

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: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

Inhaltsverzeichnis

1	Projektorganisation	4
1.1	Versionshistorie	4
1.2	Projektbeteiligte Personen	4
1.3	Aufgabe des Pflichtenheftes	4
1.4	Dokumente dieses Projektes	5
1.5	Projektskizze.....	5
1.6	Projekthomepage.....	5
2	Softwarearchitektur	6
3	Softwarekomponenten im Detail	7
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.....	10
3.3	GUI: Eingabefenster Systemelement	11
3.3.1	Anforderungen.....	11
3.3.2	Umsetzung	11
3.3.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten	14
3.3.4	Offene Punkte.....	14
3.4	GUI: Zeitreihen-Dialog	15
3.4.1	Umsetzung	15
3.4.2	Abhängigkeit von anderen Komponenten	15
3.4.3	Offene Punkte.....	15
3.5	GUI: Tabellen-Ansicht.....	15
3.5.1	Anforderungen.....	15
3.5.2	Abhängigkeit von anderen Komponenten	16
3.5.3	Offene Punkte.....	16
3.6	GUI: Systemplan.....	16
3.6.1	Anforderungen.....	16
3.6.2	Umsetzung	17
3.6.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten	17
3.6.4	Offene Punkte.....	17
3.7	Stationierung.....	17
3.7.1	Anforderungen.....	17
3.7.2	Umsetzung	17
3.7.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten	18
3.7.4	Offene Punkte.....	18

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.8	Sohlhöhe	18
3.8.1	Umsetzung	18
3.8.2	Abhängigkeit von anderen Komponenten	18
3.8.3	Offene Punkte.....	18
3.9	Kanal und Kanalüberlauf.....	19
3.9.1	Anforderungen.....	19
3.9.2	Umsetzung	19
3.9.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten	20
3.9.4	Offene Punkte.....	20
3.10	Speicher und Drosselkurve	21
3.10.1	Anforderungen	21
3.10.2	Umsetzung.....	21
3.10.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten.....	21
3.10.4	Offene Punkte	21
3.11	Abzweige hydrodynamisch	22
3.11.1	Anforderungen	22
3.11.2	Umsetzung.....	22
3.11.3	Abhängigkeit von anderen Komponenten.....	24
3.11.4	Offene Punkte	24
3.12	Auflösung von hydrodynamischen Zykeln	24
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	27
3.14	Ausgabe innerhalb eines Transportelements	27
3.14.1	Anforderungen	27
3.14.2	Umsetzung.....	28
3.14.3	Offene Punkte	28
4	Projektplan	29
5	Glossar	30

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

1 Projektorganisation

1.1 Versionshistorie

Abgeschlossen am	Version	Beschreibung	Autor
10.11.15	1.0	Neu erstellt auf Basis des Angebotes	Rothe, Loch
	1.1	Änderungen nach Termin am 18.11.2015	Rothe, Loch

1.2 Projektbeteiligte Personen

EG/LV	Herr Johann
BRW	Herr Greis
Niersverband	Frau Kaiser, Herr Koenig, Herr Walter, Herr Steffen
WVER	Herr Dr. Demny
Wupperverband	Herr Scheibel, Herr Heinenberg
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.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

1.4 Dokumente dieses Projektes

- Angebot
- 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.

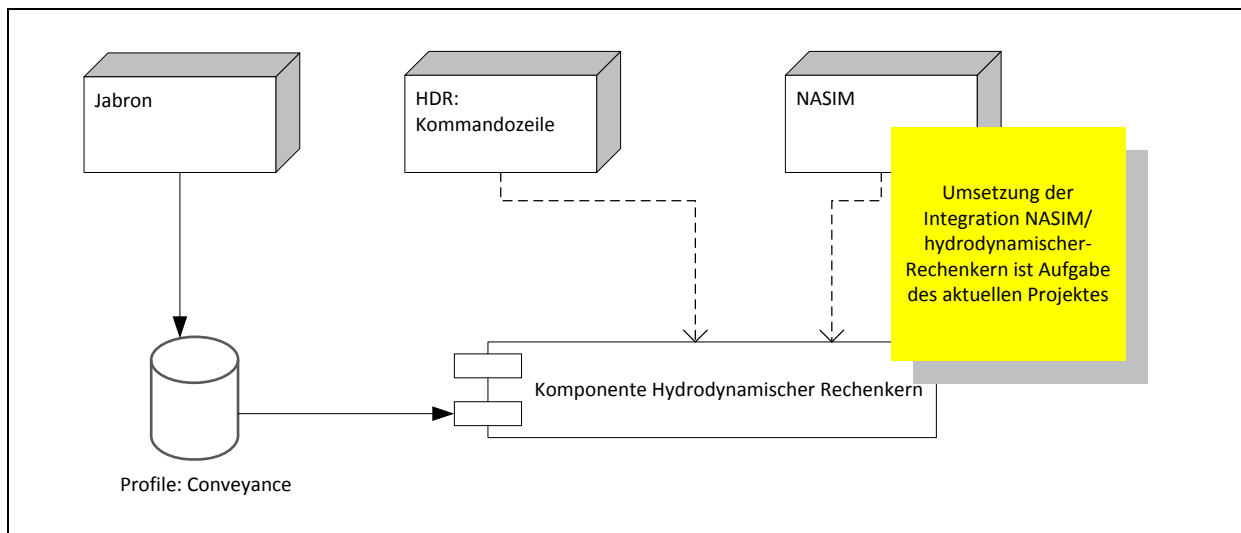
Passwörter sind beim Hydrotec-Projektleiter anzufordern.

Die Projekthomepage wird von den Hydrotec-Projektbearbeitern gepflegt.

Hydrotec	Version: 1.1
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: 1.1
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, vgl. Kapitel 3.7
Gerinne (repräsentative Profile)	Interne Profile	„Sohlhöhe unten“, vgl. Kapitel 3.8
Kanal (außer Kanal mit Fließzeit)	Interne Profile	„Sohlhöhe unten“, vergl. Kapitel 3.8
(Mehrfach-)Abzweige	Keine Profile Verbindungen von Profilen der Oberlieger und Unterlieger	ggf. Aufteilung, vgl. Kapitel 3.11
Speicher	Interne Profile	„Sohlhöhe unten“, vgl. 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, Default ist „hydrologisch“	Ja

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

Randbedingungen Nutzung bei TE-Typen: Gewässer, Kanal		
Eingabe	Darstellung	Angabe erforderlich?
Auswahl der Randbedingung: <ul style="list-style-type: none"> • Sohlgefälle, • Energieliniengefälle • Fester Unterwasserstand • Unterwasserstandszeitreihe 	Radiobutton, Default ist Sohlgefälle: In diesem Fall wird mit dem Sohlgefälle des hydrologischen TEs als Energieliniengefälle gerechnet	bei Transportelementen, die am unteren Rand eines hydrodynamischen Bereichs liegen
Randbed.-Typ = Energieliniengefälle Energieliniengefälle	Eingabefeld	Ja
Randbed.-Typ = Fester Unterwasserstand Unterwasserstand in absoluter Höhe	Eingabefeld	Ja
Randbed.-Typ = Unterwasserstandszeitreihe	Zeitreihe wird im Zeitreihenfenster registriert: vgl. 3.4. 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 Bezeichnung: „Sohlhöhe unten“	Eingabefeld: Zahl	Ja

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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

Hydrodynamischen Bereich explizit unterbrechen Nutzung bei TE-Typen: Gerinne, Kanäle, Speicher		
Eingabe	Darstellung	Angabe erforderlich?
Attribut „Ende des Bereichs“	Checkbox Default = nicht ausgewählt	Nein Kann gesetzt werden um hydrodynamische Bereiche aufzuteilen, siehe Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

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"> • Abzweige • Speicher • Kanalüberlauf

Bei Transportelementen vom Typ Kanal, wird die Auswahl und Eingabe „begrenzter Stauraum“ ersetzt, wenn der Kanal hydrodynamisch berechnet wird.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

Hydrodynamischer Überlauf		
Nutzung bei TE-Typ: Kanal		
Eingabe	Darstellung	Angabe erforderlich?
Auswahl „mit Überlauf“	Checkbox Default = nicht ausgewählt	Ja
Straßenhöhe	Eingabefeld: Zahl Default = 2 m Angabe ist relativ zum Kanal	wenn „mit Überlauf“ ausgewählt ist
Auswahl „Fließzeit oder repräsentative Straße“	Radiobutton Default = Fließzeit	wenn „mit Überlauf“ ausgewählt ist
Nutzerdefinierte Fließzeit	Checkbox und Eingabefeld: Zahl Default = nicht ausgewählt und keine Angabe	Nein wenn keine Angabe gemacht wird, aber Auswahl „Fließzeit oder repräsentative Straße“ auf „Fließzeit“ gesetzt ist, wird die 5fache Fließzeit des Kanals benutzt (wie bisher)
Repräsentative Straße	Eingabefelder für Gefälle, Breite, Länge, Rauigkeit Defaults: <ul style="list-style-type: none"> • Gefälle=Kanalgefälle • Breite=6,5m • Länge=Kanallänge • Rauigkeit = $70 \frac{m^{1/3}}{s}$ (Asphalt) 	wenn „mit Überlauf“ ausgewählt ist und Auswahl „Fließzeit oder repräsentative Straße“ auf „repräsentative Straße“ gesetzt ist

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?

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.3 GUI: Eingabefenster Systemelement

3.3.1 Anforderungen

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

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
- Transportelement -> Kanal
- Zuflüsse
- Zeitreihen

Kenndaten:

Zusätzliches Eingabefeld für den Einleitungskilometer des Hauptabflusses:

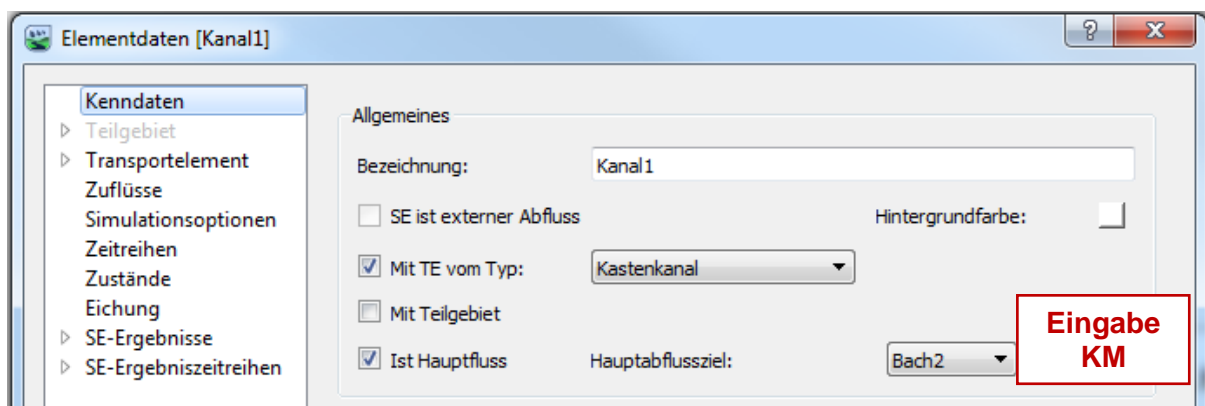


Abbildung 3-1: Eingabefeld für den Einleitungskilometer

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

Transportelement:

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

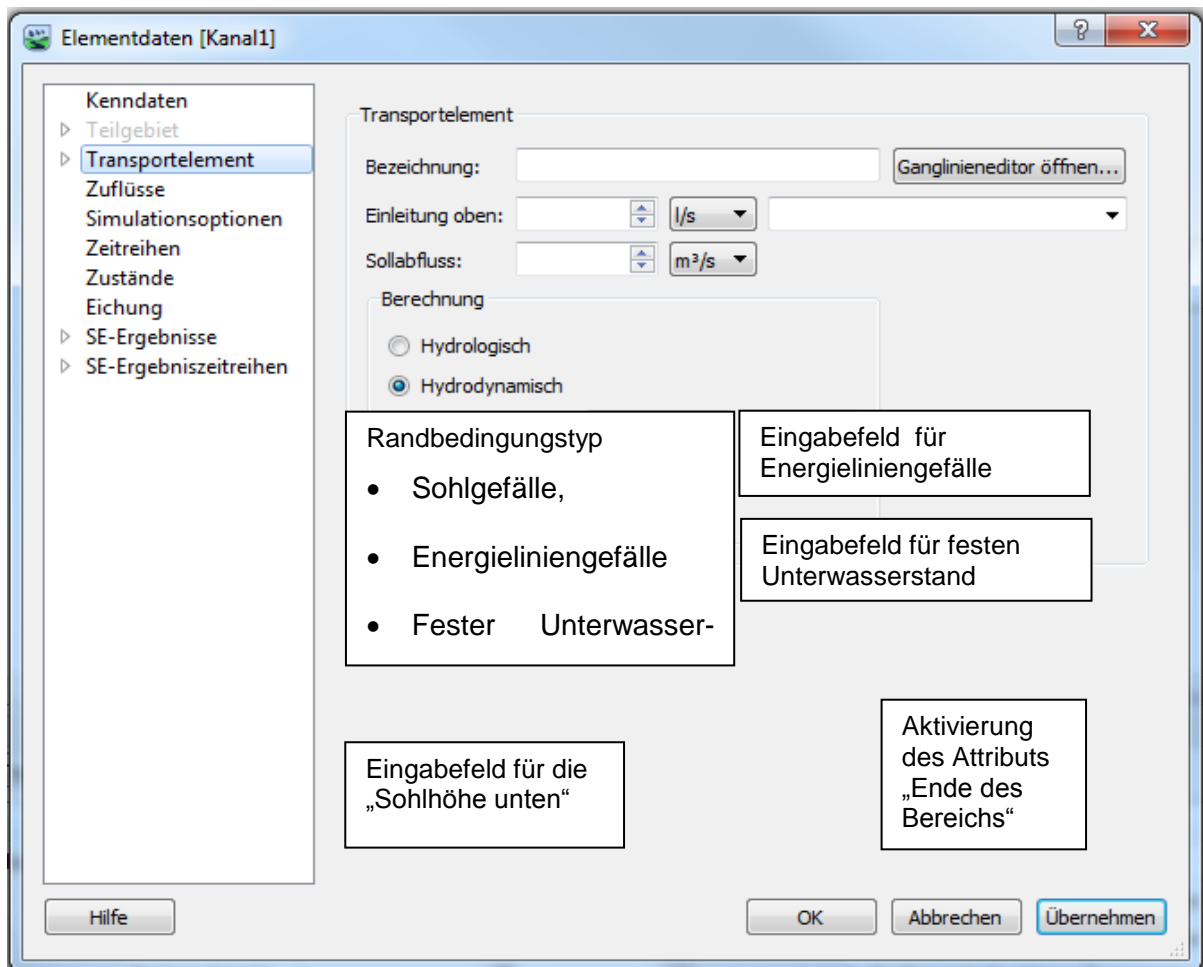


Abbildung 3-2: Elementdaten-Dialog mit Auswahl "hydrologisch" oder "hydrodynamisch"

- 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.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

- Die Checkbox „Ende des Bereichs“ ist immer vorhanden und per Default **nicht** ausgewählt. Zur Bedeutung dieses Feldes vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

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

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

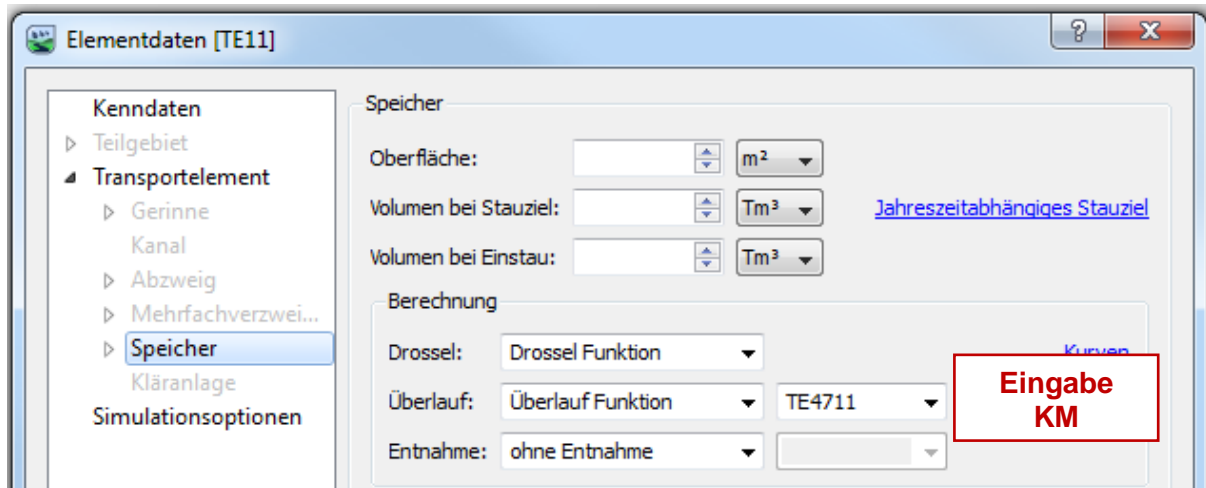


Abbildung 3-3: Eingabe des Einleitungskilometers für weitere Abflüsse am Beispiel Speicherüberlauf

Transportelement → Kanal:

- Auswahl „mit Überlauf“ ersetzt Auswahl „begrenzter Stauraum“
- Wenn „mit Überlauf“ gewählt ist, erscheint Eingabefeld „Straßenhöhe“. Die Straßenhöhe wird relativ zur Kanaloberkante angegeben, Default ist 2m.
- Auswahl „mit Fließzeit“ oder „repräsentative Straße“, wenn „mit Überlauf“ ausgewählt ist
- Bei Wahl „Fließzeit“: Checkbox und Eingabefeld „Nutzerdefinierte Fließzeit“ wie bisher. Wenn Nutzer keine Angabe macht, wird 5fache Kanalfließzeit benutzt.
- Bei Wahl „repräsentative Straße“: Eingabefelder für Straßengeometrie, Gefälle, Breite, Länge, Material mit den Default-Werten: Kanalgefälle, 6,5m, Kanallänge, Asphalt

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

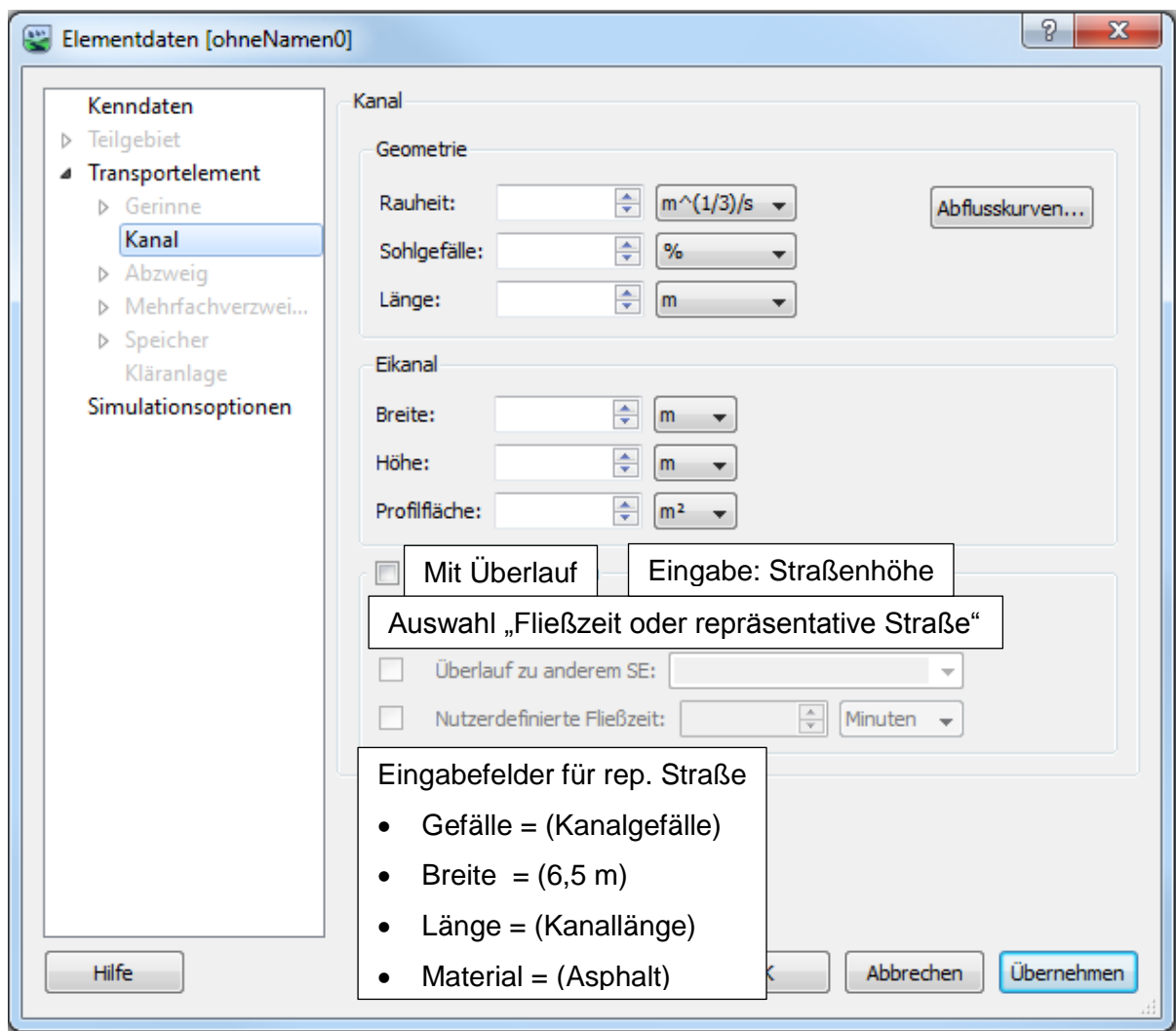


Abbildung 3-4: Eingabefelder für den hydrodynamischen Kanalüberlauf

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.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.4 GUI: Zeitreihen-Dialog

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

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.

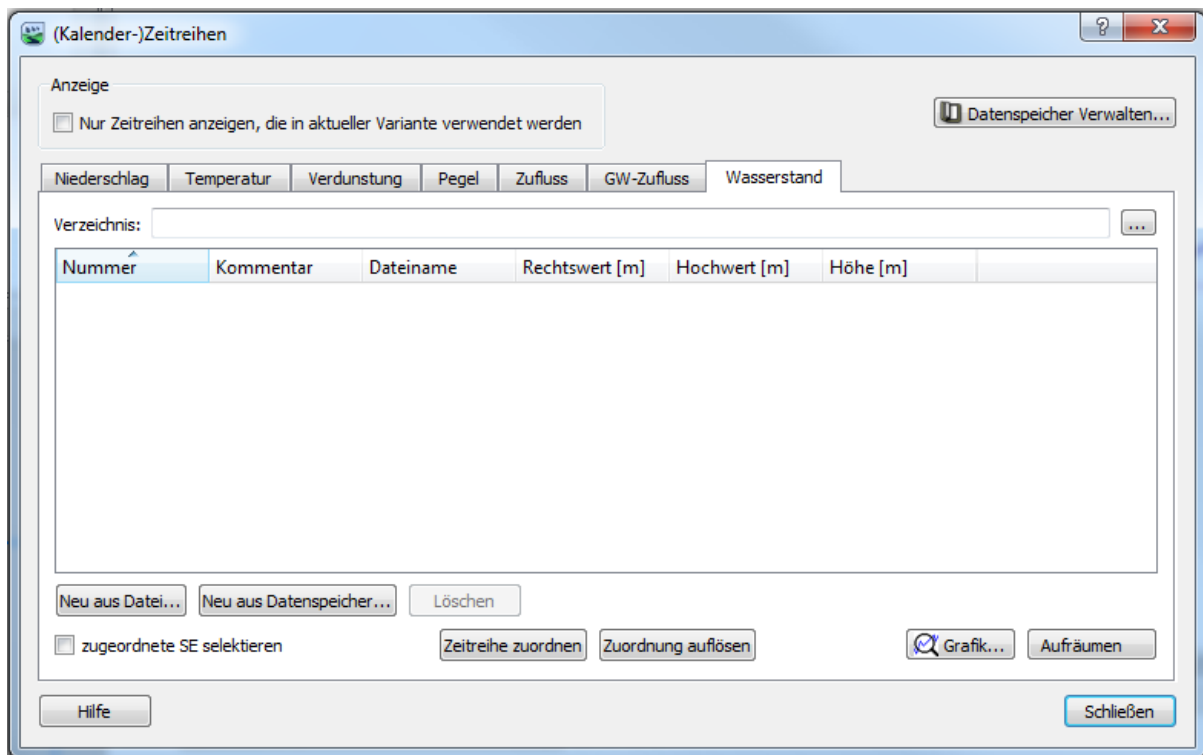


Abbildung 3-5: neuer Reiter "Wasserstand"

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. Zusätzlich wird die Spalte „Nummer des hydrodynamischen Bereichs“ ergänzt.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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.

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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) optisch abgegrenzt werden.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.6.2 Umsetzung

Der Nutzer kann mit einem Button die hydrodynamischen Bereiche bestimmen. In der Transportelementtabelle wird die Nummer des hydrodynamischen Bereichs in einer zusätzlichen Spalte angezeigt. Der Nutzer kann die Transportelemente im Systemplan dann entsprechend kennzeichnen.

3.6.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

nein

3.6.4 Offene Punkte

-

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.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

- Die Jabron-Profile erhalten zusätzlich die Station. Aus der Stationsbezeichnung wird ein entsprechender Kilometer abgeleitet. Die Zuordnung in NASIM findet dann über diesen 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

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

3.3, 3.4

3.8.3 Offene Punkte

-

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.9 Kanal und Kanalüberlauf

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

Der Überlauf eines hydrodynamischen Kanals wird **nicht** über den Kanalstauraum gesteuert. Die Auswahl „begrenzter Stauraum“ wird daher durch die Auswahl „mit Überlauf“ ersetzt. Ist der Überlauf ausgewählt, wird der Abfluss zum Überlaufziel entweder durch eine Fließzeit oder als Abfluss über eine repräsentative Straße ermittelt.

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

3.9.2 Umsetzung

Der Kanal wird durch zwei 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“, vgl. Bericht zu P1585 „Hydrodynamischer Rechenkern“.

Ist kein Überlauf gesetzt, wird mit einer unbeschränkten Druckhöhe gerechnet. Ist „mit Überlauf“ gewählt, wird die maximale Druckhöhe auf die „Straßenhöhe“ begrenzt. Die Default-Straßenhöhe liegt 2m über dem Kanal.

Zur Bestimmung des Überlaufabflusses wird zusätzlich zu den Kanalprofilen eine „Straßengeometrie“ angelegt, die an das obere Straßenprofil auf dem Niveau der Straßenhöhe angebunden ist. Dadurch wird das überschüssige Wasser auf die „Straße“ geleitet.

Diese „Straßengeometrie“ wird

- entweder aus der Fließzeit ermittelt
- oder aus den Angaben der „repräsentativen Straße“ zusammengesetzt.

Der Abfluss am unteren Ende der Straße wird an das Überlaufziel weitergegeben. Zwischen „Kanal und Straße“ und zwischen „Straße und Überlaufziel“ findet keine Rückkopplung statt.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

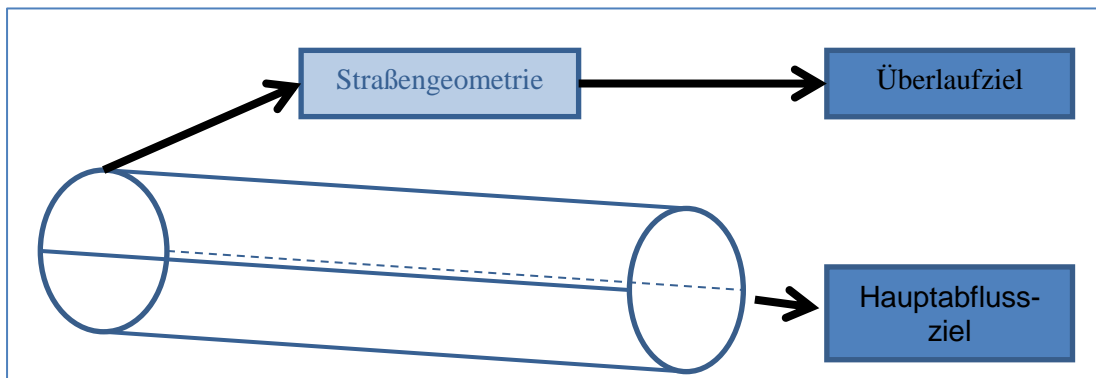


Abbildung 3-6: Darstellung des "hydrodynamischen" Kanalüberlaufs

Bestimmung der Straßengeometrie aus der Fließzeit:

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:

- Kopie der Kanalprofile als offene Variante (Freispiegelabfluss)
- Gefälle des Kanals
- Sohlhöhe des oberen Profils = Straßenhöhe
- Länge wird aus der Fließzeit ermittelt: $Länge = \frac{\text{Kanallänge} \times \text{Angegebene Fließzeit}}{\text{Fließzeit des Kanals}}$

Bestimmung der Straßengeometrie aus den Angaben zu repräsentativen Straße:

- Nutzerangaben oder Default-Werte werden benutzt
- Straße besteht aus zwei identischen offenen Rechteckprofilen mit entsprechenden Maßen und Rauheiten
- Sohlhöhe des oberen Profils = Straßenhöhe

3.9.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

Keine

3.9.4 Offene Punkte

-

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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.

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 obenliegenden Profil wird unter Berücksichtigung der Conveyance des Oberlieger-Profils und des Wasserstands im Speicher berechnet.

3.10.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

nein

3.10.4 Offene Punkte

-

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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.

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

- alle Oberlieger sind hydrodynamische Transportelemente vom Typ Gerinne oder Kanal, wobei nur der Kanalhauptabfluss zugelassen ist
- und alle Unterlieger sind hydrodynamische Transportelemente vom Typ Gerinne, Kanal oder Speicher (enthalten Profile)
- auf einen (Mehrfach-)Abzweig folgt kein direkter weiterer (Mehrfach-)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 alle Oberlieger und alle Unterlieger eines hydrodynamischen

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

(Mehrfach-)Abzweigs hydrodynamische Transportelemente sein, die Profile enthalten.

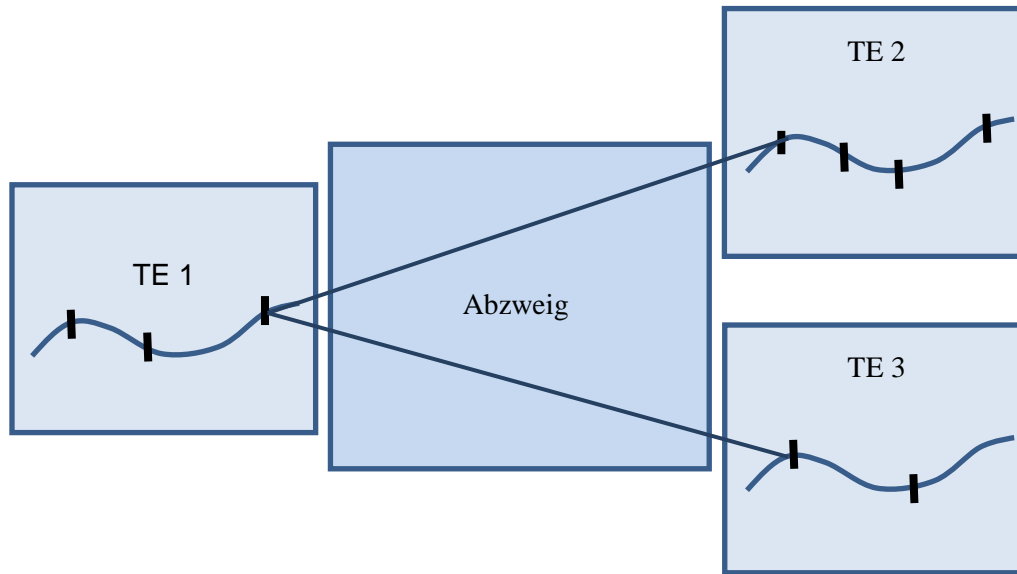


Abbildung 3-7: hydrodynamischer Abzweig verbindet das unterste Profil des Oberliegers TE1 mit dem jeweils obersten Profil der Unterlieger TE2 und TE3

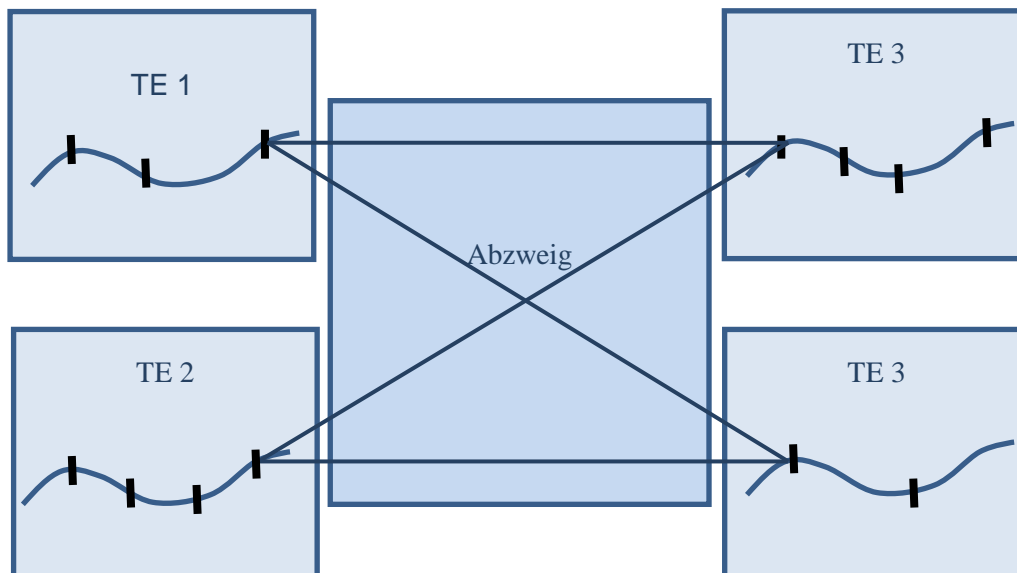


Abbildung 3-8: hydrodynamischer Abzweig verbindet jeweils die untersten Profile der Oberlieger TE1 und TE2 mit den obersten Profilen der Unterlieger TE3 und TE4

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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.

Die folgenden TE-Typen sind nicht als Oberlieger eines hydrodynamischen Abzweigs erlaubt:

- hydrologische Transportelemente
- hydrodynamische Speicher
- hydrodynamische Kanalüberläufe

Entsprechende Fehlermeldungen werden ausgegeben.

3.11.3 Abhängigkeit von anderen Komponenten

keine

3.11.4 Offene Punkte

-

3.12 Auflösung von hydrodynamischen Zykeln

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 Berechnungszyklen kommen („hydrodynamischer Zykel“). Ein „hydrodynamischer Zykel“ entsteht, wenn ein oder mehrere Transportelemente sowohl Oberlieger als auch Unterlieger des hydrodynamischen Bereichs sind.

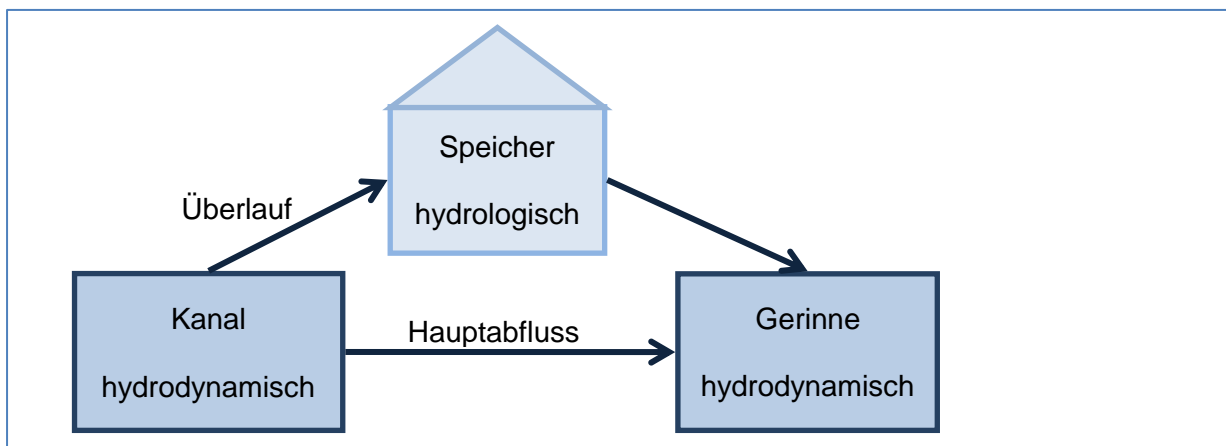


Abbildung 3-9: Beispiel: Hydrodynamischer Zykel

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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 könnte der Anwender entscheiden, den Speicher doch hydrodynamisch zu berechnen.
- 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 Bereiches“ gesetzt. Im Beispiel würde das Attribut für den Kanal gesetzt.

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

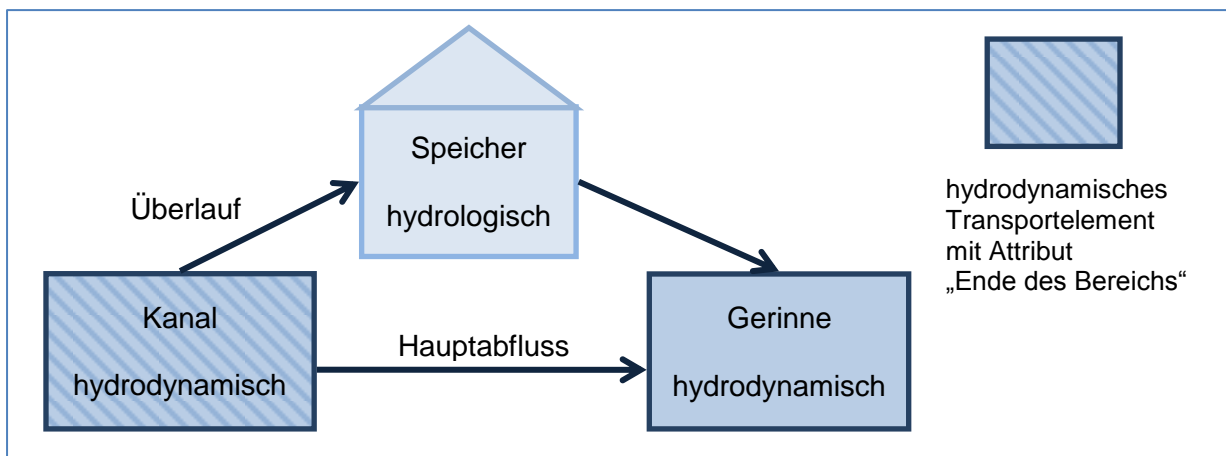


Abbildung 3-10: Aufteilung in zwei hydrodynamische Bereiche

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

3.12.1 Anforderungen

Nach der Berechnung der hydrodynamischen Bereiche werden Fehlermeldungen ausgegeben. Darunter werden auch die hydrodynamischen Zykel mit einer Liste der Zykelverursachenden Transportelemente und Hinweise zur Behebung der Zykel angegeben. Hat der Nutzer die fehlenden Angaben gemacht und die ggf. die Zykel behoben, kann er die Bereiche erneut bestimmen lassen.

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

3.12.2 Umsetzung

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.

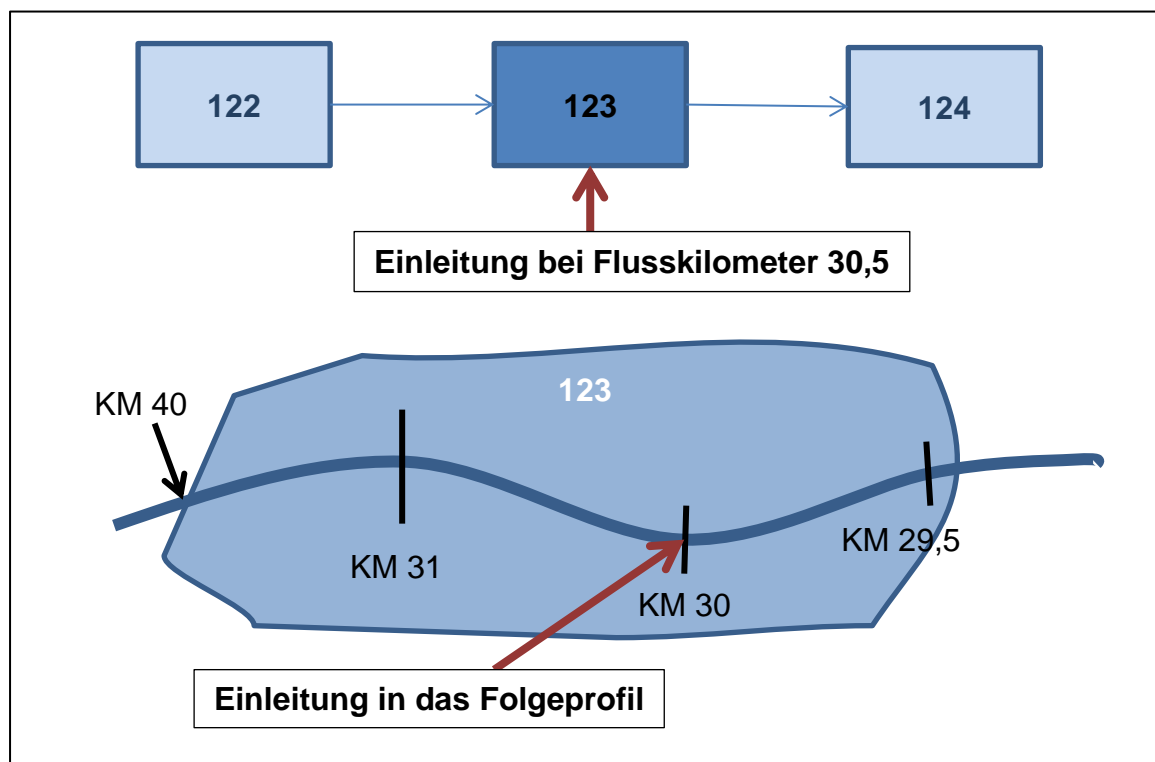


Abbildung 3-11 Zufluss innerhalb eines Gerinnes (Abflusskurve)

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

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 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:

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

- 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 Transportelementes anzugeben. Für jeden angegebenen Kilometer werden zwei Abflusszeitreihen ausgegeben. Ist die Ausgabe an eine Einleitung gekoppelt entsprechen die Ausgaben den Abflüssen direkt oberhalb und direkt unterhalb der Einleitung.

3.14.2 Umsetzung

GUI: Vgl. Tabellen in 3.5.1

Für die Ausgabezeitreihen wird analog zu Einleitung das nächste Profile unterhalb des angegebenen Kilometers gesucht. Die Abflusszeitreihen werden dann direkt **oberhalb und unterhalb** dieses Profils abgegriffen.

3.14.3 Offene Punkte

-

Hydrotec	Version: 1.1
NASIM HDR II	Pflichtenheft

4 Projektplan

Meilenstein	Datum
Erste Integration für offene Fließgewässer, Kanäle ohne Stauraum	1. Oktober 2015
Kanal, Speicher und GUI	15. Dezember 2015
NASIM 4.5	1. April 2016

Hydrotec	Version: 1.1
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 hydrodynamische Bereiche geben, die nicht hydrodynamisch interagieren.</p>
SE	Systemelement