

Programm HYKAS-2D

Das Programm HYKAS-2D dient zur Analyse von Überflutungsgefährdungen und zur Bewertung von Überflutungsrisiken gemäß DWA Merkblatt M 119. HYKAS-2D bietet die Methoden zur vereinfachten und eine detaillierten Überflutungsberechnung. Bei der vereinfachten Überflutungsberechnung ermittelt HYKAS-2D die Wasserstände in Geländetiefpunkten (statische Volumenbetrachtung). Für eine detaillierte Überflutungsberechnung ermöglicht HYKAS-2D eine 2D-Oberflächenabflusssimulation (entkoppelte Betrachtung) und eine gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation. Bei der gekoppelten Simulation wird der Abfluss im Kanalnetz eindimensional hydrodynamisch und der Oberflächenabfluss zweidimensional, ebenfalls hydrodynamisch, gerechnet.

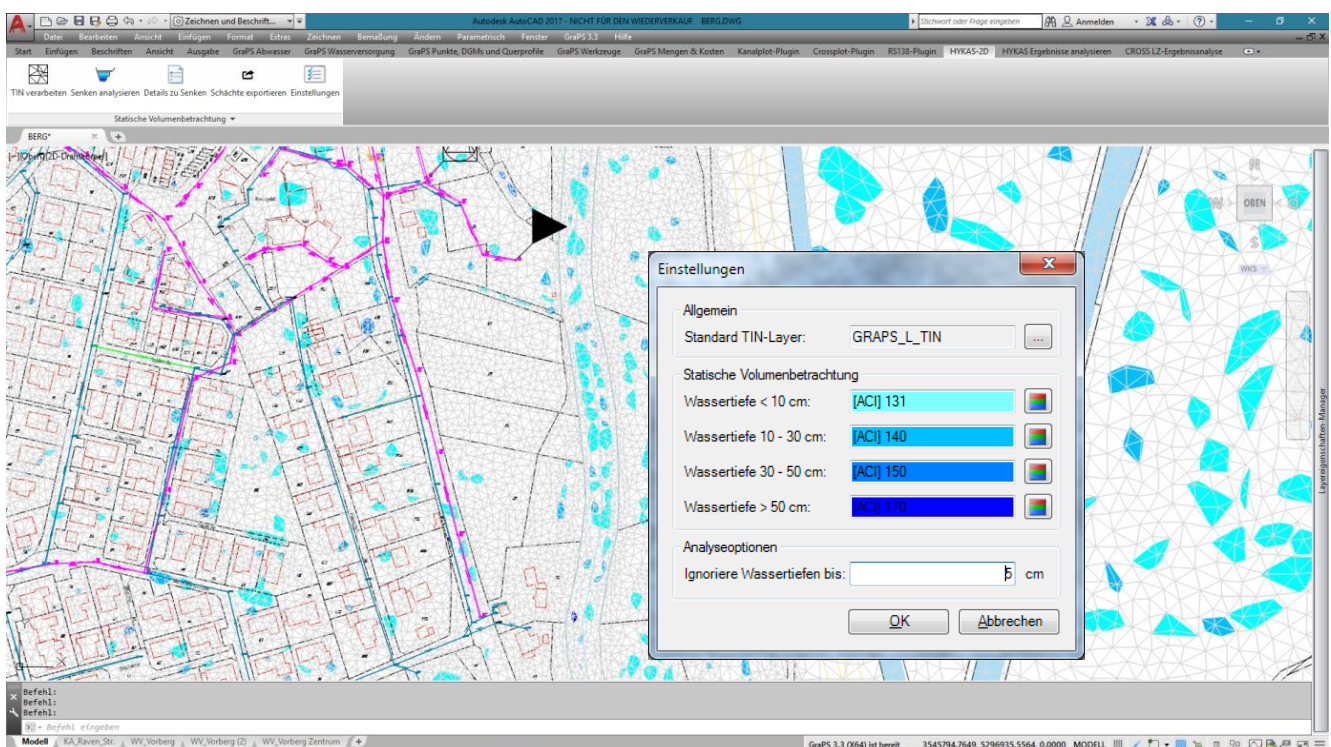
[Erforderliche Software: HYKAS-2D besitzt keine eigene Bedienungsoberfläche sondern implementiert seine Funktionalität in die Programme HYKAS, FLUSS und GraPS]

1. Vereinfachte Überflutungsberechnung (statische Volumenbetrachtung mit dem Programm GraPS)

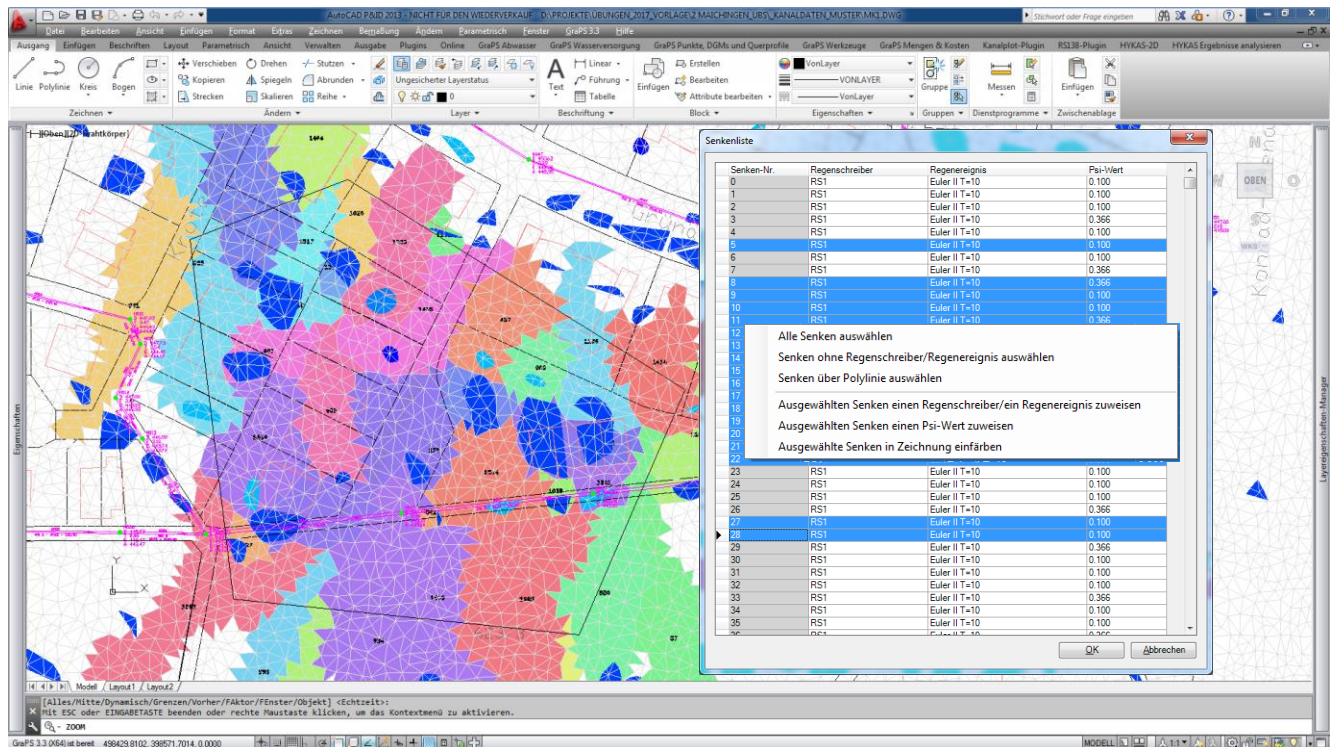
Bei der statischen Volumenbetrachtung wird für die Einzugsgebiete von Geländesenken das Oberflächenabflussvolumen für Starkregenbelastungen berechnet. Es werden die Geländetiefpunkte und anschließend mittels Fließwegermittlung die Elemente bestimmt, die auf den Geländetiefpunkt hin entwässern. Bei der Analyse der Senken wird das Zuflussvolumen zur Senke anhand der Niederschlagsfülle und der abflusswirksamen Muldenfläche berechnet.

Liegen innerhalb der Senke noch Schächte, die bei einer vorgängigen hydrodynamischen Berechnung als überstauend erkannt wurden, wird das betreffende Überstauvolumen noch zum Niederschlagsvolumen addiert. Es wird dann auf Basis des Belastungs- und Senkenvolumens ein Wasserstand in der Senke, der maximal bis zum Überlaufpunkt reichen kann, berechnet. Eine explizite Berücksichtigung der oberflächigen Fließvorgänge erfolgt nicht. Das betrifft auch die Weitergabe überschüssiger Abflussvolumina an angrenzende Senken, wenn die Senke eigentlich überlaufen würde.

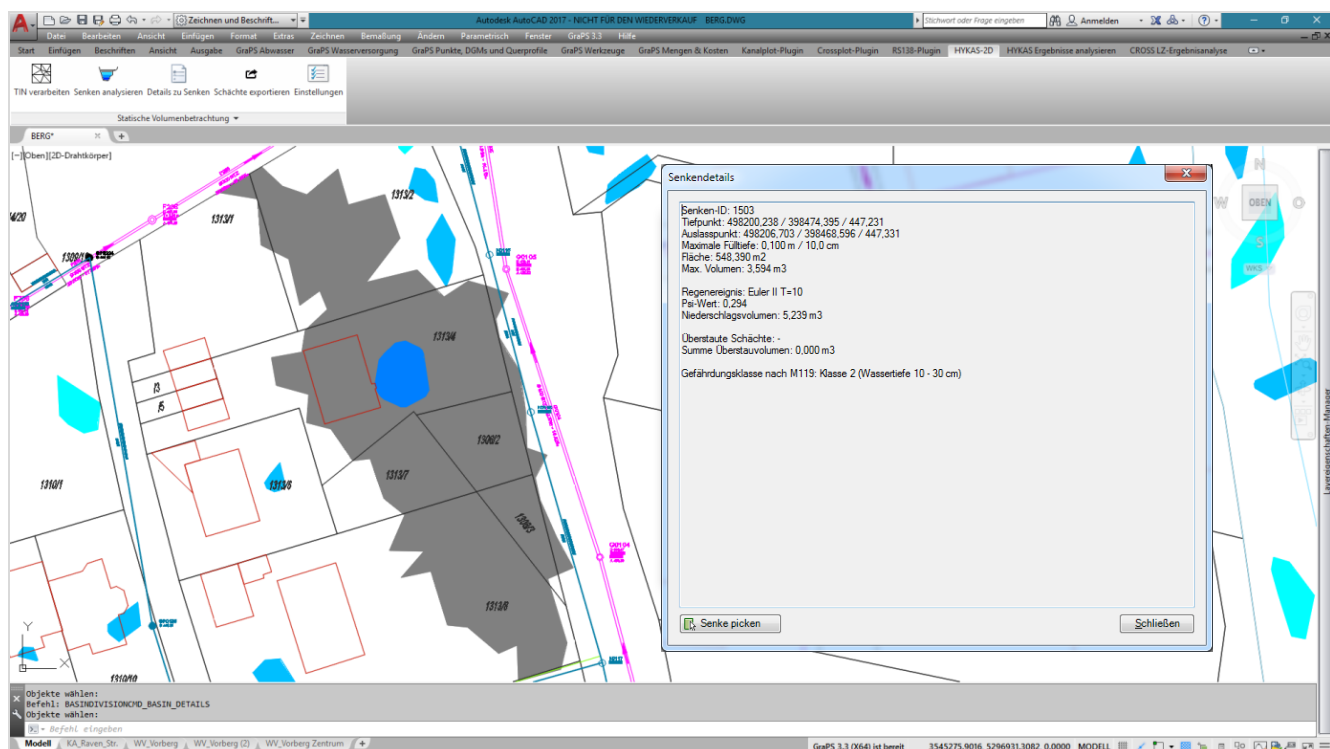
Beispiel: Darstellung des Muldenwasserstands in unterschiedlichen Farben und auf unterschiedlichen Layern. Staffellung gemäß M119. Minimale Wasserstände können ignoriert werden.



Beispiel: Darstellung des Muldenwasserstands und zusätzlich Darstellung der Mulden, die anhand einer Polylinie ausgewählt worden sind. Gebäude werden berücksichtigt, wenn Sie im DGM abgebildet werden.



Beispiel: Darstellung des Muldenwasserstands. Durch Klick auf die gefüllte Mulde liefert das Programm Details wie Fülltiefe, Fläche, Volumen, Gefährdungsklasse nach M119 sowie den Tief- und Überlaufpunkt.



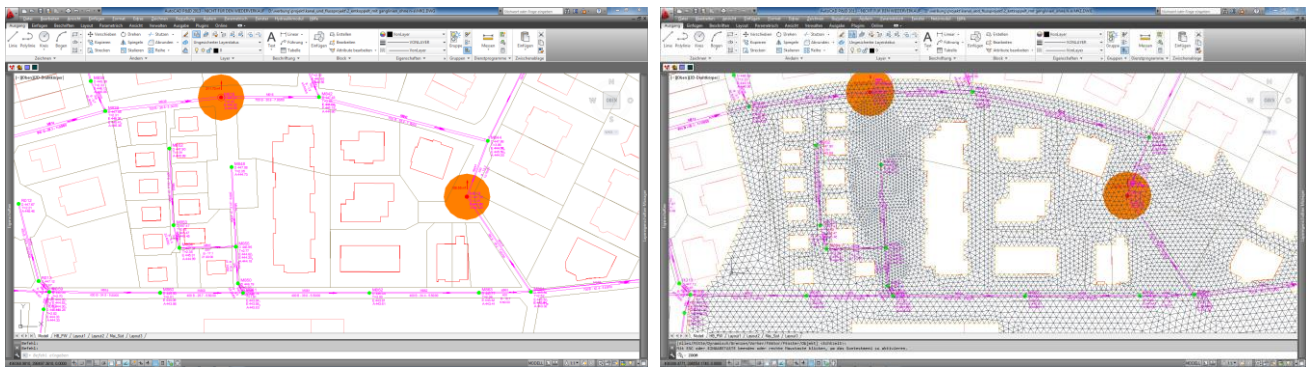
2. Detaillierte Überflutungsberechnung (entkoppelt, gekoppelt)

Für die detaillierte Überflutungsberechnung ist ein zweidimensionales Strömungsmodell erforderlich. Es wird auf der Basis eines digitalen Geländemodells mit dem Programm FLUSS erstellt. Die Schächte und Straßenabläufe werden bei der Modellerstellung berücksichtigt und ins Strömungsmodell (Berechnungsnetz) integriert.

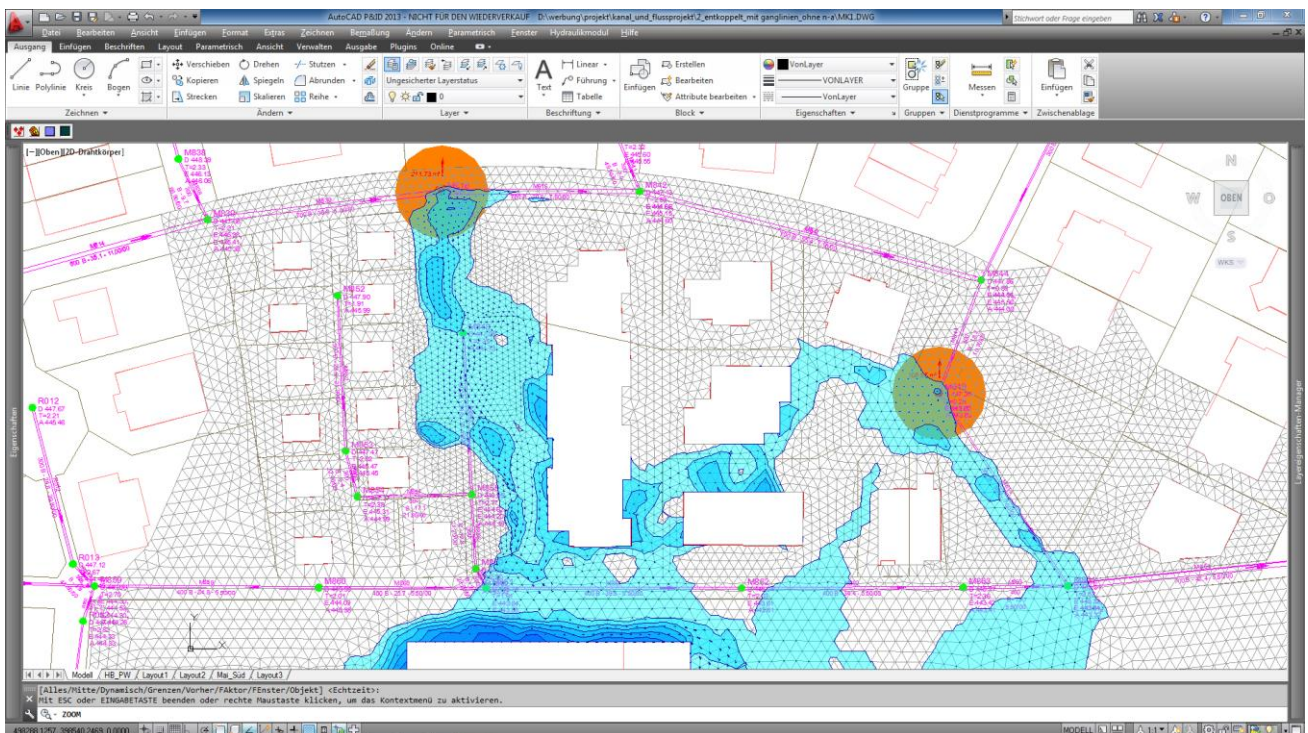
2.1 Entkoppelte Betrachtung (Programm FLUSS)

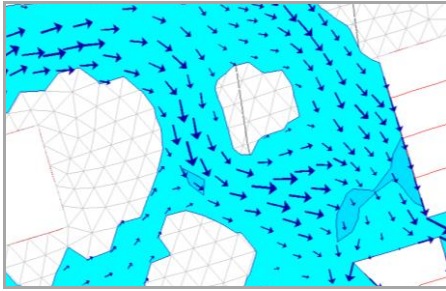
Für die entkoppelte Berechnung interessieren nur die Abflussvorgänge auf der Oberfläche. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Kanalnetz versagt und das gesamte Niederschlagsvolumen oberflächlich abgeleitet werden muss. Überlaufganglinien können aus der Kanalnetzberechnung als Zuflussganglinien in das 2D-Simulationsmodell exportiert werden. Optional können Sie auch das Strömungsgebiet berechnen lassen (siehe unten N-A-Modell). Anhand eines 2D-Strömungsmodells wird eine 2D-Oberflächenabflusssimulation durchgeführt.

Beispiel: Die Vorgehensweise bei der entkoppelten Betrachtung: Kanalnetzberechnung durchführen – Schacht-Überlaufvolumen markieren (links), 2D-Berechnungsnetz erstellen (rechts) und Belastungen definieren (Schacht-Überlaufganglinien, Niederschlagsereignisse)



Beispiel: Berechnungsergebnis der 2D-Simulation (entkoppelte Betrachtung): Zufluss ins 2D-Strömungsmodell aus Schächten mittels Überlaufganglinien (ohne N-A-Modell).

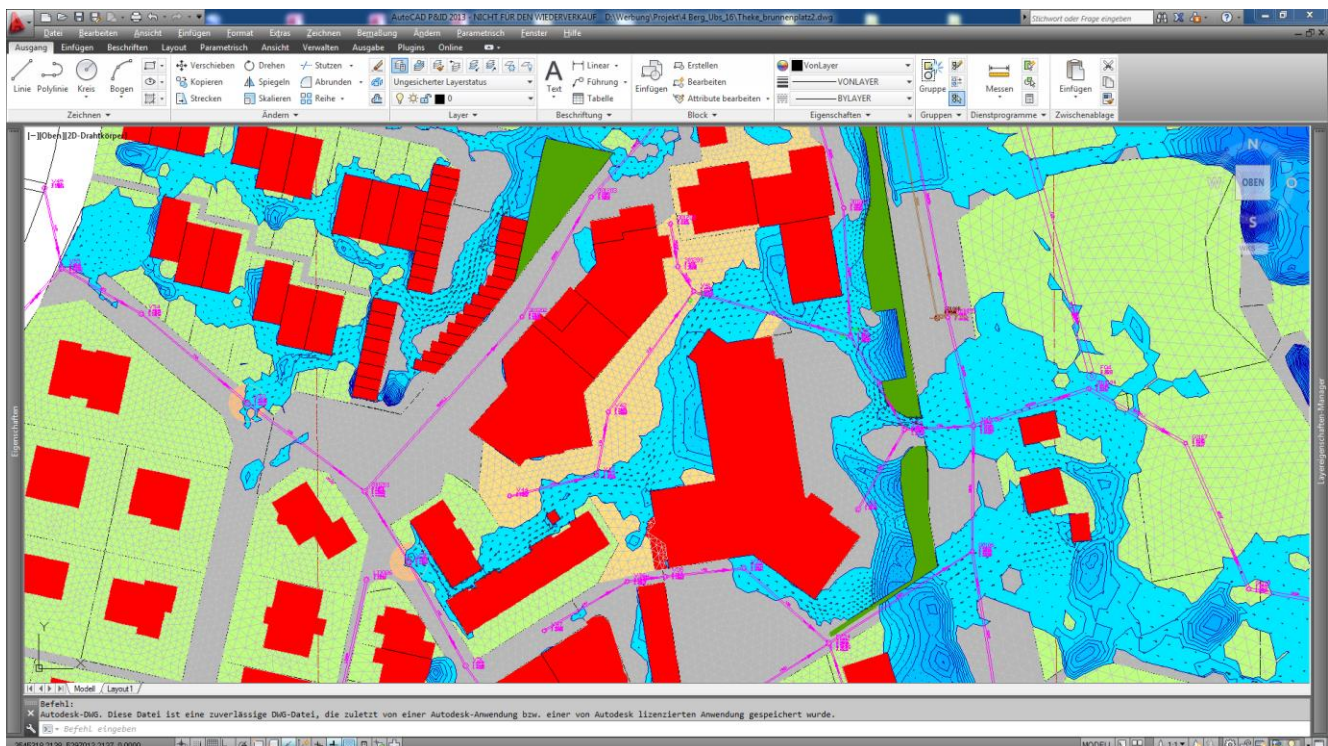




Die Größe der Fließvektoren ist von der berechneten Geschwindigkeit abhängig. Der Farbverlauf repräsentiert die Fließtiefe.

Die Berechnungsergebnisse können zeitabhängig in Themenplänen ausgewertet werden. Damit ist es auch eine animierte Darstellung des Berechnungsergebnisses möglich (siehe unten Animation).

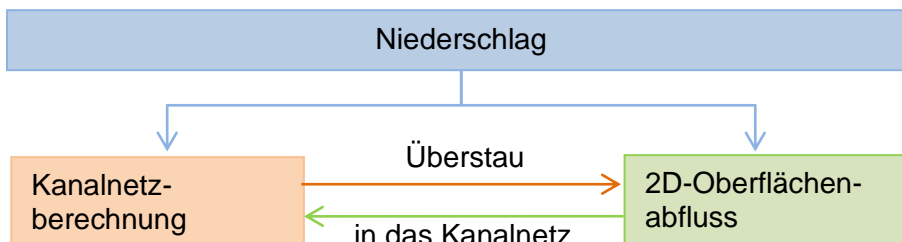
Beispiel: Berechnungsergebnis einer entkoppelten Berechnung – es werden Fließrichtungspfeile, die Wassertiefe sowie die Rauheiten und überlaufende Schächte dargestellt.



2.2 Gekoppelte Betrachtung (Programme GraPS, HYKAS, HYKAS-2D und FLUSS)

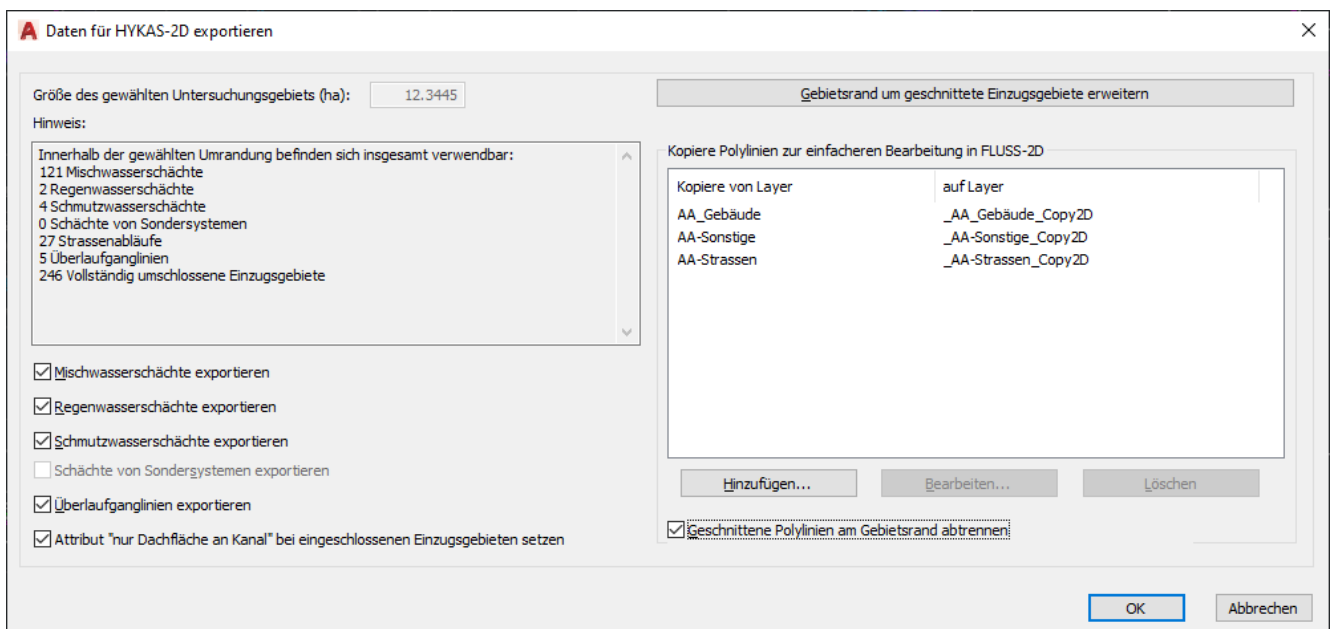
In der Regel werden die gefährdeten Bereiche detailliert untersucht (Erkenntnisse aus der vereinfachten Überflutungsberechnung, Kanalnetzberechnung, historische Ereignisse sind Auswahlkriterium).

Die gekoppelte Berechnung verbindet die eindimensionale, hydrodynamische Kanalnetzberechnung mit einer zweidimensionalen Berechnung des Oberflächenabflusses. Eine „Kommunikation“ der beiden Systeme, also ein Wasseraustausch, findet an definierten Punkten statt, im Falle von HYKAS-2D an Schächten und Straßenabläufen, die innerhalb des 2D-Strömungsmodells liegen.



Der Wasseraustausch im Untersuchungsgebiet findet fallweise von der Oberfläche in das Kanalnetz oder aber auch aus dem Kanalnetz an die Oberfläche statt. Wasser, das an Schächten außerhalb des Untersuchungsgebiets aus den Schächten austritt, wird von der Kanalnetzberechnung bilanziert, aber nicht an die 2D-Oberflächenabflussberechnung weitergeleitet.

Kanalnetzdaten werden dann, soweit Sie für das Erstellen des 2D-Strömungsmodells erforderlich sind, in das 2D-Oberflächenabflussmodell exportiert: Sie müssen lediglich anhand einer Polylinie den Gebietsrand des geplanten Strömungsmodells festlegen, den Rest übernimmt dann die Datenexportfunktion.



Beispiel: GraPS zeigt an, welche Kanalnetzdaten 2D-relevant sind und für den Export in Frage kommen. Es muss daher nur noch entschieden werden, ob alle oder nur ein Teil der Daten exportiert werden soll

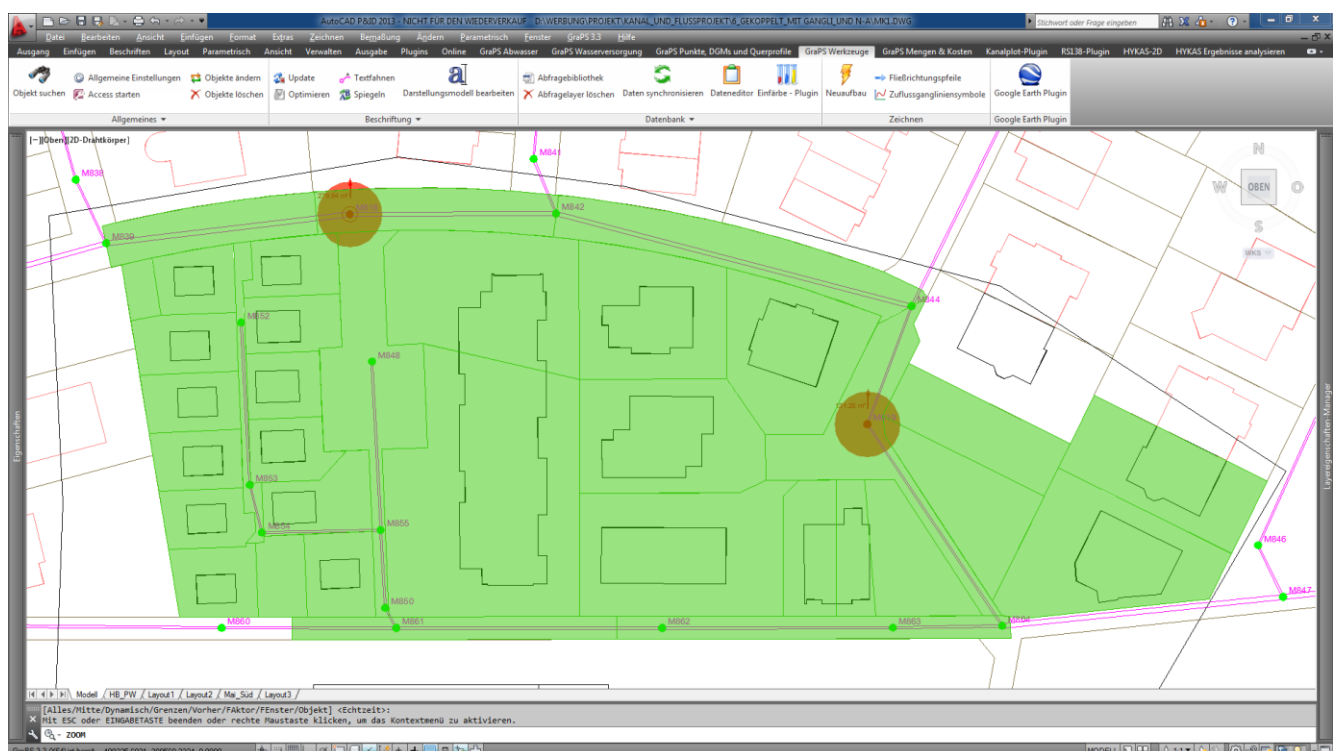
Die Gebäude werden im 2D-Modell ausgeschnitten. Diese Flächen stehen daher für die Berechnung des 2D Oberflächenabflusses nicht zu Verfügung. Sie werden bei der Kanalnetzberechnung berücksichtigt (siehe nächste Seite).

Einzugsgebiete (bei gekoppelter Abflusssimulation):

Die Einzugsgebiete werden bei der Bearbeitung der Kanalnetzdaten konventionell erfasst. Wenn beim Datenexport (siehe vorherige Seite) innerhalb einer Polylinie sich nicht nur Schächte sondern auch Kanal-Einzugsgebiete befinden, erhalten die Kanal-Einzugsgebiete zusätzlich und automatisch das Attribut „Nur Dachfläche an Kanal angeschlossen“. Für alle „Nicht-Dachflächen“ ermittelt das 2D-Oberflächenabflussmodell die Fließrichtung und findet bei der 2D-Simulation die Austauschpunkte (Schächte, Straßenabläufe) mit dem Kanal.

Welche Einzugsgebiete mit diesem Attribut versehen sind, können Sie ganz einfach in GraPS zur Kontrolle anzeigen lassen.

Beispiel: Themenplan – Es werden nur Einzugsgebiete mit dem Attribut „Nur Dachfläche am Kanal angeschlossen“ gekennzeichnet.



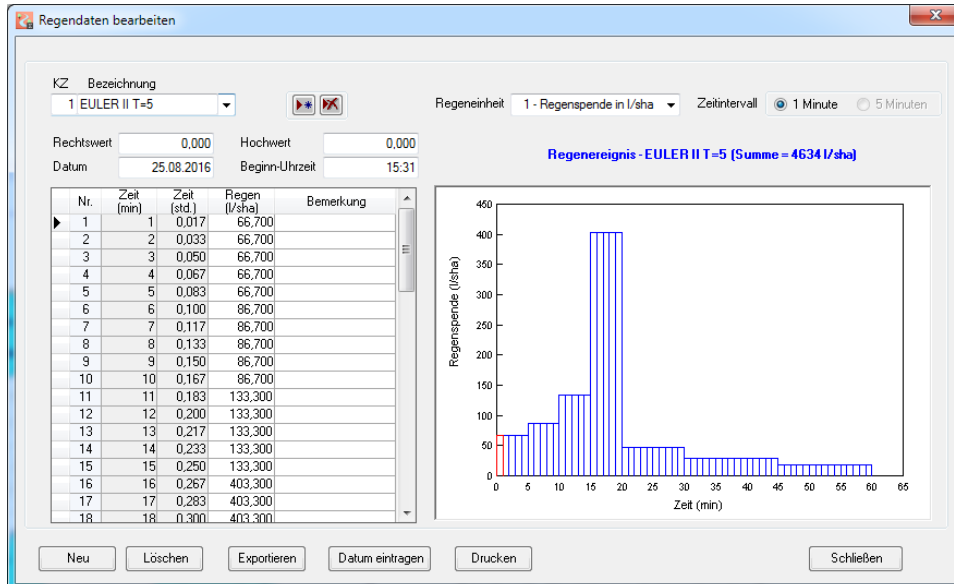
Das 2D-Strömungsmodell

Das 2D-Strömungsmodell wird im Programm FLUSS aufgestellt. Die Vorgehensweise ist dieselbe, wie bei der Modellierung von Hochwasserabflüssen. Damit der Modellierungsaufwand sich rechtfertigt, sollten an das TIN erhöhte Anforderungen hinsichtlich Genauigkeit (z.B. Bordsteine) gestellt werden.

Details dazu entnehmen Sie bitte der Kurzbeschreibung FLUSS im 2D-Teil. Dort werden die einzelnen Module, die bei der Modellierung verwendet werden, beschrieben.

Niederschlagsdaten

Es können einzelne Niederschlagsereignisse simuliert werden. In der Regel wird das Niederschlagsereignis, das in der Kanalnetzberechnung angesetzt wird, auch bei der Berechnung der 2D-Oberflächenabflüsse verwendet.

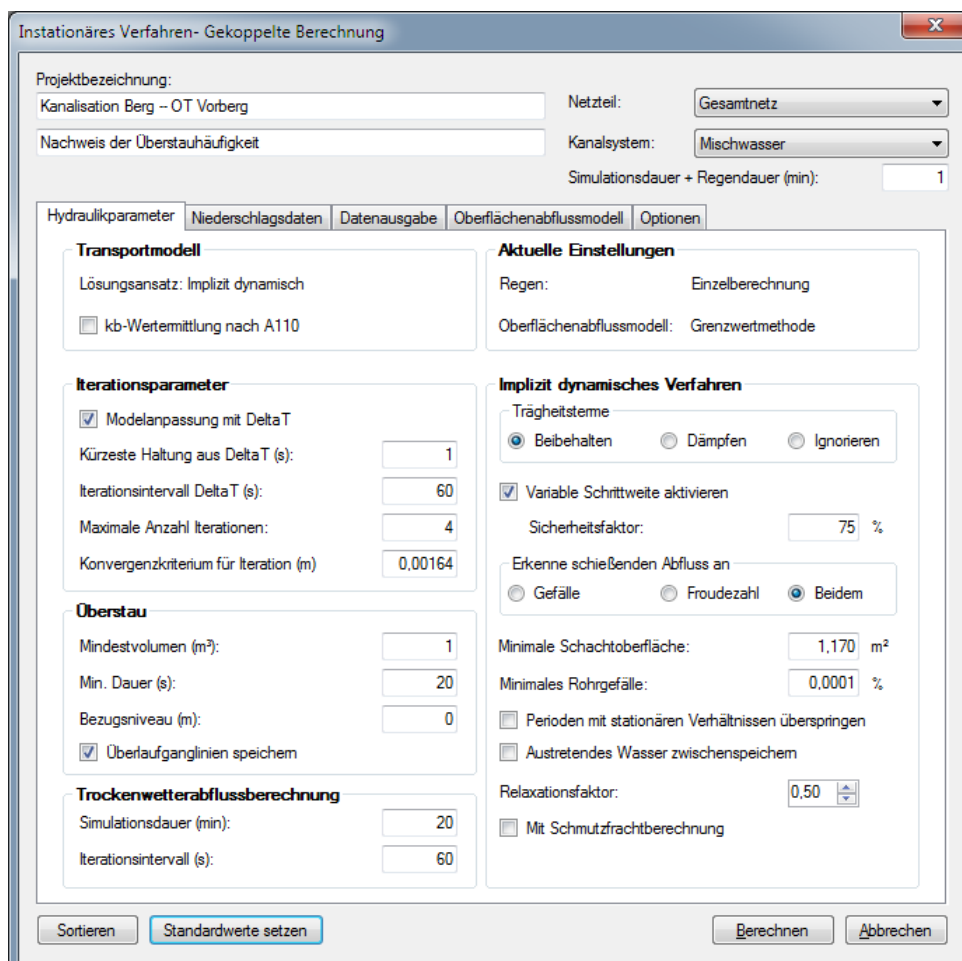


Beispiel: Die Regenereignisse können sowohl in HYKAS als auch in FLUSS-2D (links) bearbeitet werden.

Es steht in HYKAS eine Kopierfunktion zur Verfügung um u.a. Regenereignisse aus den Kanalnetzdaten in das 2D-Oberflächenabflussmodell zu kopieren.

Start der gekoppelten Simulation

Die hydrodynamische Kanalnetzberechnung „Gekoppelte Simulation“ wird in dem Programm HYKAS gestartet.



Instationäres Verfahren - Gekoppelte Berechnung

Projektbezeichnung: Kanalisation Berg - OT Vorberg

Netzteil: Gesamtnetz

Nachweis der Überstauhäufigkeit

Kanalsystem: Mischwasser

Simulationsdauer + Regendauer (min): 1

Hydraulikparameter Niederschlagsdaten Datenausgabe Oberflächenabflussmodell Optionen

Transportmodell

Lösungsansatz: Implizit dynamisch

☐ kb-Wertmittlung nach A110

Aktuelle Einstellungen

Regen: Einzelberechnung

Oberflächenabflussmodell: Grenzwertmethode

Iterationsparameter

☒ Modelanpassung mit DeltaT

Kürzeste Haltung aus DeltaT (s): 1

Iterationsintervall DeltaT (s): 60

Maximale Anzahl Iterationen: 4

Konvergenzkriterium für Iteration (m): 0,00164

Implizit dynamisches Verfahren

Trägheitsterme

☒ Beibehalten ☐ Dämpfen ☐ Ignorieren

☒ Variable Schrittweite aktivieren

Sicherheitsfaktor: 75 %

Erkenne schießenden Abfluss an

☐ Gefälle ☐ Froudezahl ☒ Beidem

Minimale Schachtoberfläche: 1,170 m²

Minimales Rohrgefälle: 0,0001 %

☐ Perioden mit stationären Verhältnissen überspringen

☐ Austretendes Wasser zwischenspeichern

Relaxationsfaktor: 0,50

☐ Mit Schmutzfrachtberechnung

Überstau

Mindestvolumen (m³): 1

Min. Dauer (s): 20

Bezugsniveau (m): 0

☒ Überlaufangablinen speichern

Trockenwetterabflussberechnung

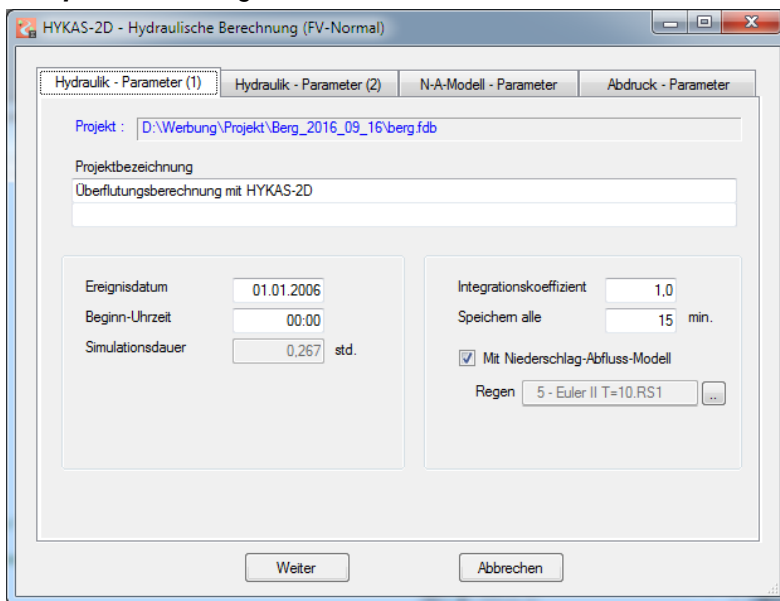
Simulationsdauer (min): 20

Iterationsintervall (s): 60

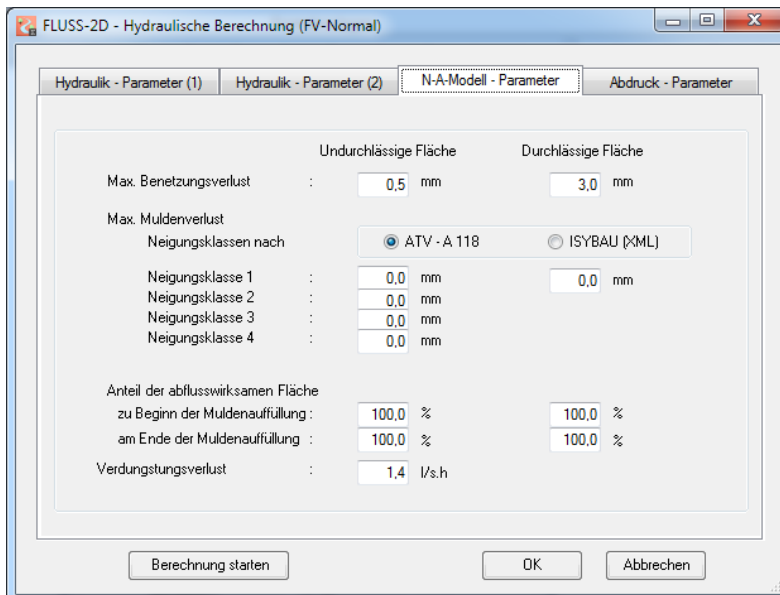
Buttons: Sortieren, Standardwerte setzen, Berechnen, Abbrechen

Beispiel: Startdialog in dem Programm HYKAS

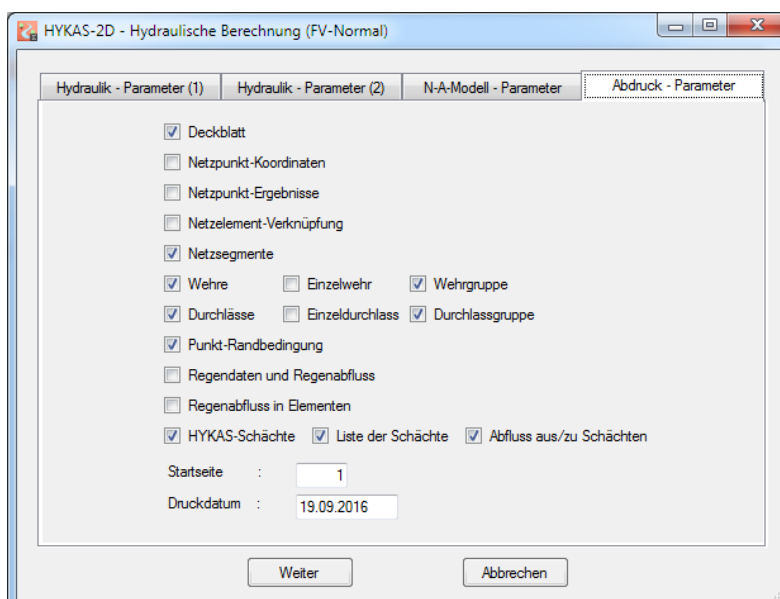
Wenn Sie die Kanalnetzberechnung gestartet haben, wird anschließend automatisch FLUSS-2D aufgerufen. Dort können Sie weitere Optionen für den Start der 2D-Oberflächenabflussberechnung und die Ergebnisausgabe festlegen (siehe nächste Seite).

Beispiel: Startdialog FLUSS-2D


Sie können beim Start der 2D-Oberflächenabflussberechnung entscheiden, ob während der 2D-Simulation ausschließlich externe Zuflüsse (über den Rand oder innerhalb des Strömungsgebietes) berücksichtigt werden sollen oder ob das Strömungsgebiet zusätzlich auch noch berechnet werden soll (N-A-Modell). Das Niederschlagsereignis, das zur Kanalnetzberechnung verwendet wird, steht automatisch auch bei der 2D-Simulation zur Auswahl zur Verfügung.



N-A-Modell-Parameter definieren: Benetzungs- und Mulden- und Verdunstungsverluste für undurchlässige und durchlässige Flächen. Das Programm FLUSS-2D berechnet verfahrensbedingt Muldenverluste, so dass i.d.R. keine zusätzlichen Muldenverluste bei der Berechnung des Effektivniederschlags angesetzt werden.



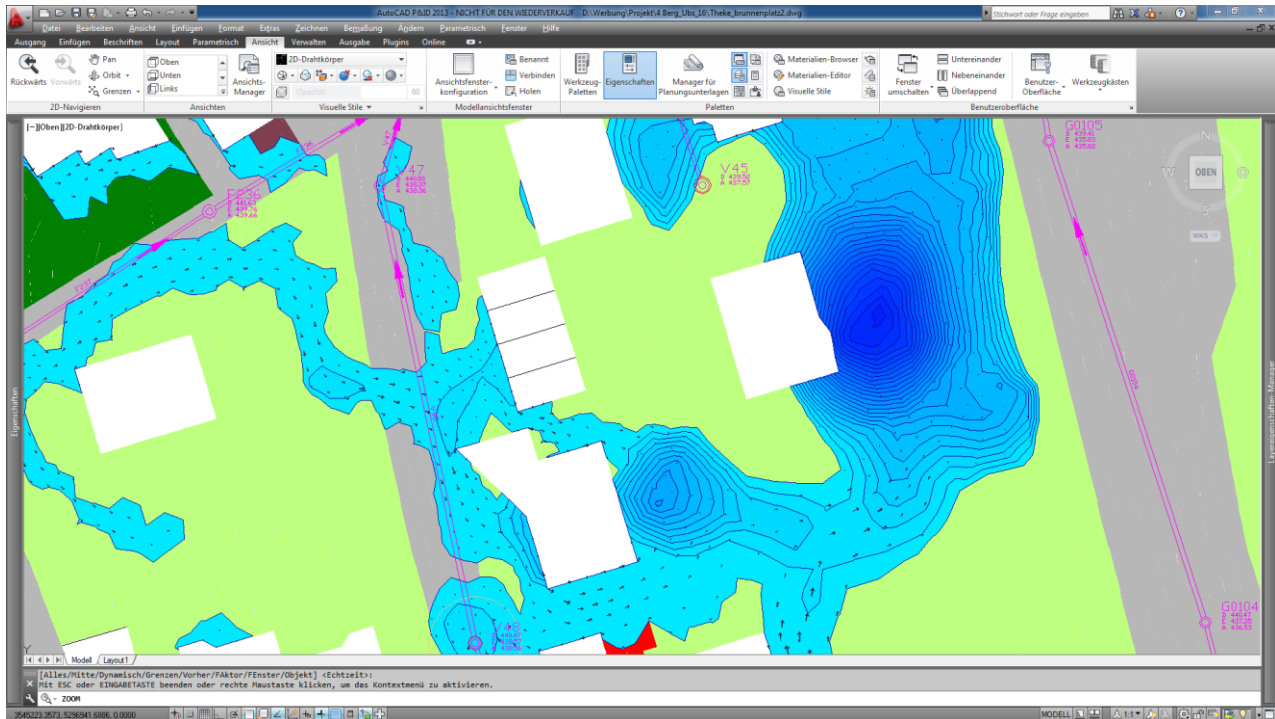
Abdruck-Parameter festlegen: Unter anderem können Sie Informationen über den Wasseraustausch, der zwischen Kanalnetz und 2D-Oberflächenabflussmodell stattgefunden hat, ausgeben lassen.

3. Berechnungsergebnisse

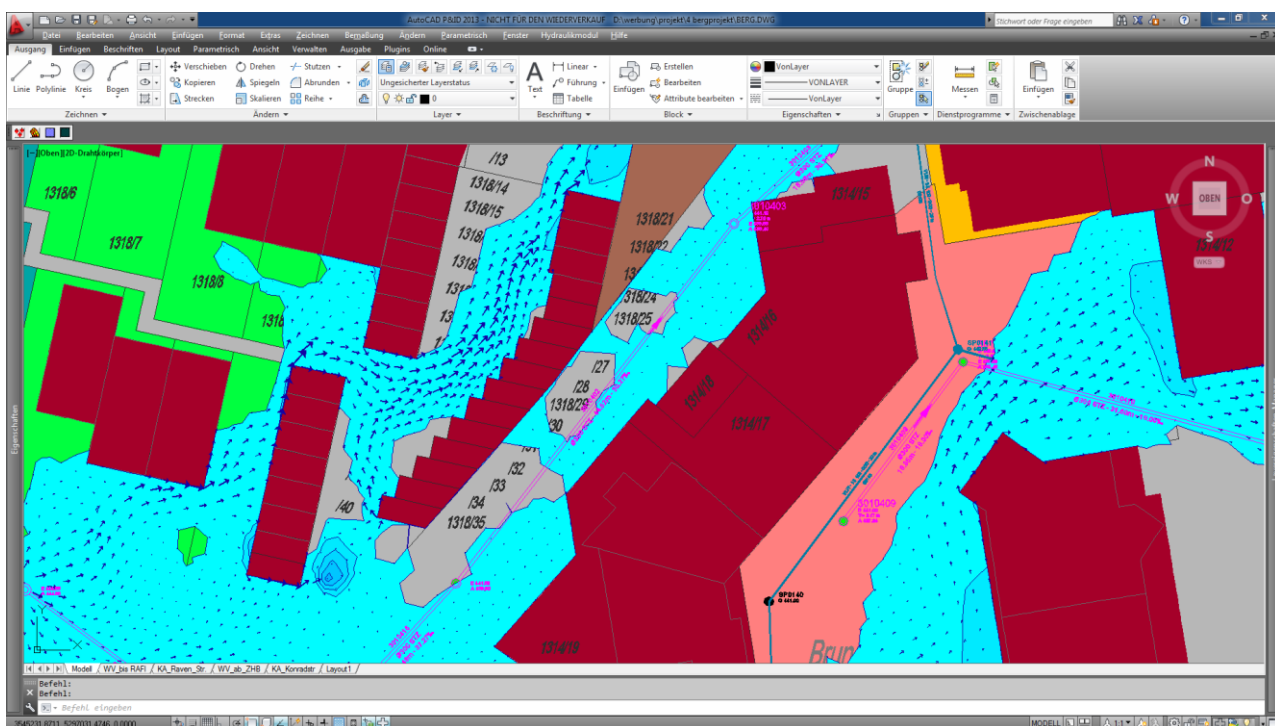
Sie erhalten das Protokoll der hydrodynamischen Kanalnetzberechnung und die Ergebnislisten. In der Darstellung der Ergebnisse und deren Auswertemöglichkeiten ergibt sich kein Unterschied zur konventionellen hydrodynamischen Kanalnetzberechnung.

FLUSS-2D gibt die Berechnungsergebnisse tabellarisch oder in grafischer Form als Themenplan aus. Hier ein paar Beispiele:

Beispiel: Berechnungsergebnis ausgewertet und als Themenplan dargestellt, der Farbverlauf repräsentiert unterschiedliche Fließtiefen (siehe unten Dialog „Animierte Darstellung“)



Beispiel: Berechnungsergebnis Fließvektoren geben die Fließgeschwindigkeit und die Fließrichtung an



Beispiel: Druckvorschau - Berechnungsergebnis Volumenbilanz der 2D-Oberflächenabflussberechnung
Es interessieren hier u.a. die Zuflussvolumina (Summe) aus dem N-A-Modell und aus den Schächten.

FluSS2D_HYKAS2D.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Datei Bearbeiten Anzeige Fenster Hilfe

Start Werkzeuge

FluSS2D_HYKAS2D.... x

?

Anmelden

Projekt : Überflutungsberechnung mit HYKAS-2D

Ergebnisse - Volumenbilanz

Datum: 19.09.2016

Gebietsfläche	0,098	km2
Wasservolumen im Gebiet	262,244	m3
Volumenbilanz		
Anfangsvolumen im Gebiet	0,115	m3
Gesamter Zuflussvolumen in das Gebiet	289,519	m3
davon Zuflussvolumen durch Q-Segmente		0,000 m3
davon Zuflussvolumen an Randpunkten		0,000 m3
davon Zuflussvolumen an Innenpunkten		0,000 m3
davon Zuflussvolumen aus Niederschlag-Abfluss-Modell		133,125 m3
davon Zuflussvolumen aus HYKAS-Schächten		156,395 m3
Gesamtvolumen (Anfangsvolumen + Zufluss)	289,634	m3
Gesamter Abflussvolumen aus dem Gebiet	27,391	m3
davon Abflussvolumen durch WSP-Segmente		0,000 m3
davon Abflussvolumen an Randpunkten		0,000 m3
davon Abflussvolumen an Innenpunkten		0,000 m3
davon Abflussvolumen über Wehre		0,000 m3
davon Abflussvolumen durch Durchlässe		0,000 m3
davon Abflussvolumen zu HYKAS-Schächten		27,391 m3
Restvolumen im Gebiet	262,244	m3
Gesamtvolumen (Abfluss + Restvolumen)	289,635	m3
Volumenfehler	0,00	%

Seite 2 von 12

Beispiel: 2D-Oberflächenabflussberechnung, Liste mit Schacht-Austauschvolumina

FluSS2D_HYKAS2D.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Datei Bearbeiten Anzeige Fenster Hilfe

Start Werkzeuge FluSS2D_HYKAS2D.... x Anmelden

Projekt : Überflutungsberechnung mit HYKAS-2D

Liste der HYKAS-Schächte Datum: 19.09.2016

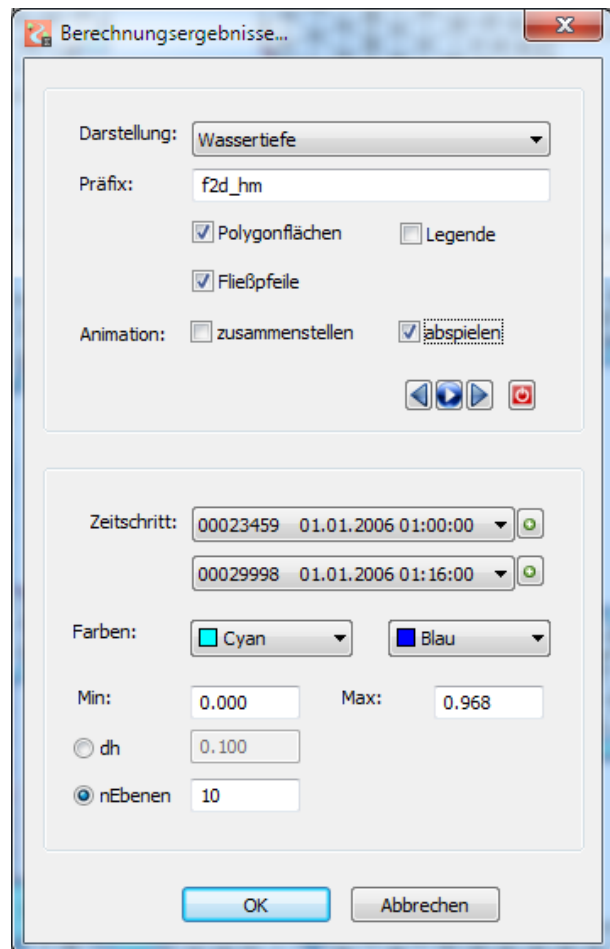
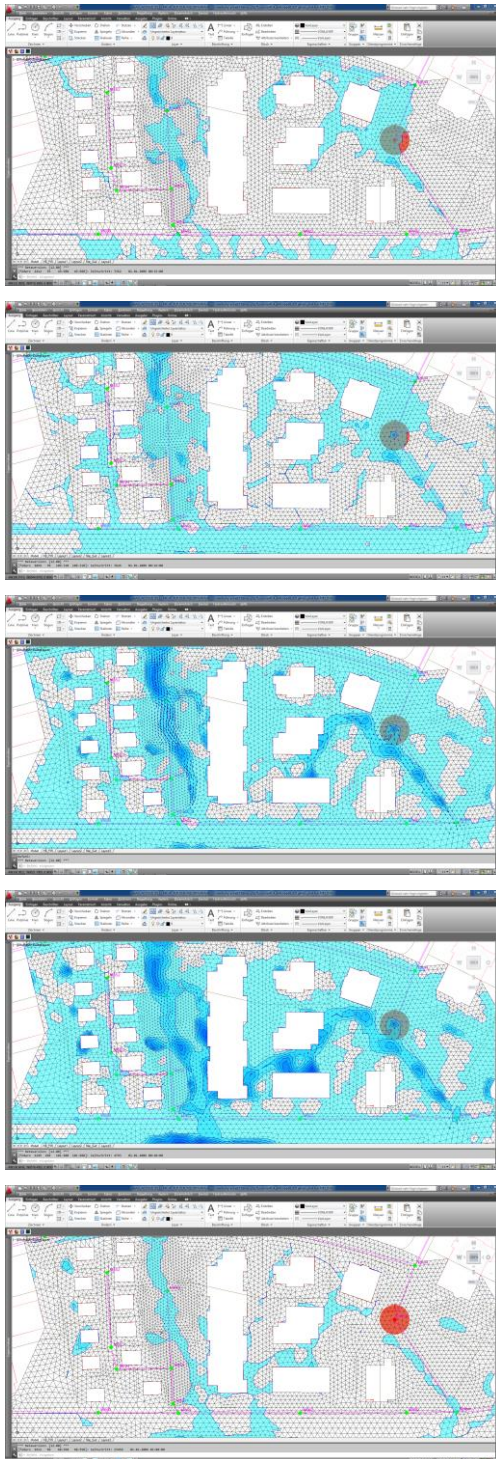
Schacht	Rechtswert (m)	Hochwert (m)	Deckelhöhe (m+NN)	Umfang (m)	Punkt-Nr.	Volumen aus Schacht (m3)	Volumen zu Schacht (m3)
3010051	3545254,111	5297187,361	438,687	3,142	6699	0,000	0,100
3010052	3545258,856	5297159,766	438,451	3,142	6700	0,000	0,146
3010053	3545262,782	5297136,934	438,264	3,142	6701	0,000	0,401
3010054	3545271,660	5297078,836	438,470	9,425	770	0,000	0,158
3010055	3545281,456	5297028,833	438,500	3,142	174	0,000	0,076
3010056	3545286,902	5297005,805	438,513	3,142	175	0,000	0,219
3010077	3545198,822	5297175,200	443,118	3,142	4461	3,420	0,248
3010078	3545232,529	5297148,140	439,803	3,142	4462	0,000	0,488
3010079	3545246,298	5297141,802	438,989	3,142	4471	0,000	0,431
3010104	3545311,514	5297013,723	437,649	3,142	4251	0,000	0,059
3010108	3545274,060	5297080,478	438,327	3,142	771	0,000	0,396
3010402	3545175,631	5297011,229	443,487	3,142	2851	0,000	0,121
3010403	3545203,504	5297047,214	441,099	3,142	3606	0,000	0,060
3010404	3545217,543	5297060,137	440,472	3,142	3661	0,000	13,571
3010405	3545226,782	5297076,664	439,680	3,142	3667	0,000	2,849
3010406	3545241,153	5297077,918	439,404	3,142	5152	0,000	0,152
3010407	3545254,841	5297073,245	439,331	3,142	5153	0,000	0,000
3010408	3545264,557	5297024,198	439,357	3,142	3913	0,000	0,028
3010409	3545214,476	5297017,470	441,001	3,142	8062	0,000	0,126
3010410	3545226,482	5297033,408	440,604	3,142	8064	0,000	0,082
3010411	3545257,974	5297024,990	439,487	3,142	3914	0,000	0,064
3010412	3545205,743	5296968,437	442,192	3,142	5526	0,000	0,081
3010413	3545214,399	5296973,445	441,552	3,142	5527	0,000	0,116
3010414	3545238,140	5296976,959	440,563	3,142	1809	1,750	0,097
3010415	3545253,244	5296967,167	440,013	3,142	1846	0,000	0,097
3010416	3545165,073	5296999,796	444,838	3,770	2719	0,000	3,276
F234	3545262,987	5296963,839	439,521	3,770	1850	0,000	0,032
F235	3545241,689	5296950,748	440,576	3,770	1917	0,020	0,301
F236	3545220,390	5296937,657	441,634	3,770	5528	0,000	0,294
F237	3545199,392	5296924,089	442,940	3,770	7050	0,000	2,271
F238	3545196,627	5296907,142	444,065	3,770	1585	0,000	0,018
F239	3545174,479	5296897,718	444,905	3,770	1586	0,000	0,297
FQ10	3545331,789	5297091,547	434,857	3,142	5298	0,000	0,000
FQ11	3545294,438	5297085,460	437,615	3,142	5299	0,000	0,002
FQ4	3545312,016	5297016,357	437,703	6,283	4252	0,000	0,045
FQ5	3545292,482	5297085,156	437,609	6,283	5300	0,000	0,099
FQ8	3545397,960	5297071,381	434,063	3,142	8173	0,000	0,000
FQ9	3545371,241	5297087,997	433,893	3,142	3085	0,000	0,000
G0104	3545305,810	5296902,490	440,466	3,142	6125	0,000	0,114
G0105	3545292,394	5296943,688	439,414	3,142	6126	0,000	0,081
G0106	3545286,637	5296979,133	438,933	3,142	5806	0,000	0,082
G0107	3545332,000	5297002,087	437,245	3,142	1474	0,000	0,000
G0108	3545345,442	5296971,112	436,193	3,142	1475	0,000	0,000
LIIQ25	3545158,407	5296938,073	445,439	3,770	7131	0,000	0,074
LIIQ26	3545157,854	5296973,153	445,642	3,770	2720	0,000	0,009
V50	3545194,120	5296933,932	443,353	3,770	7160	20,653	0,000
V51	3545178,838	5296954,761	444,373	3,770	7172	0,000	0,000
V52	3545166,813	5296976,682	445,106	3,770	7173	27,777	0,000
V53	3545132,471	5297010,609	447,491	3,770	3294	102,774	0,088
V54	3545109,975	5297029,620	450,294	3,770	3295	0,000	0,082

Seite 5 von 12

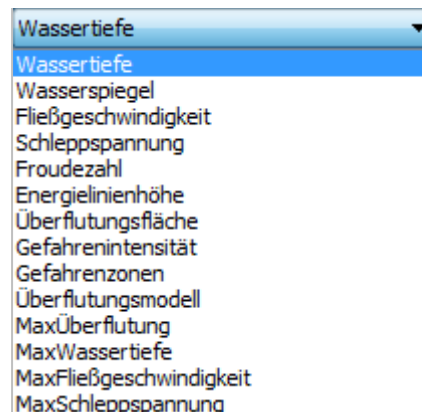
210 x 297 mm

Animierte Darstellung der Berechnungsergebnisse

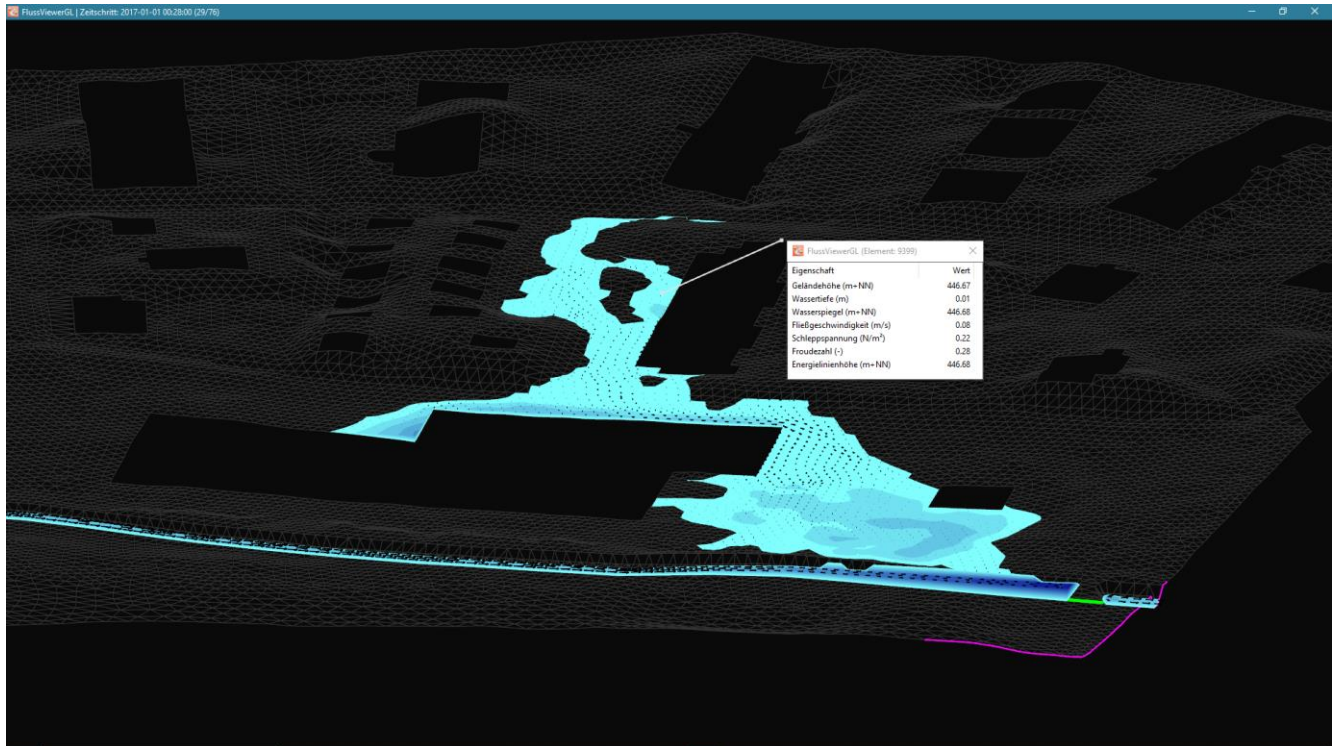
Im Lageplan können die unten abgebildeten Themen ausgewertet werden. Nachdem das Berechnungsergebnis zeitabhängig vorgehalten wird, bietet sich eine Animation dieser an. FLUSS-2D verfügt über eine Automatik, die einen Film für Sie erstellt, mit dem Sie die Überflutungs- bzw. Füll- und Entleerungsvorgänge überzeugend präsentieren können.



Folgende Themen, können im Lageplan abgebildet werden:



FLUSS-2D enthält auch einen 3D-Viewer mit dem Sie die Berechnungsergebnisse darstellen können. Es stehen viele Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung. Er ist lizenzfrei und kann daher auch von unserer Homepage herunter geladen werden. Lediglich eine OpenGL 3.3fähige Grafikkarte mit mindestens 2GB VRAM sollte zur Nutzung des FlussViewers zur Verfügung stehen.



In Animationsfenstern können, wenn Sie das möchten, zusätzlich zur grafischen Darstellung die wichtigsten Berechnungsergebnisse zeitschrittabhängig dargestellt werden.