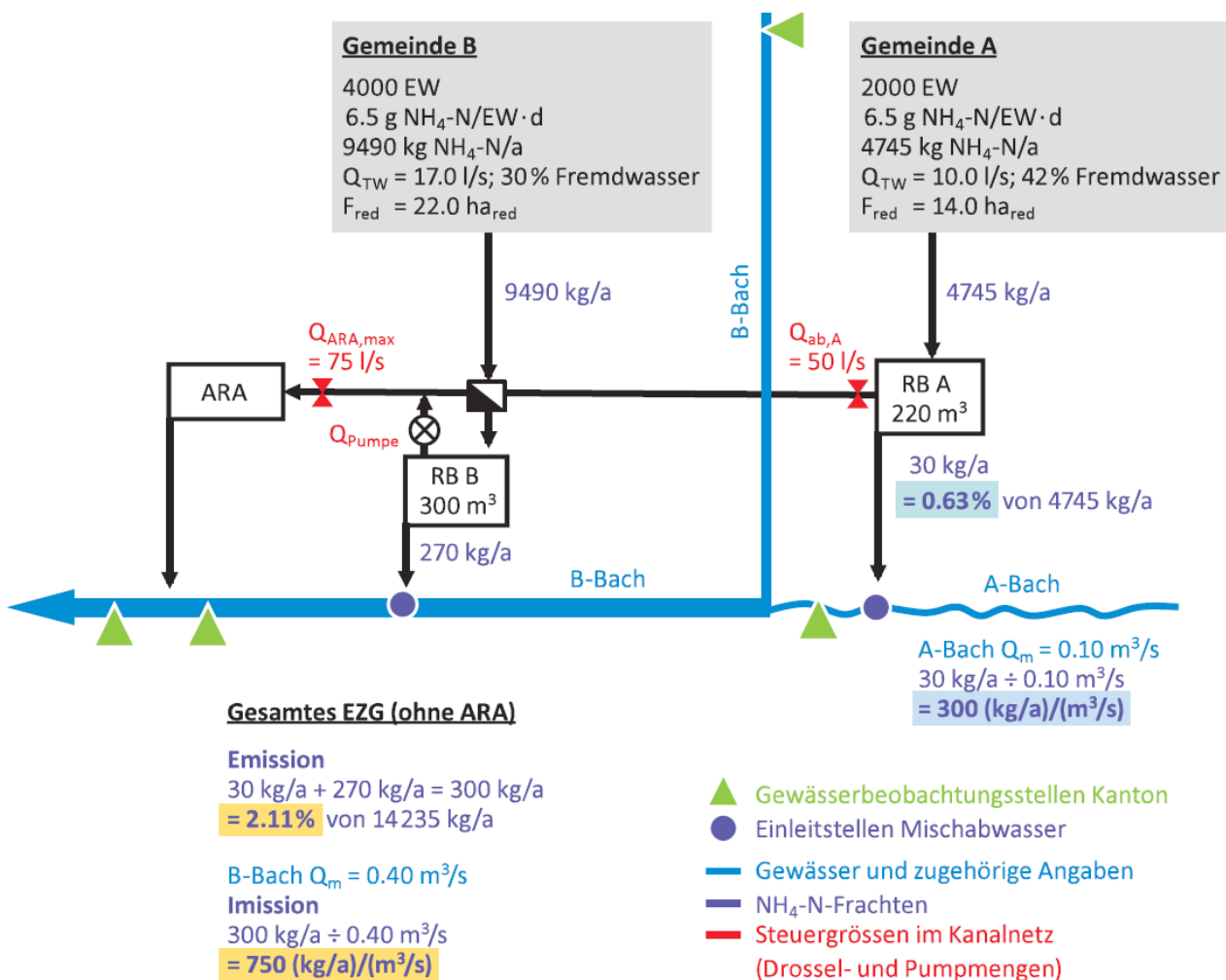
Wenn alle Elemente und Verbindungen definiert sind, Layout mit „Save Diagram“ und Kommandos mit „File / Save Data“ speichern. Mit „Execute Commands“ schauen, ob es keine Fehler gibt.

**Achtung:** Momentan ist es nicht möglich das manuelle Layout zu aktualisieren, bzw. es wird nicht aktualisiert, wenn zusätzliche Elemente und Verbindungen über Befehle definiert werden. Die Aktualisierung ist zwar mit „**Create Network**“ möglich, aber die manuelle Positionierung der Elemente geht verloren. Es werden die Positionen des automatischen Layouts übernommen.

Wird im Befehlseditor ein neuer Befehl eingegeben (Element oder Verbindung), dann wird mit Rechtsklick auf den Befehl und „**Create graphical Element for this Command**“ das entsprechende graphische Element unter „**Network**“ erzeugt. Elemente werden immer in der linken, oberen Ecke erzeugt und müssen dann manuell positioniert werden. Bei Verbindungen müssen evtl. die Anker mit s oder t gewechselt werden.

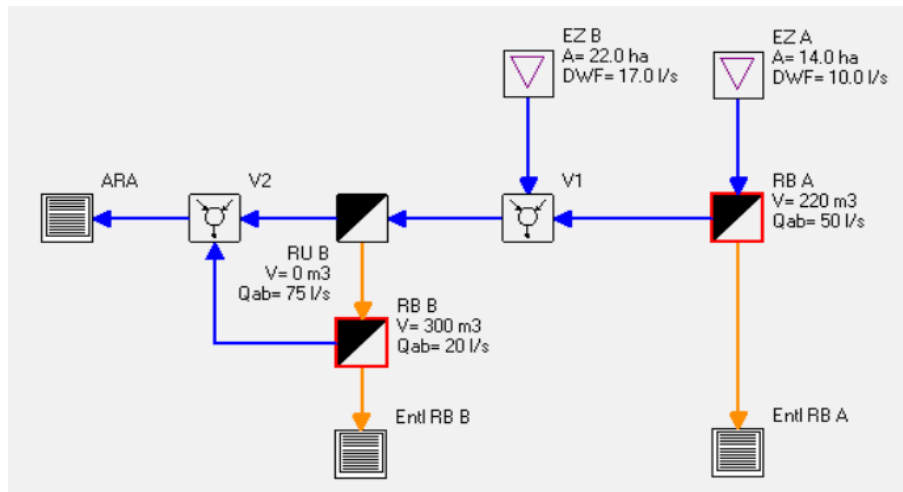
**Interaktiver Aufbau des Fallbeispiels III aus der neuen RW-Richtlinie**

In der neuen Richtlinie „Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter“ gibt es im Modul B, Anhang 2 das Fallbeispiel III: Entlastetes Mischabwasser. Dies soll nun interaktiv aufgebaut und modelliert werden.



Beim Aufbau in WaterElements muss beachtet werden, dass alle Elemente ausser einer Vereinigung (Union) nur einen Zulauf haben können. Es ist deshalb ratsam sich vorher zu überlegen, wo Vereinigungen eingefügt werden müssen. Folgende Abbildung zeigt die Umsetzung des obigen Systems in WaterElements.

Es braucht in diesem Fall zwei Vereinigungen, eine (V1) vor und eine (V2) nach dem Zulauf zum „RU B“.



Die Erzeugung des Systems sollte am besten mit den Einzugsgebieten begonnen werden. Das weitere Vorgehen wurde ja schon am Anfang des [Beispiels 6](#) erklärt.

Das Auspumpen des RB B muss mit einem Befehl **SetControl**(RB B, RU B, ...) definiert werden (siehe Beispiel 5). Gemäss den Angaben im Fallbeispiel wird die Pumpe erst eingeschaltet, wenn der Abfluss beim RU B unter  $30 \text{ l/s}$  sinkt. Es kann dann mit  $40 \text{ l/s}$  ausgepumpt werden ( $70 \text{ l/s} - 30 \text{ l/s}$ ), d.h. es kann  $Q_{ab, \text{max}}$  vom RB B auf  $0.040 \text{ m}^3/\text{s}$  gesetzt werden und **SetControl**(RB B, RU B, 0.030). Eine noch optimalere Steuerung kann mit **SetControl**(RB B, RU B, 0.075, 1) erreicht werden. Die Option 1 (letzter Parameterwert) bewirkt, dass die Pumpleistung immer auf  $75 \text{ l/s} - (Q_{ab} \text{ von RU B})$  eingestellt wird (sofern die Menge Wasser im Becken dies erlaubt), so dass die Weiterleitmenge zur ARA immer höchstens  $75 \text{ l/s}$  beträgt.

Die Simulationsergebnisse können von denen im Fallbeispiel abweichen, da evtl. eine andere Regenserie und ein anderes Simulationsprogramm (vmtl. SWMM) verwendet wurden.

## Wichtige Begriffe

### Kommentarzeilen

Alle Zeilen, die mit einem #-Zeichen beginnen, sind **Kommentarzeilen**. Kommentarzeilen können überall eingefügt werden. Achtung: Sobald ein #-Zeichen in der Zeile steht, wird die ganze Zeile ignoriert. Kommentare werden standardmässig grün eingefärbt.

### Elementnamen

Elementnamen dürfen Leer- und gewisse Sonderzeichen enthalten und dürfen auch mit einer Zahl beginnen. Ein Elementname muss immer gleich geschrieben werden, ansonsten wird er als neuer Elementname interpretiert. Folgende Zeichen dürfen nicht in Elementnamen verwendet werden: (,)# Elementnamen werden violett dargestellt.

### Ereignisdefinition

Einige Elemente wie **InitialLoss** und **Balance(events)** benötigen eine Ereignisdefinition. Ein Ereignis wird über die Länge der Regenpause definiert. In REBEKA2 sind die Regenereignisse so aufgeteilt, dass die Regenpause zwischen zwei Ereignissen mindestens 1h dauert. Bei WaterElements wird die Regenpause über die Trockenperiode im Element **CatchmentRunoff** oder **InitialLoss** definiert. Werden mehrere solcher Elemente definiert, dann muss die Trockenperiode in allen Elementen gleich sein, sonst erfolgt eine Fehlermeldung.

Bei der Zählung der Entlastungen wird pro Ereignis höchstens 1 Entlastung gezählt. Die Anzahl Entlastungen ist deshalb keine gute Grösse, da sie von der Definition der Regenereignisse abhängig ist. Alternative Zählungen der Entlastungen können z.B. mit dem Befehl [CalcEvents](#) durchgeführt werden. Zur Bestimmung der Entlastungstage muss ein [Lua-Skript](#) eingesetzt werden.

### Zeitschritt Simulation

Der Zeitschritt der Simulation wird durch die zeitliche Auflösung der Regendaten bestimmt. Standard ist 10min, da die Daten von MeteoSchweiz diese Auflösung haben.

**Undokumentiertes Feature:** Durch das Schlüsselwort "half" beim Befehl `RainfallFromFile([Filename], kmd, half)` wird die zeitliche Auflösung halbiert. Die Regenintensität des ursprünglichen Zeitintervalls wird nicht interpoliert, sondern als konstant über die beiden neuen Zeitintervalle angenommen.