

# **NASIM HDR II**

## **Pflichtenheft**

im Auftrag der/des

**EG/LV, BRW, NV, WVER, WV**

Aachen, November 2015

**Hydrotec**  
Ingenieurgesellschaft für  
Wasser und Umwelt mbH

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Projektorganisation</b>                           | <b>4</b> |
| 1.1      | Versionshistorie .....                               | 4        |
| 1.2      | Projektbeteiligte Personen .....                     | 4        |
| 1.3      | Aufgabe des Pflichtenheftes .....                    | 4        |
| 1.4      | Dokumente dieses Projektes .....                     | 4        |
| 1.5      | Projektskizze.....                                   | 5        |
| 1.6      | Projekthomepage.....                                 | 5        |
| <b>2</b> | <b>Softwarearchitektur</b>                           | <b>6</b> |
| <b>3</b> | <b>Softwarekomponenten im Detail</b>                 | <b>7</b> |
| 3.1      | Transportelementtypen .....                          | 7        |
| 3.1.1    | Anforderungen.....                                   | 7        |
| 3.2      | Nutzereingaben zur hydrodynamischen Berechnung ..... | 7        |
| 3.2.1    | Anforderungen.....                                   | 7        |
| 3.2.2    | Offene Punkte.....                                   | 9        |
| 3.3      | GUI: Eingabefenster Systemelement .....              | 9        |
| 3.3.1    | Anforderungen.....                                   | 9        |
| 3.3.2    | Umsetzung .....                                      | 10       |
| 3.3.3    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....           | 12       |
| 3.3.4    | Offene Punkte.....                                   | 12       |
| 3.4      | GUI: Zeitreihen-Dialog .....                         | 12       |
| 3.4.1    | Umsetzung .....                                      | 13       |
| 3.4.2    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....           | 13       |
| 3.4.3    | Offene Punkte.....                                   | 13       |
| 3.5      | GUI: Tabellen-Ansicht.....                           | 13       |
| 3.5.1    | Anforderungen.....                                   | 13       |
| 3.5.2    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....           | 14       |
| 3.5.3    | Offene Punkte.....                                   | 14       |
| 3.6      | GUI: Systemplan.....                                 | 14       |
| 3.6.1    | Anforderungen.....                                   | 14       |
| 3.6.2    | Umsetzung .....                                      | 14       |
| 3.6.3    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....           | 15       |
| 3.6.4    | Offene Punkte.....                                   | 15       |
| 3.7      | Stationierung.....                                   | 15       |
| 3.7.1    | Anforderungen.....                                   | 15       |
| 3.7.2    | Umsetzung .....                                      | 15       |
| 3.7.3    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....           | 16       |
| 3.7.4    | Offene Punkte.....                                   | 16       |

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.8      | Sohlhöhe .....                                   | 16        |
| 3.8.1    | Umsetzung .....                                  | 16        |
| 3.8.2    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....       | 16        |
| 3.8.3    | Offene Punkte.....                               | 16        |
| 3.9      | Kanal und Kanalüberläufe.....                    | 17        |
| 3.9.1    | Anforderungen.....                               | 17        |
| 3.9.2    | Umsetzung .....                                  | 17        |
| 3.9.3    | Abhängigkeit von anderen Komponenten .....       | 18        |
| 3.9.4    | Offene Punkte.....                               | 18        |
| 3.10     | Speicher und Drosselkurve .....                  | 18        |
| 3.10.1   | Anforderungen .....                              | 19        |
| 3.10.2   | Umsetzung.....                                   | 19        |
| 3.10.3   | Abhängigkeit von anderen Komponenten.....        | 19        |
| 3.10.4   | Offene Punkte .....                              | 19        |
| 3.11     | Abzweige hydrodynamisch .....                    | 19        |
| 3.11.1   | Anforderungen .....                              | 19        |
| 3.11.2   | Umsetzung.....                                   | 20        |
| 3.11.3   | Abhängigkeit von anderen Komponenten.....        | 22        |
| 3.11.4   | Offene Punkte .....                              | 22        |
| 3.12     | Aufteilung eines hydrodynamischen Bereichs ..... | 22        |
| 3.12.1   | Anforderungen .....                              | 25        |
| 3.12.2   | Umsetzung.....                                   | 26        |
| 3.12.3   | Abhängigkeit von anderen Komponenten.....        | 26        |
| 3.12.4   | Offene Punkte .....                              | 26        |
| 3.13     | Zufluss innerhalb eines Transportelements.....   | 26        |
| 3.13.1   | Anforderungen .....                              | 26        |
| 3.13.2   | Umsetzung.....                                   | 27        |
| 3.13.3   | Offene Punkte .....                              | 28        |
| 3.14     | Ausgabe innerhalb eines Transportelements .....  | 28        |
| 3.14.1   | Anforderungen .....                              | 28        |
| 3.14.2   | Umsetzung.....                                   | 28        |
| 3.14.3   | Offene Punkte .....                              | 28        |
| <b>4</b> | <b>Projektplan</b>                               | <b>29</b> |
| <b>5</b> | <b>Glossar</b>                                   | <b>30</b> |

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

# 1 Projektorganisation

## 1.1 Versionshistorie

| Abgeschlossen am | Version | Beschreibung                         | Autor       |
|------------------|---------|--------------------------------------|-------------|
|                  | 1.0     | Neu erstellt auf Basis des Angebotes | Rothe, Loch |
|                  |         |                                      |             |

## 1.2 Projektbeteiligte Personen

|               |   |
|---------------|---|
| EG/LV         | Herr Johann                               |
| BRW           | Herr Greis                                |
| Niersverband  | Frau Kaiser, Herr Koenig, Herr Walter     |
| WVER          | Herr Dr. Demny                            |
| Wupperverband | Herr Scheibel                             |
| Hydrotec      | Herr Bürvenich, Frau Dr. Loch, Herr Rothe |

## 1.3 Aufgabe des Pflichtenheftes

Das Pflichtenheft zum Projekt „NASIM HDR II “ beschreibt die für das Projekt zu erstellende Software. Es beschreibt ggf. also auch, was *nicht* zu tun ist.

Das Pflichtenheft beschreibt, wo noch Unklarheiten vorliegen und stellt (soweit möglich) Handlungsalternativen vor. Im Rahmen des Projektfortschrittes (und dieses Pflichtenheftes) sind diese Unklarheiten zu beseitigen und eine von mehreren Alternativen festzulegen. Ggf. bleiben Hinweise auf nicht gewählte Wege im Text erhalten.

Die Software wird soweit beschrieben, dass klar wird, wie sich die Software dem Endnutzer präsentieren wird und was sie für ihn leistet.

## 1.4 Dokumente dieses Projektes

- Angebot

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

- Bericht zu P1585 „Hydrodynamischer Rechenkern“

## 1.5 Projektskizze

In mehreren Teilprojekten im Auftrag des Niersverbandes und mit Unterstützung des WVER und der EG wurde 2013 und 2014 ein Softwarebaustein NASIM HDR entwickelt. NASIM HDR ermöglicht auf Basis vorhandener Grundlagendaten eine hydrodynamisch verlässliche Berechnung des Wellenablaufs bei moderaten Rechenzeiten. Gegenüber der vorhandenen NASIM-Methodik sind v.a.

- die Ermittlung von Rückstau,
- die Betrachtung von Wasserständen,
- die Rückkopplungen in verzweigten Systemen,
- die Berechnung von Kanal-Druckrohr-Abfluss und
- die freie Skalierbarkeit, d.h. Transportelemente können beliebig klein und beliebig zusammengefasst werden,

zu nennen.

Der hydrodynamische Rechenkern (HDR) wurde unter anderem von Studenten in Zusammenhang mit ihren Abschlussarbeiten benutzt und getestet. Dabei konnte insbesondere die Anwendbarkeit auf Kanäle nachgewiesen werden. Des Weiteren wurden technische und methodische Probleme aufgedeckt und behoben.

Algorithmisch und bzgl. der Rechenzeiten hat HDR einen guten Stand erreicht.

Die noch ausstehende Integration in NASIM hat zum Ziel, einem NASIM-Anwender den Einsatz dieses hydrodynamischen Rechenkerns so einfach zu machen, wie er heute beispielsweise das Kalinin-Miljukov-Verfahren einsetzt.

## 1.6 Projekthomepage

Über die Projekthomepage <https://www.hydrotec.de/projektbereich/nasim-entwicklung/> sind jeweils alle Versionen dieses Pflichtenheftes, Protokolle und ggf. weitere Dokumente abrufbar.

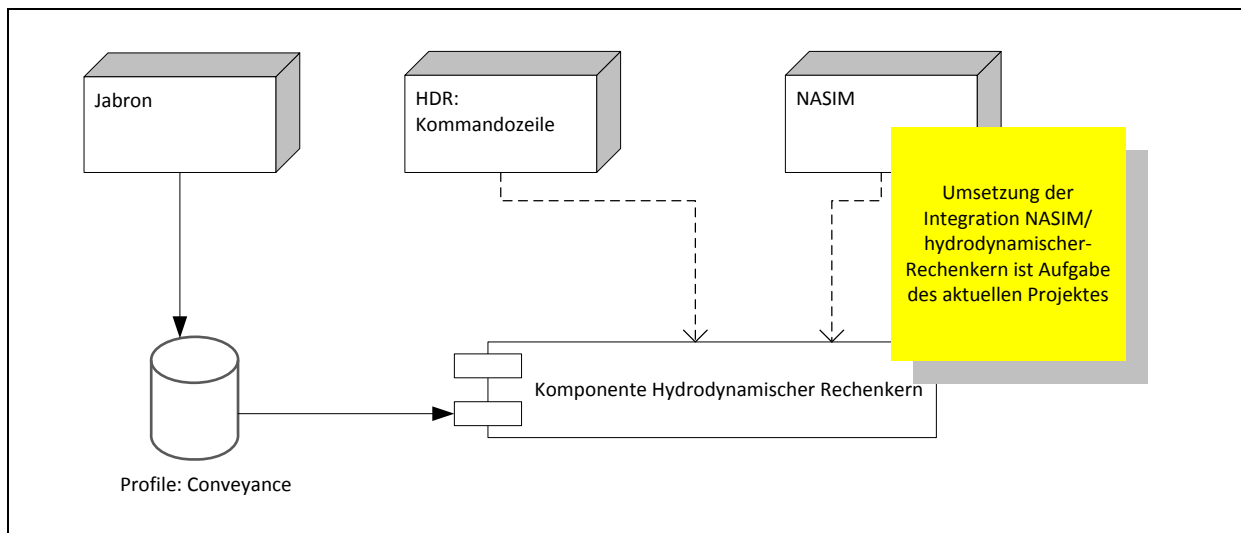
Passwörter sind beim Hydrotec-Projektleiter anzufordern.

Die Projekthomepage wird von den Hydrotec-Projektbearbeitern gepflegt.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

## 2 Softwarearchitektur

Die wesentliche Aufgabe dieses Projektes soll die folgende Komponentenskizze verdeutlichen:



Die Algorithmen stehen im Wesentlichen bereit. Einige NASIM-Transportelemente wie Abzweige, Mehrfach-Abzweige, Kanäle und Speicher, zeigen Besonderheiten auf, die für die „hydrodynamische“ Methode speziell behandelt werden müssen, vergl. Kapitel 3.9, 3.10, 3.11.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

### 3 Softwarekomponenten im Detail

#### 3.1 Transportelementtypen

##### 3.1.1 Anforderungen

| TE-Typ                            | Umsetzung in HDR  | Besondere Angaben                    |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|
| Gerinne (Abflusskurve)            | Profile aus „Network.xml“ (Jabron)  | Stationierung, vergl. Kaptiel 3.7    |
| Gerinne (repräsentative Profile)  | Interne Profile   | „Sohlhöhe unten“, vergl. Kapitel 3.8 |
| Kanal (außer Kanal mit Fließzeit) | Interne Profile   | „Sohlhöhe unten“, vergl. Kapitel 3.8 |
| (Mehrfach-)Abzweige               | Keine Profile<br>Verbindungen von Profilen der Oberlieger und Unterlieger | ggf. Aufteilung, vergl. Kapitel 3.11 |
| Speicher                          | Interne Profile   | „Sohlhöhe unten“, vergl. Kapitel 3.8 |
| Kanal mit Fließzeit               | Hydrodynamische Berechnung nicht möglich                                  | -                                    |
| Kläranlage                        | Hydrodynamische Berechnung nicht möglich                                  | -                                    |

Das „hydrodynamische Netzwerk“ bestehend aus Profilen und deren Verbindungen wird gemäß der TE-Typen erstellt.

#### 3.2 Nutzereingaben zur hydrodynamischen Berechnung

##### 3.2.1 Anforderungen

Die folgende Tabelle stellt die neuen Eingabefelder für Elemente, die hydrodynamisch berechnet werden, zusammen

| Eingabe                                      | Darstellung                                | Angabe erforderlich? |
|--|--|----------------------|
| Auswahl „hydrologisch“ oder „hydrodynamisch“ | Radiobutton,<br>Default ist „hydrologisch“ | Ja                   |

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

| Randbedingungen  |  |  |
|--|--|--|
| Nutzung bei TE-Typen: Gewässer, Kanal  |  |  |
| Eingabe  | Darstellung  | Angabe erforderlich?   |
| Auswahl der Randbedingung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sohlgefälle,</li> <li>• Energieliniengefälle</li> <li>• Fester Unterwasserstand</li> <li>• Unterwasserstandszeitreihe</li> </ul> | Radiobutton,<br>Default ist Sohlgefälle: In diesem Fall wird mit dem Sohlgefälle des hydrol. TE als Energieliniengefälle gerechnet | bei Transportelementen, die am unteren Rand eines hydrodynamischen Bereichs liegen |
| Randbedtyp = Energieliniengefälle<br>Energieliniengefälle  | Eingabefeld  | Ja   |
| Randbedtyp = Fester Unterwasserstand<br>Unterwasserstand in absoluter Höhe   | Eingabefeld  | Ja   |
| Randbedtyp = Unterwasserstandszeitreihe  | Zeitreihe wird im Zeitreihenfenster registriert: vgl. 3.4.<br>Bei Systemelement wird Auswahlliste angeboten                        | Ja   |

| Gewässerstationierung   |                   |                      |
|---|-------------------|----------------------|
| - Eingabefelder existieren bereits in NASIM 4.4; Werden neu genutzt - |                   |                      |
| Nutzung bei TE-Typ: Gerinne (Abflusskurve)                            |                   |                      |
| Eingabe   | Darstellung       | Angabe erforderlich? |
| Gewässernummer  | Eingabefeld: Text | Ja                   |
| Station oben  | Eingabefeld: Zahl | Ja                   |
| Station unten   | Eingabefeld: Zahl | Ja                   |

| Sohlhöhe  |                   |                      |
|---|-------------------|----------------------|
| Nutzung bei TE-Typen: Gerinne (repräsentative Profile), Kanäle, Speicher          |                   |                      |
| Eingabe   | Darstellung       | Angabe erforderlich? |
| Sohlhöhe am unteren Ende der Transportstrecke<br>Bezeichnung:<br>„Sohlhöhe unten“ | Eingabefeld: Zahl | Ja                   |



|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

| Innere Abflusszeitreihen ausgeben<br>Nutzung bei TE-Typen: Gerinne, Kanäle, Speicher |                  |                      |
|--|------------------|----------------------|
| Eingabe  | Darstellung      | Angabe erforderlich? |
| <b>Tabelle:</b> Gewässerstationen an denen Abflüsse ausgegeben werden sollen         | Kilometerangaben | Nein                 |

| Hydrodynamischen Bereich explizit unterbrechen<br>Nutzung bei TE-Typen: Gerinne, Kanäle, Speicher |  |   |
|---|--|---|
| Eingabe   | Darstellung                            | Angabe erforderlich?  |
| Attribut „Ende des Bereiches“   | Checkbox<br>Default = nicht ausgewählt | Nein<br>Kann gesetzt werden um hydrodynamische Bereiche aufzuteilen, siehe Kapitel 3.12 |

Bei allen Systemelementen – bei hydrologisch und hydrodynamisch berechneten

| Eingabe                               | Darstellung  | Angabe erforderlich?   |
|---------------------------------------|--|--|
| Einleitungskilometer für Hauptabfluss | Flusskilometer des Unterliegers, in den der Hauptabfluss einleitet | Nein   |
| Einleitungskilometer für Überlauf     | Flusskilometer des Unterliegers, in den der Überlauf einleitet     | Nein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abzweige</li> <li>• Speicher</li> <li>• Kanalüberlauf</li> </ul> |

### 3.2.2 Offene Punkte

Der Einleitungskilometer wird im Systemelement-Fenster des Oberliegers angegeben. Daher gibt es das Eingabefeld für alle Systemelemente. Ob der Kilometer für die Einleitung genutzt werden kann, hängt davon ab, ob das Abflussziel „hydrodynamisch“ ist oder nicht.

Soll es eine Warnung oder einen Hinweis geben, wenn das Abflussziel „hydrologisch“ ist?

## 3.3 GUI: Eingabefenster Systemelement

### 3.3.1 Anforderungen

Für die hydrodynamische Berechnung werden zum Teil andere Angaben als für die hydrologische Berechnung benötigt.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Daher wird die Auswahl „hydrologisch Rechnen“ oder „hydrodynamisch Rechnen“ angeboten und Eingabefelder werden abhängig von der Wahl bereitgestellt.

Die Eingaben können sowohl in den Tabellen (Transportelemente -Tabelle oder Systemelemente-Tabelle) als auch im Systemelement-Fenster erfolgen. Dieses Kapitel beschreibt die Eingaben im Systemelement-Fenster.

### 3.3.2 Umsetzung

An mehreren Stellen im Systemelement-Fenster werden neue Auswahlmöglichkeiten und Eingabefelder bereitgestellt. In den folgenden Rubriken wird es Ergänzungen geben:

- Kenndaten
- Transportelement
- Transportelement -> Kanal/Speicher/(Mehrfach-)Abzweig
- Zuflüsse
- Zeitreihen

#### **Kenndaten:**

Zusätzliches Eingabefeld für den Einleitungskilometer des Hauptabflusses:

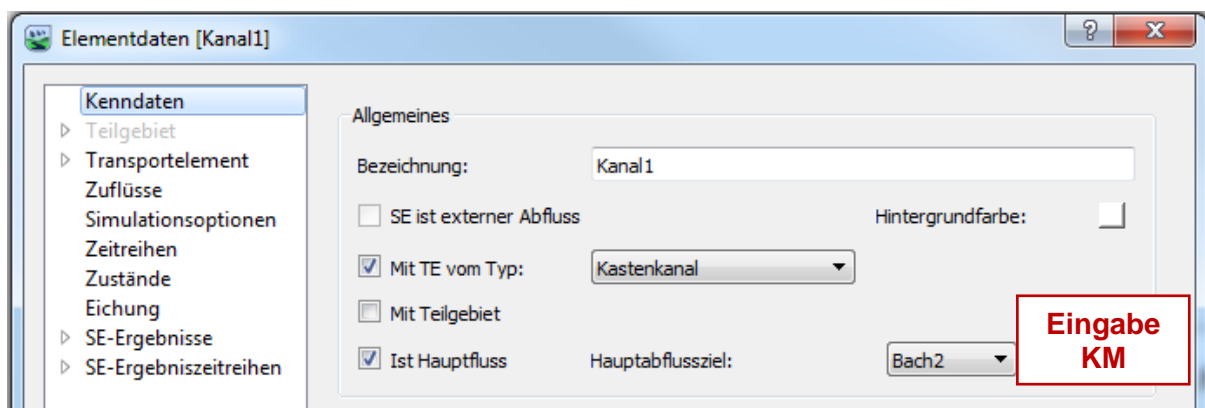


Abbildung 3-1: Eingabefeld für den Einleitungskilometer

#### **Transportelement:**

- Auswahl „hydrologisch“ oder „hydrodynamisch“. Abhängig von der Wahl werden weitere Eingabefelder eingeblendet.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

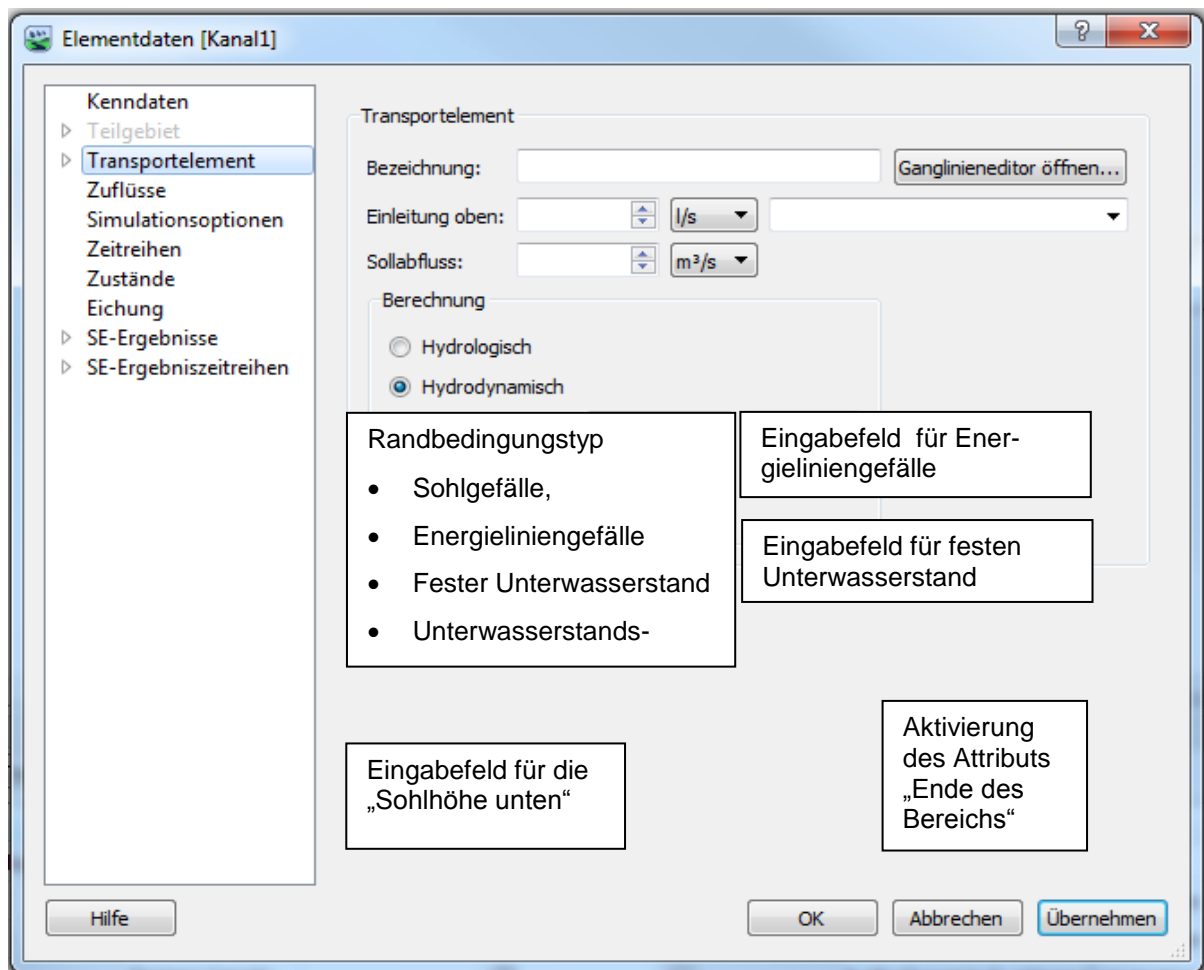


Abbildung 3-2: Elementdaten-Dialog mit Auswahl "hydrologisch" oder "hydrodynamisch"

- Der Randbedingungstyp ist per Default auf „Sohlgefälle“ gesetzt. Die Auswahl wird immer angezeigt, aber nur für die Berechnung benutzt, wenn das Transportelement am unteren Rand eines hydrodynamischen Bereichs liegt.
- Je nach Auswahl des Randbedingungstypen werden weitere Eingabefelder eingeblendet.
- Das Eingabefeld für die „Sohlhöhe unten“ ist immer aktiviert, die Eingabe wird aber nicht berücksichtigt, wenn das Transportelement vom Typ Gerinne (Abflusskurve) ist.
- Die Checkbox „Ende des Bereichs“ ist immer vorhanden und per Default **nicht** ausgewählt. Zur Bedeutung dieses Feldes vgl. 3.12

#### **Transportelement → Kanal/Speicher/(Mehrfach-)Abzweig:**

Jeweils ein Eingabefeld für den Einleitungskilometers bei Überläufen, seitlichen Abflüssen oder Entnahmen wird bereitgestellt.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

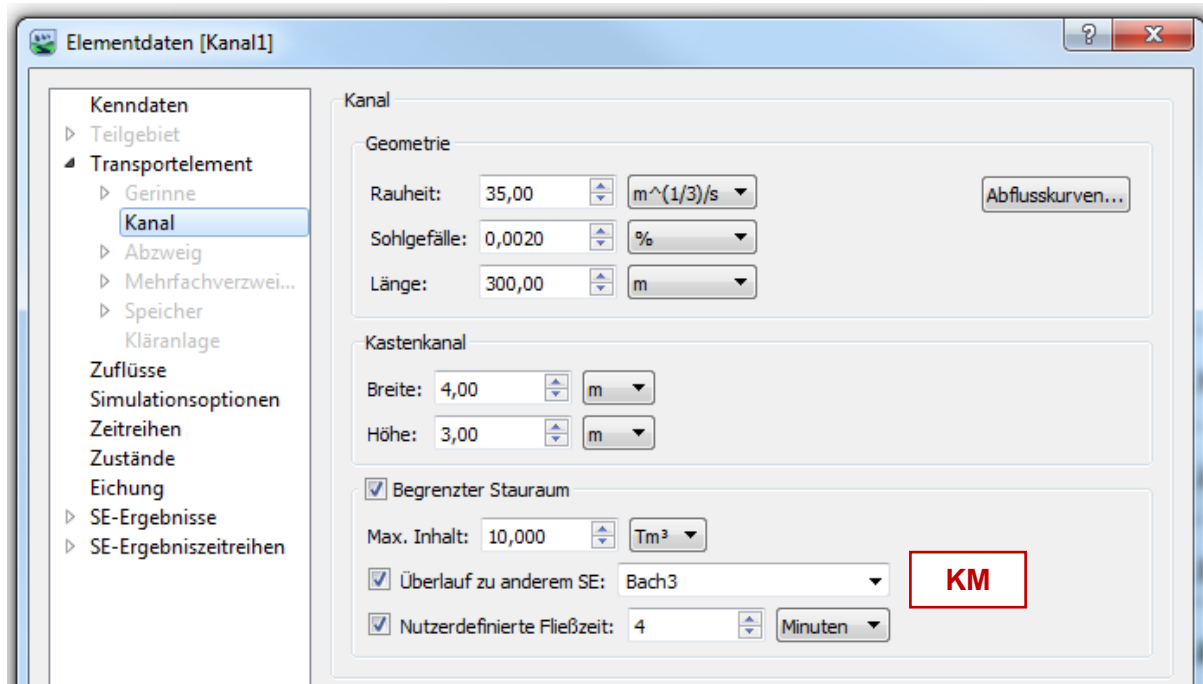


Abbildung 3-3: Eingabe des Einleitungskilometers für weitere Abflüsse am Beispiel Kanalüberlauf

### Zuflüsse:

Die Liste der Zuflüsse bekommt eine neue Spalte, die die Einleitungskilometer enthält. Diese Kilometerangaben entsprechen den Einleitungskilometern, die im Oberlieger angegeben sind.

### Zeitreihen:

Die Auswahl der Unterwasserstands-Zeitreihe wird ergänzt.

### 3.3.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

Kapitel 3.4

### 3.3.4 Offene Punkte

Die grafische Aufteilung der Felder steht noch aus.

## 3.4 GUI: Zeitreihen-Dialog

Für den Randbedingungs-Typ „Unterwasserstand“ wird ein neuer Zeitreihentyp benötigt. Die Reihe gibt Wasserstände zu verschiedenen Zeitpunkten an.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

### 3.4.1 Umsetzung

Im Zeitreihen-Dialog (Projekt -> Zeitreihen) wird ein neuer Reiter „Wasserstand“ angelegt. Die Angabe der Zeitreihen erfolgt genauso wie für die anderen Zeitreihen.

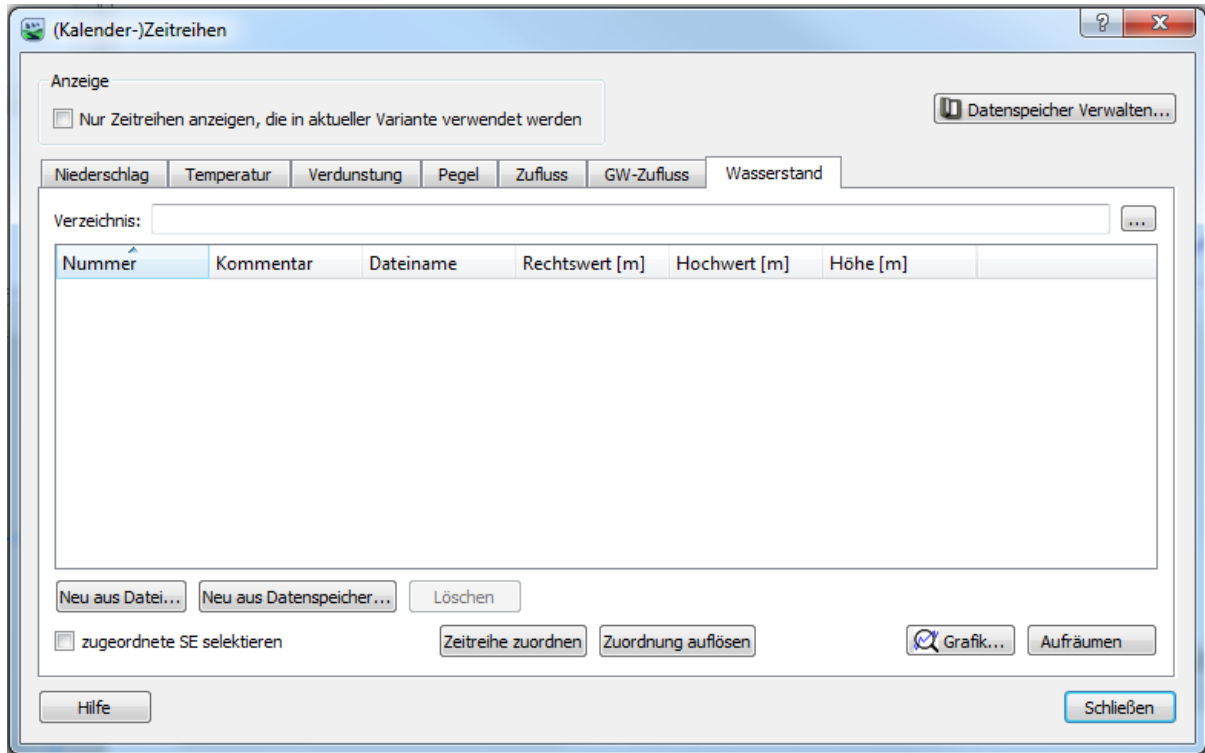


Abbildung 3-4: neuer Reiter "Wasserstand"

### 3.4.2 Abhängigkeit von anderen Komponenten

nein

### 3.4.3 Offene Punkte

Sollen Stationen auch in Systemelement-Fenster -> Transportelement?

## 3.5 GUI: Tabellen-Ansicht

### 3.5.1 Anforderungen

Die Transportelemente-Tabelle wird um die in Kapitel 3.2 beschriebenen Merkmale erweitert.

Die Eingaben können sowohl in den Tabellen (Transportelemente-Tabelle oder Systemelemente-Tabelle) als auch im Systemelement-Fenster erfolgen. Die Werte werden in die jeweils andere Ansicht übernommen.

Damit sind die Daten insbesondere auch in den XML- und Python-API verfügbar.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Des Weiteren werden zwei neue Haupt-Tabellen erstellt (vgl. 3.14).

- Tabellen -> Zeitreihen -> Ergebniszeitreihen an Station
- Tabellen -> Statistik -> HQ-Statistik bei Kilometer

Die Tabelle „**Ergebniszeitreihen an Station**“ enthält alle Systemelemente, für die während der Simulation eine Abflusszeitreihe innerhalb des Transportelements ausgegeben werden soll, und den Kilometer der Ausgabestation, vgl. Kapitel 3.14.

| SE      | Kilometer der Ausgabestation [km] |
|---------|-----------------------------------|
| SE 4711 | 345,6                             |
| SE 4711 | 444                               |
| SE 508  | 123,4                             |

Tabelle 1: Beispiel für die Haupttabelle "Ergebniszeitreihen an Station"

Die Tabelle „**Statistik->HQ-Statistik bei Kilometer**“ enthält nach einer Simulation die nach dem Abzählverfahren berechneten HQ1-, HQ2- und HQ3-Auswertungen. Diese Auswertungen erfolgen für die in der Tabelle „Ergebniszeitreihen an Station“ angegebenen Stationen.

### 3.5.2 Abhängigkeit von anderen Komponenten

3.3 GUI : Eingabefenster Systemelement

### 3.5.3 Offene Punkte

-

## 3.6 GUI: Systemplan

### 3.6.1 Anforderungen

Im Systemplan sollen die „hydrodynamischen Bereiche“ (vergl. Kapitel 3.12) optisch abgegrenzt werden.

Der Nutzer kann mit einem Button die hydrodynamischen Bereiche bestimmen und im Systemplan anzeigen lassen.

### 3.6.2 Umsetzung

Jeder Bereich wird durch eine gesonderte Rahmenfarbe der Systemelemente gekennzeichnet.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

### 3.6.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

nein

### 3.6.4 Offene Punkte

Diese Anforderung wurde nicht angeboten (und daher auch nicht beauftragt). Hydrotec möchte dies nach Möglichkeit trotzdem umsetzen.

Diskussion: Wie sinnvoll/notwendig ist das?

Ist die Darstellung durch die Rahmenfarbe der Systemelemente klar genug?

## 3.7 Stationierung

### 3.7.1 Anforderungen

Ist ein hydrodynamisches Transportelement vom Typ **Gerinne (Abflusskurve)** werden die Profile für die „hydrodynamische“ Berechnung aus der Datei „Network.xml“ (Jabron-Export) eingelesen. Für die Zuordnung zu den Transportelementen müssen die Stationen und Gewässernummern angegeben werden.

Da die Profile für die übrigen Transportelementtypen intern erstellt werden, ist die Angabe der Stationierung für diese übrigen Transportelementtypen nicht nötig. Die Stationen können aber angegeben werden.

Der Nutzer wird durch entsprechende Fehlermeldung dazu aufgefordert die nötigen Daten anzugeben.

### 3.7.2 Umsetzung

Die Stationskilometer (Zufluss und Abfluss) und Gewässernummern werden in der Systemelemente-Tabelle eingetragen. Die Angaben der Stationskilometer werden auf Konsistenz überprüft. Die im Transportelement angegebene Länge wird nicht berücksichtigt.

Bei fehlenden und fehlerhaften Daten wird eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

Für die Zuordnung der Profile zu den Transportelementen, müssen die Daten in Jabron mit den angegebenen Daten in NASIM kompatibel sein. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten:

- Die Jabron-Profile erhalten die Gewässernummer und den Flusskilometer. Die Angaben der Stationskilometer in NASIM müssen dann entsprechend gesetzt werden.
- Die Jabron-Profile erhalten zusätzlich die Station. Aus der Stationsbezeichnung wird ein entsprechender Kilometer abgeleitet. Die Zuordnung in NASIM findet dann über diesen

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Kilometer statt. Ist die Station in Jabron nicht angegeben oder kann aus der Bezeichnung kein Kilometer ermittelt werden, gilt die erste Variante.

### 3.7.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

0, 3.3, 3.4

### 3.7.4 Offene Punkte

-

## 3.8 Sohlhöhe

### 3.8.1 Umsetzung

Für folgende Transportelemente werden die Profile intern erstellt:

- **Gerinne (repräsentative Profile)**
- **Kanal (außer Kanal mit Fließzeit)**
- **Speicher**

Dabei sind die Höhenangaben [m] in der Definition der Geometrie für Gerinne und Kanäle bzw. Volumen-Höhen-Tabelle bei Speichern relativ zur Sohlhöhe zu verstehen und geben damit Wassertiefen an. Da die Wasserspiegellagen [mNN] für die hydrodynamische Berechnung benötigt werden, ist eine zusätzliche Angabe der Sohlhöhe erforderlich.

Die angegebene Sohlhöhe bezieht sich jeweils auf den unteren Rand der Transportstrecke. Daher wird sie mit „Sohlhöhe unten“ bezeichnet.

Bei fehlenden Eingaben wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Die Angabe der Sohlhöhe entfällt für Transportelemente vom Typ **Gerinne (Abflusskurve)**, da die Sohlhöhen in den eingelesenen Profilen enthalten sind, und für **(Mehrfach-)Abzweige**, da diese Transportelemente keine Profile enthalten.

### 3.8.2 Abhängigkeit von anderen Komponenten

0, 3.3, 3.4

### 3.8.3 Offene Punkte

-



|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

### 3.9 Kanal und Kanalüberläufe

Kanäle, die durch eine Geometrie bestimmt sind, können „hydrodynamisch“ berechnet werden.

Kanäle mit Fließzeit können nicht „hydrodynamisch“ bestimmt werden, da das Konzept der Fließzeit der dynamischen Berechnung widerspricht.

#### 3.9.1 Anforderungen

Die bisher nötigen Parameter für einen Kanal mit unbegrenztem oder begrenztem Stauraum sollen auch im Fall „hydrodynamisch“ benutzt werden und für die Berechnung ausreichend sein.

Um die Kanalberechnung von „hydrologisch“ auf „hydrodynamisch“ umzuschalten, ist lediglich die zusätzliche Angabe der „Sohlhöhe unten“ erforderlich.

#### 3.9.2 Umsetzung

Der Kanal wird durch drei geschlossene Profile gemäß der angegebenen Geometrie und Wandrauheit dargestellt. Die Lage und Höhe der Profile werden aufgrund der Länge, des Gefälles und der angegebenen Sohlhöhe des Transportelements ermittelt. Die geschlossenen Profile erhalten einen „Preissmannslot“, vergl. Bericht zu P1585 „Hydrodynamischer Rechenkern“.

Zusätzlich zu den Kanalprofilen wird der Stauraum angelegt. Wasser kann in beide Richtungen zwischen dem Kanal und seinem Stauraum fließen. Beim Überlaufen des Kanals gelangt es in den Stauraum. Ist Wasser im Stauraum vorhanden und der Kanal kann Wasser aufnehmen, läuft die entsprechende Menge in den Kanal zurück.

Ist der Stauraum unbegrenzt, ist diese Methode ausreichend, um den Kanalstauraum zu modellieren.

Im Fall eines begrenzten Stauraums muss der Zufluss zum Überlaufziel bestimmt werden. Dabei soll die vom Nutzer eingegebene oder intern bestimmte Fließzeit berücksichtigt werden.

Da eine Fließzeit im hydrodynamischen Konzept nicht direkt realisierbar ist, werden zur hydrodynamischen Berechnung künstliche Profile generiert. Diese künstlichen Profile sollen das Konzept „Abfluss über die Straße“ abbilden. Gewählte Parameter sind:

- Breite ist vierfache Breite des Kanals
- Rauigkeit für Asphalt

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

- Gefälle ist 0,1%
- Länge wird so gewählt, dass bei 10cm Fließtiefe die vom Nutzer vorgegebene Fließzeit erreicht wird. (Einsatz Strickler-Formel, stationär)

Der Abfluss direkt unterhalb des unteren Straßen-Profils wird an das Überlaufziel weitergegeben.

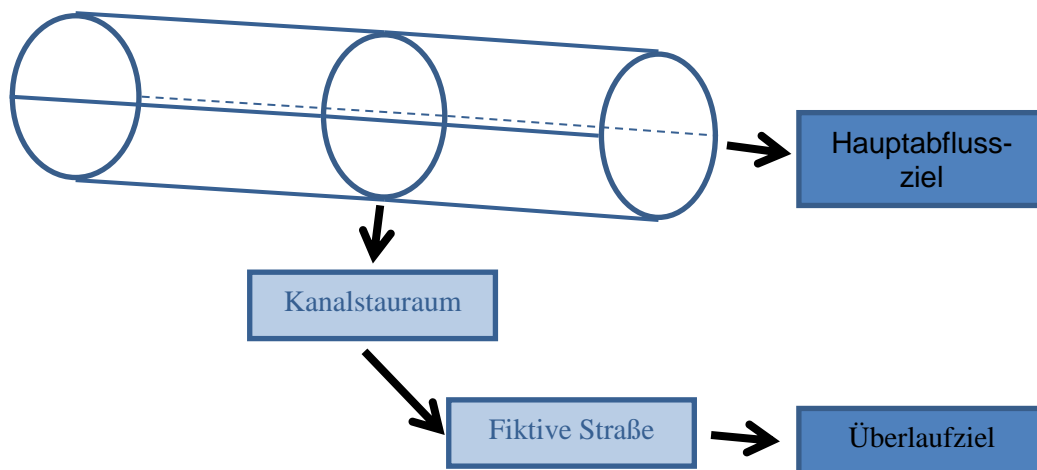


Abbildung 3-5: Darstellung des "hydrodynamischen" Kanalüberlaufs

### 3.9.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

Keine

### 3.9.4 Offene Punkte

- Die Festlegung der Straßenprofile ist eine recht willkürliche Annahme. Kann man damit so leben? Sind 10 cm eine gute Wahl?
- Überprüfen, ob diese Fließzeit im HDR dann auch wirklich eingehalten wird? Was ist die Fließzeit in der hydrodynamischen Berechnung?

## 3.10 Speicher und Drosselkurve

Es gibt Fälle, in denen es sinnvoll ist, den Speicher hydrodynamisch zu berechnen um beispielsweise Rückstau aus einem Speicher in den zulaufenden Kanal zu modellieren.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

### 3.10.1 Anforderungen

In NASIM wird der Speicher über Speichervolumen, Wasserstand und zugehörige Abflüsse angegeben. Diese Parametrisierung soll direkt für das hydrodynamische Modell benutzt werden.

Wasser kann auch rückwärts aus dem hydrodynamischen Speicher fließen und somit insbesondere Rückstau in oberhalb liegenden Gewässerabschnitt oder Kanal modellieren.

Rückstau in das Becken aus den Unterliegern (über Drossel, Entnahme,...) wird **nicht** abgebildet. Diese Abflüsse werden allein durch den Speicherinhalt – und unabhängig von Unterliegern – bestimmt.

Es gibt maximal drei Unterlieger: Drosselabfluss, Überlaufabfluss, Entnahme.

Die in der Speicherkurven-Tabelle angegebenen Höhen [m] sind als Wassertiefen zu verstehen. Zur Bestimmung der Wasserspiegellage [mNN] wird intern die Sohlhöhe [mNN] des Speicherprofils addiert. Daher **müssen** die Höhen in der Tabelle für die hydrodynamische Berechnung als Wassertiefen relativ zum zusätzlichen Eingabefeld „Sohlhöhe unten“ [mNN] angegeben werden. Außerdem ist die Eingabe der „Sohlhöhe unten“ erforderlich.

### 3.10.2 Umsetzung

Die Abflüsse aus dem Speicher zu den Unterliegern werden auf Basis der angegebenen Kurven (Drosselkurve, evtl. Überlaufkurve und/oder Entnahmekurve) bestimmt.

Der Abfluss aus dem oberliegenden Profil wird unter Berücksichtigung der Conveyance des Oberlieger-Profiles und des Wasserstands im Speicher berechnet.

### 3.10.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

nein

### 3.10.4 Offene Punkte

-

## 3.11 Abzweige hydrodynamisch

### 3.11.1 Anforderungen

Der hydrodynamische Ansatz ist geeignet um Gewässerverzweigungen und Kanalverzweigungen abzubilden. Technische Aufteilungsbauwerke (Regenüberläufe) werden eher mit den klassischen NASIM-Abzweigen modelliert.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Bestehende Systempläne können unter den folgenden Voraussetzungen mit hydrodynamischen Abzweigen gerechnet werden:

- mindestens ein Oberlieger und alle Unterlieger sind hydrodynamische Transportelemente (vom Typ Gerinne, Kanal oder Speicher)
- auf einen Abzweig/Multiabzweig folgt kein direkter weiterer Abzweig

Bei Verletzungen der Voraussetzungen werden entsprechende Fehlermeldungen ausgegeben.

Wie viel Wasser durch welche Verbindung fließt, wird vom hydrodynamischen Rechenkern in Abhängigkeit der Wasserstände bestimmt.

### 3.11.2 Umsetzung

Hydrodynamische (Mehrfach-)Abzweige enthalten selbst keine Profile sondern verbinden Profile der hydrodynamischen Oberlieger mit den jeweiligen Profilen aller hydrodynamischen Unterlieger.

Daher müssen mindestens ein Oberlieger und alle Unterlieger eines hydrodynamischen (Mehrfach-)Abzweigs hydrodynamische Transportelemente sein, die Profile enthalten (Gerinne, Kanal, Speicher). Ist diese Voraussetzung verletzt, wird eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

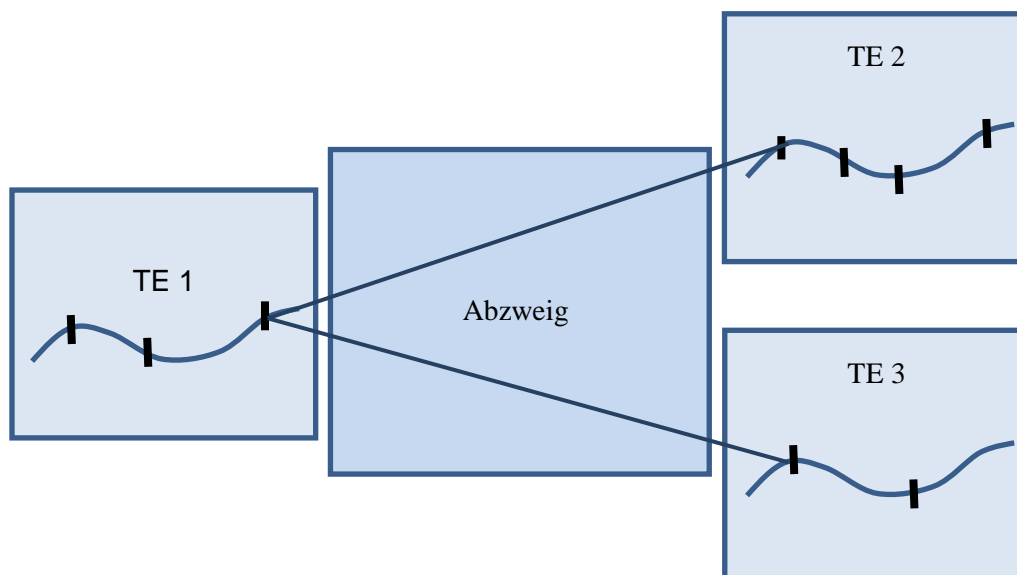


Abbildung 3-6: hydrodynamischer Abzweig verbindet das unterste Profil des Oberliegers TE1 mit dem jeweils obersten Profil der Unterlieger TE2 und TE3

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

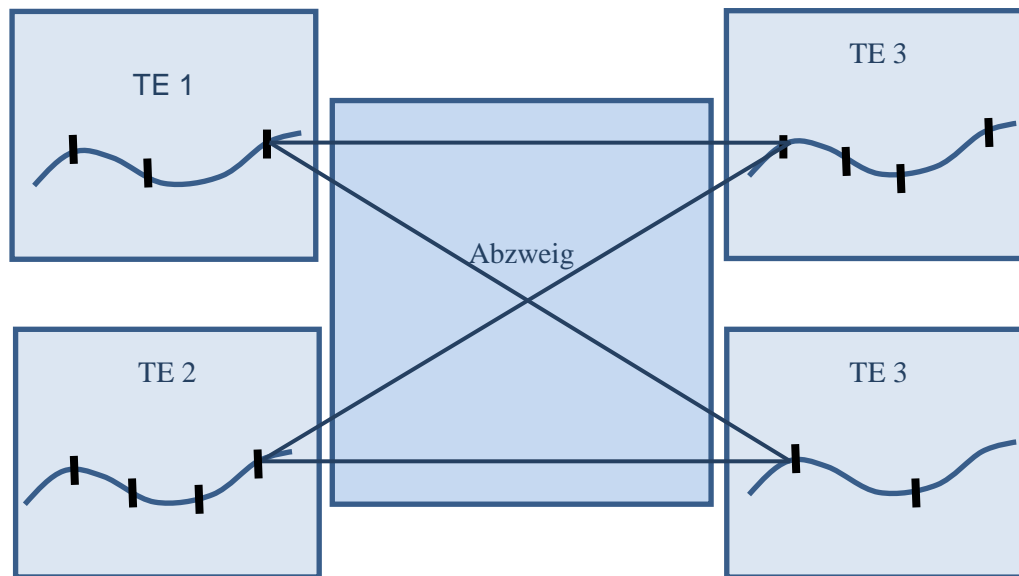


Abbildung 3-7: hydrodynamischer Abzweig verbindet jeweils die untersten Profile der Oberlieger TE1 und TE2 mit den obersten Profilen der Unterlieger TE3 und TE4

Insbesondere kann es keine Abfolge von (Mehrfach-)Abzweigen geben. Mehrere hintereinander geschaltete (Mehrfach-)Abzweige können aber durch **einen** Mehrfach-Abzweig dargestellt werden. Daher stellt diese Anforderung keine Einschränkung dar.

Besonderheiten stellen spezielle Oberlieger-Typen dar. Bei folgenden Oberlieger-Typen kann die Aufteilung nicht mit der hydrodynamischen Methode erfolgen:

- hydrologische Transportelemente
- hydrodynamische Speicher
- hydrodynamische Kanalüberläufe

Die Aufteilung entspricht in diesen Fällen der vom Nutzer vorgegebenen Aufteilung (nach Anteil, nach Funktion oder nach Schwellwert). Der entsprechende Abfluss wird dann auf die jeweiligen Unterlieger-Profile verteilt.

Ob die Aufteilung für einen Oberlieger hydrologisch oder hydrodynamisch erfolgt, wird bei hydrodynamischen (Mehrfach-)Abzweigen für jeden Oberlieger separat bestimmt. Daher ist es möglich mehrere Oberlieger, die verschiedene Voraussetzungen erfüllen, einzusetzen ohne, dass sie sich gegenseitig beeinflussen.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

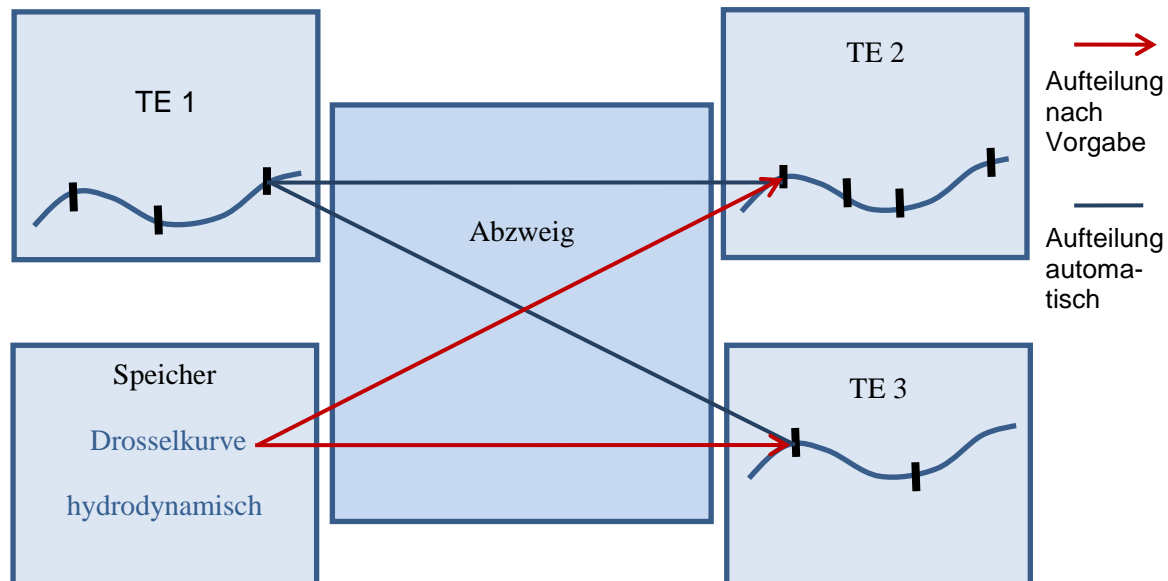


Abbildung 3-8: Abzweig mit verschiedenen Oberlieger-Typen

Hinweis: Ein hydrodynamischer Abzweig, der nur Speicher oder Kanalüberläufe als Oberlieger hat, rechnet eigentlich hydrologisch.

### 3.11.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

keine

### 3.11.4 Offene Punkte

Ein hydrodynamischer Abzweig benutzt die Eingaben, die für die hydrologischen Abzweige erforderlich sind nicht, solange alle Oberlieger hydrodynamische Gerinne oder Kanäle (nur Hauptabfluss) sind. Sobald es eine hydrologisches Transportelement, einen hydrodynamischen Speicher oder hydrodynamischen Kanalüberlauf als Oberlieger gibt, wird die Aufteilungs-Regel benötigt.

Sollen die Eingabefelder ausgegraut sein, wenn sie nicht benötigt werden?

## 3.12 Aufteilung eines hydrodynamischen Bereichs

Alle Transportelemente, die hydrodynamisch berechnet werden und über eine Abflussbeziehung miteinander verbunden sind, werden zu einem hydrodynamischen Bereich zusammengefasst. Dadurch kann es zu einer neuen Art von Berechnungszykeln kommen („hydrodynamischer Zykel“). Ein „hydrodynamischer Zykel“ entsteht, wenn ein oder mehrere Transportelemente sowohl Oberlieger als auch Unterlieger des hydrodynamischen Bereichs sind.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

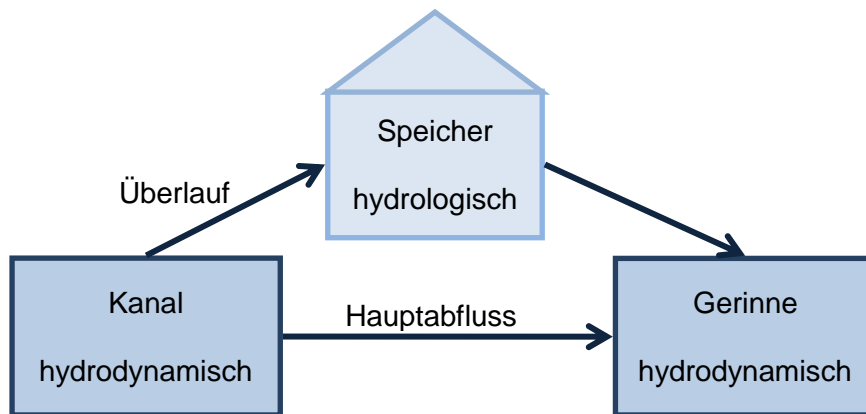


Abbildung 3-9 Beispiel: Hydrodynamischer Zykel

Ein hydrodynamischer Zykel kann auf verschiedene Weisen durch den NASIM-Anwender aufgelöst werden:

- Hydrologisch berechnete Transportelemente, die Zykel verursachen, werden hydrodynamisch berechnet oder deaktiviert. Im Beispiel würde der Speicher hydrodynamisch berechnet.
- Für bestimmte hydrodynamisch berechnete Transportelemente wird die Berechnung auf hydrologisch umgestellt. Im Beispiel würde das Gerinne auf hydrologisch gesetzt.
- Für bestimmte hydrodynamisch berechnete Transportelemente wird das Attribut „Ende des Bereichs“ gesetzt. Im Beispiel würde das Attribut für den Kanal gesetzt, vergl. Abbildung 3-10.

Die letzte Methode wird dann eingesetzt, wenn man die Berechnungsarten beibehalten will.

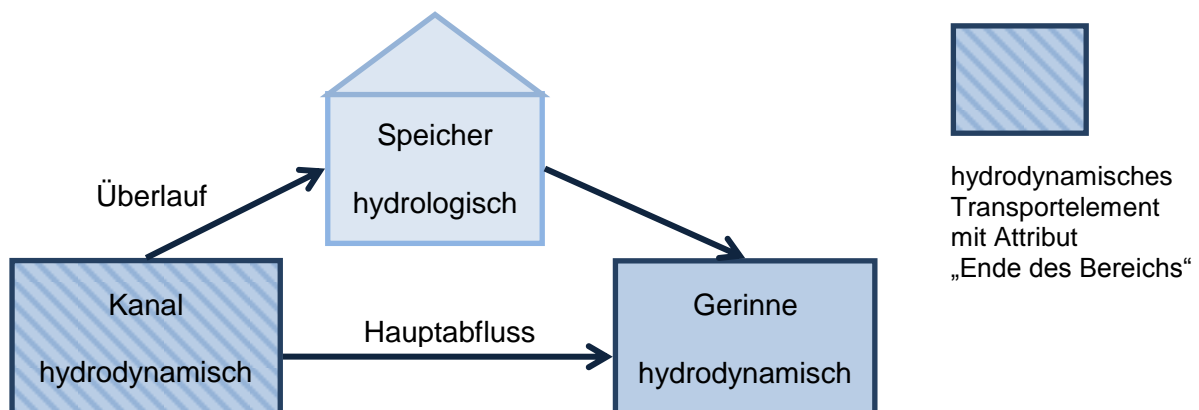


Abbildung 3-10 Aufteilung in zwei hydrodynamische Bereiche

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Im Beispiel (Abbildung 3-10) wird für den Kanal das Attribut „Ende des Bereiches“ gesetzt. Damit werden der Kanal und das Gerinne in jeweils einem eigenen hydrodynamischen Bereich berechnet.

Bevor der Nutzer die Bereiche aktiv aufteilen muss, versucht das Programm eine automatische Aufteilung durchzuführen. Dabei werden Kanalüberläufe und Abflüsse von Speichern auf „hydrologisch“ umgestellt. Im Beispiel (Abbildung 3-11) verursacht die Kläranlage einen hydrodynamischen Zykel:

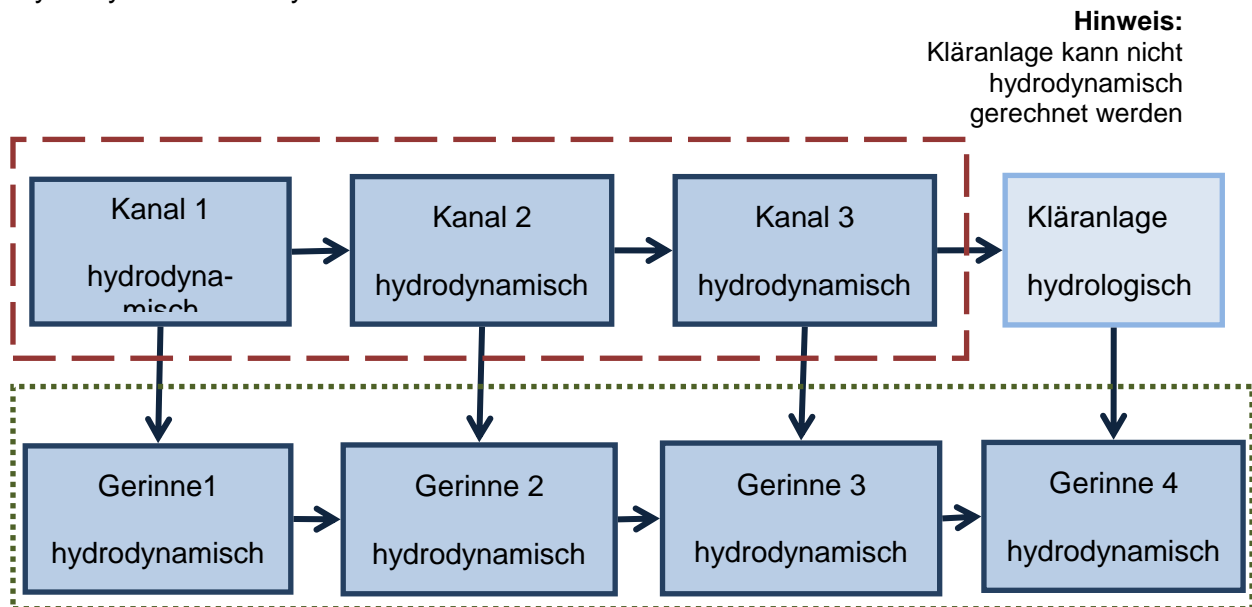


Abbildung 3-11: Kanalüberläufe werden „hydrologisch“ bestimmt

Daher werden automatisch alle Überläufe der hydrodynamischen Kanäle „hydrologisch“ bestimmt. Dadurch entstehen zwei hydrodynamische Bereiche. Der erste Bereich (rot gestrichelt) besteht nur aus den Kanälen, der zweite (grün gepunktet) aus den Gerinne-Elementen.

Diese Methode kann allerdings nicht immer erfolgreich sein kann. Es kann vorkommen, dass der Nutzer die Aufteilung dennoch selbst vornehmen muss. Beispiel:



|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

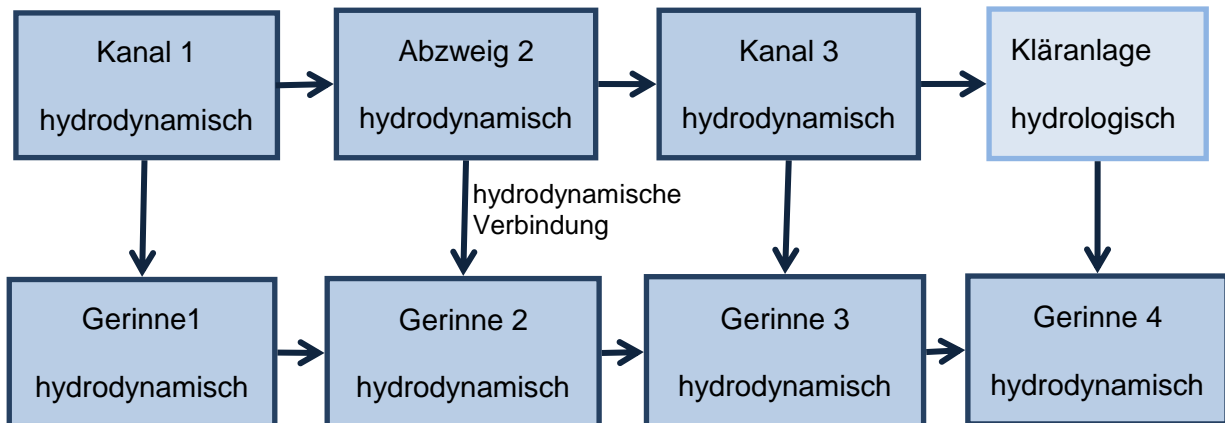


Abbildung 3-12 Automatische Aufteilung nicht möglich

Im obigen Beispiel verhindert der Abzweig eine automatische Aufteilung in mehrere Bereiche.

Die Auflösung des hydrodynamischen Zyklus könnte beispielsweise erfolgen, indem man Gerinne 4 auf hydrologisch setzt oder den Bereich bei Gerinne 3 durch das Attribut „Ende des Bereiches“ trennt. Der zweite Weg ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

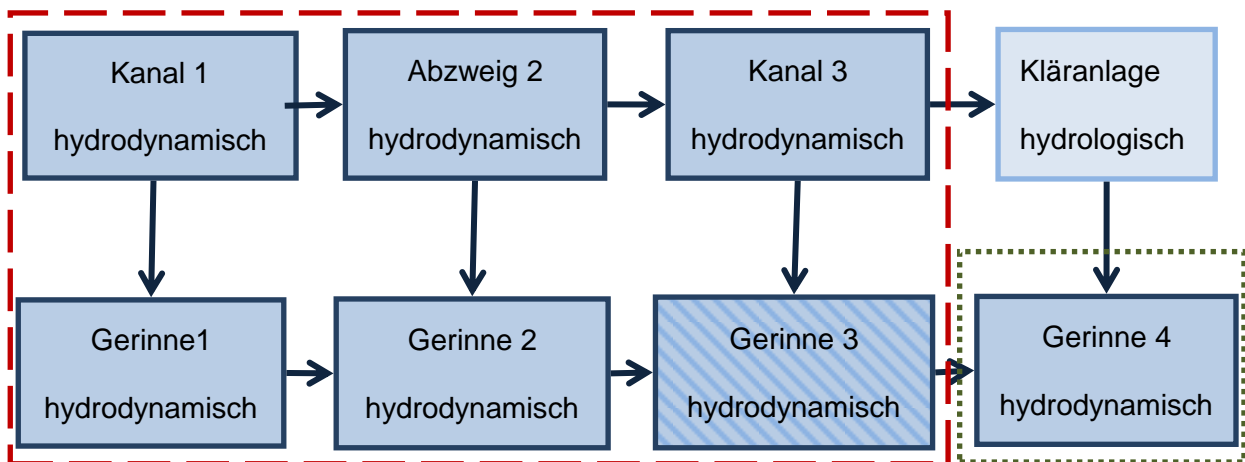


Abbildung 3-13 Aufteilung durch Setzen des Attributs

Der erste Bereich (rot gestrichelt) besteht dann aus den Kanälen, dem Abzweig und Gerinne 1-3, der zweite (grün gepunktet) nur aus Gerinne 4.

### 3.12.1 Anforderungen

Nach der Berechnung der hydrodynamischen Bereiche und ggf. automatischen Aufteilung werden Fehlermeldungen ausgegeben. Darunter werden auch die hydrodynamischen Zykel

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

mit einer Liste der Zykel-verursachenden Transportelemente angegeben. Hat der Nutzer die fehlenden Angaben gemacht und die Bereiche ggf. aufgeteilt, kann er die Bereiche erneut bestimmen lassen.

### **3.12.2 Umsetzung**

Nach der Bestimmung der hydrodynamischen Bereiche, werden alle Zykel ermittelt. Die automatische Aufteilung der Bereiche an den Kanalüberläufen und Speicherabflüssen wird überprüft. Wird ein Zykel dadurch aufgelöst, werden die entsprechenden Abflüsse hydrologisch weitergegeben.

Das Attribut „Ende des Bereiches“ erzwingt, dass **alle** Abflüsse (Hauptabfluss, ggf. Überlauf, etc.) dieses Transportelements als Randbedingungen bestimmt werden.

### **3.12.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten**

keine

### **3.12.4 Offene Punkte**

Grundsätzlich könnte es auch komplexere Systemplänen geben, in denen mehrere Aufteilungen erfolgen müssen. Inwieweit dies in der Praxis ein ernsthaftes Problem für Anwender wird, ist zur Zeit noch schwer abschätzbar.

## **3.13 Zufluss innerhalb eines Transportelements**

### **3.13.1 Anforderungen**

Der Zufluss erfolgt innerhalb eines hydrodynamischen Transportelements. Dadurch wird eine Aufteilung der Transportelemente vermieden.

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

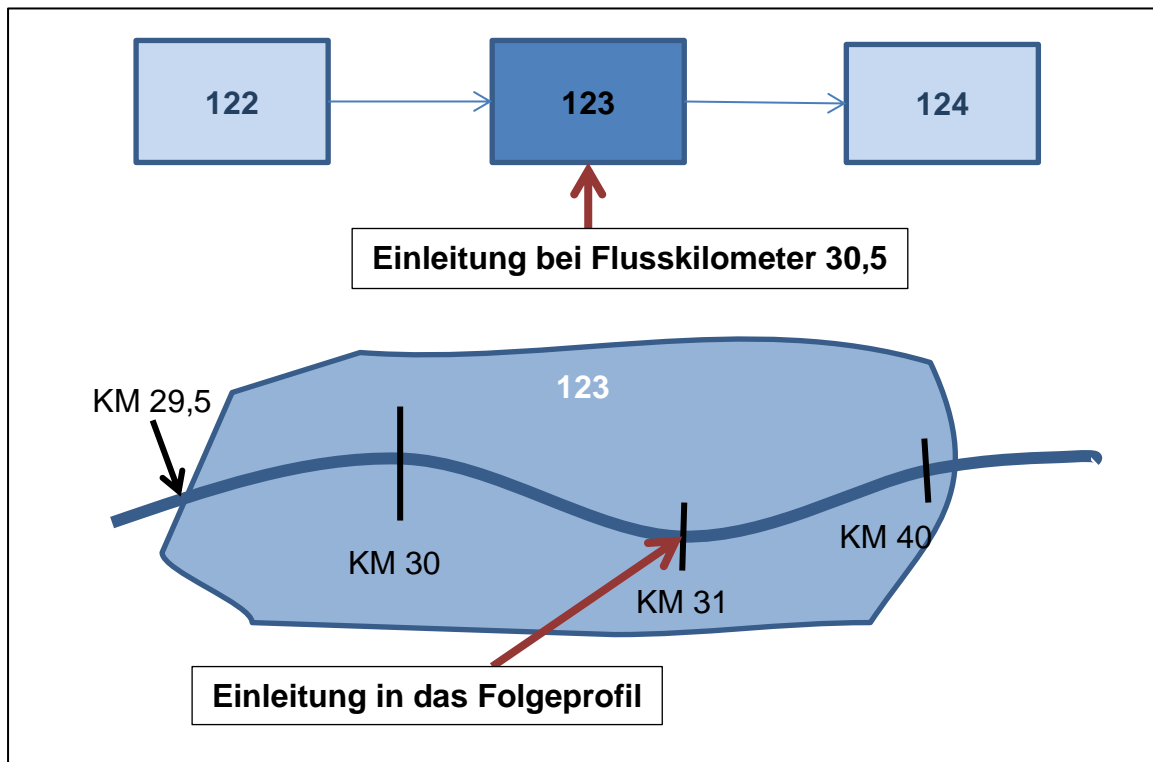


Abbildung 3-14 Zufluss innerhalb eines Gerinnes (Abflusskurve)

### 3.13.2 Umsetzung

Für Speicher und (Mehrfach-)Abzweige ist eine Einleitung innerhalb des Transportelements nicht möglich.

Das Verfahren den Zufluss innerhalb eines Transportelements zu setzen unterscheidet sich für zwei Gruppen von Transportelementtypen:

- Gerinne (Abflusskurve)
- Kanäle und Gerinne (repräsentative Profile)

Für Transportelemente vom Typ **Gerinne (Abflusskurve)** wird das erste Profil gesucht, das unterhalb des angegebenen Einleitungskilometers liegt. Der Zufluss wird dann an dieses Profil angeschlossen.

Da für hydrodynamische **Kanäle und Gerinne (repräsentative Profile)** interne Profile aus den Nutzerangaben erstellt werden, wird pro Zufluss ein zusätzliches baugleiches Profil eingefügt, das am angegebenen Kilometer liegt.

Sind Stationen für das Transportelement angegeben, muss der Einleitungskilometer bezüglich der Stationskilometer gewählt werden. Sind keine Stationen angegeben wird eine interne Kilometrierung des Transportelementes festgelegt. Der interne Kilometer oben ist die

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

Länge des TEs und der Kilometer unten ist Null. Der Kilometer der Einleitung muss also immer relativ zum TE angegeben werden.

### 3.13.3 Offene Punkte

-

## 3.14 Ausgabe innerhalb eines Transportelements

### 3.14.1 Anforderungen

Die Ausgabe einer Abflusszeitreihe innerhalb eines Transportelements ermöglicht es Aufteilungen von Transportelementen zu vermeiden.

Welche Auswertung für diese Abflüsse bietet NASIM an?

- Zeitreihendatei (uvf)
- Hydrologisch unabhängige Ereignisse (hqnserie.dbf)
- Eine neue Haupttabelle „HQ-Statistik bei Kilometer“ enthält HQ1, HQ2, HQ3

Folgende Auswertungen werden für diese zusätzlichen Abflusszeitreihen nicht umgesetzt:

- Kludon-Auswertung in NASIM (Kludon-Auswertungen können allerdings in Timeview mit der entsprechenden Zeitreihe durchgeführt werden.)
- Auswertung der maximalen Abflüsse und Abflussfüllen pro Simulationsblock

Die Ausgabe von Zeitreihen/HQx innerhalb eines Transportelementes hängt eng mit der Möglichkeit zusammen Einleitungen in das Innere eines Transportelementes anzugeben. Es soll möglich sein, die gleichen Kilometer für die Zuflüsse und die Ausgabe der Abflüsse innerhalb des Transportelements anzugeben.

### 3.14.2 Umsetzung

GUI: Vgl. Tabellen in 3.5.1

Die Abflüsse für die Ausgabezeitreihen werden zwischen den beiden Profilen direkt **unterhalb** des angegebenen Kilometers abgegriffen.

### 3.14.3 Offene Punkte

-

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

## 4 Projektplan

| <b>Meilenstein</b>  | <b>Datum</b>      |
|---|-------------------|
| Erste Integration für offene Fließgewässer,<br>Kanäle ohne Stauraum | 1. Oktober 2015   |
| Kanal, Speicher und GUI   | 15. Dezember 2015 |
| NASIM 4.5   | 1. April 2016     |

|              |               |
|--------------|---------------|
| Hydrotec     | Version: 1.0  |
| NASIM HDR II | Pflichtenheft |

## 5 Glossar

|                          |  |
|--------------------------|--|
| HDR                      | Hydrodynamischer Rechenkern  |
| TE                       | Transportelement   |
| Hydrodynamischer Bereich | <p>Menge der hydrodynamischen Transportelemente, die in einem hydrodynamischen Teilmodell berechnet werden.</p> <p>Innerhalb eines NASIM-Modelles kann es mehrere Bereiche geben, die nicht hydrodynamisch interagieren.</p> |
| SE                       | Systemelement  |