

## Niederschlag-Abfluss-Simulation NASIM Kurzbeschreibung



NASIM ist ein seit vielen Jahren bewährtes Niederschlag-Abfluss-Modell, das für die Simulation von Abflüssen sowohl aus natürlichen als auch aus städtischen Einzugsgebieten eingesetzt wird. Es wurde mit der Zielsetzung entwickelt, die traditionelle Verwendung von unterschiedlichen Kurz-, Mittel- oder Langzeitmodellen aufzugeben. NASIM bietet die Möglichkeit, die wesentlichen Aufgaben der deterministischen Hydrologie mit einem einzigen Modell zu bearbeiten. Dies wird durch die Abbildung aller wesentlichen Teilkomponenten des hydrologischen Kreislaufs und entsprechende programmtechnische Steuerungsoptionen ermöglicht.

Neben umfassenden Programmfunktionalitäten, leichter Bedienbarkeit und Offenheit zu anderen Systemen zeichnet NASIM sich durch folgende Merkmale aus:

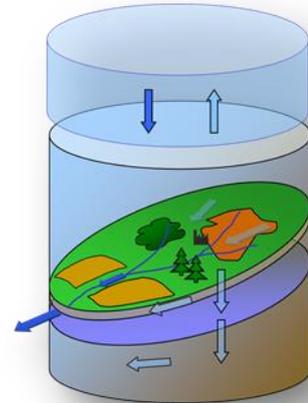
- Kontinuierliche Simulation der Wasserbilanz
- Abbildung der physikalischen Prozesse der Speicherung und Wasserbewegung (Schnee, Bodenfeuchte, Grundwasser, Gewässer)
- Verwendung physikalischer Parameter für Flächennutzung und Bodentypen und Beschränkung auf allgemein verfügbare Daten
- Simulation urbaner Abflüsse unter Berücksichtigung sämtlicher hydraulisch wirkenden Elemente eines Kanalnetzes
- Auenhydrologie (Überflutung von Aueflächen, Interaktion zwischen Grundwasser, Boden und Gewässer)
- Abflussmodellierung als Kaskade nichtlinearer Speicher, optional hydrodynamisch als "Diffuse Welle" (bei Rückstau und Fließumkehr)
- Kontinuierliche Langzeitsimulation mit hoher zeitlicher Auflösung (z. B. 30 Jahre mit 10-Minuten-Zeitschritt)
- Elementarflächen (hydrologisch homogene Teilflächen, Bodenschichten) als kleinste modellierbare Teilfläche, Aggregation zu Simulationsflächen per Mausklick
- Gebietsniederschlagsmodell
- Integrierte Zeitreihendarstellung und –bearbeitung
- GIS-Anbindung
- Berücksichtigung von Rückkopplungseffekten zwischen Systemelementen
- Modellierung von Steuerungen bei Speicher- und Verzweigungsbauwerken
- Schmutzfrachtberechnung

## Einsatzgebiete

NASIM unterstützt den Hydrologen und Ökologen bei der Planung und Überwachung wasserwirtschaftlicher Systeme. Kennwerte zum Wasserhaushalt der Gewässer und Einzugsgebiete können verifiziert und prognostiziert werden.

Das Programm NASIM bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten:

- Bemessung und Überprüfung von Hochwasserschutzmaßnahmen, Optimierung von Betriebsregeln und Beckensteuerungen, Berechnung von Entlastungshäufigkeiten
- Flächendetaillierte wasserwirtschaftliche Grundlagen in beliebiger zeitlicher Auflösung (z. B. Zeitreihen, extreme Jahre, Dauerlinien, Überflutungsdauern, langjährige Mittel, HQx, Berechnung von HQ1)
- Gemeinsame Betrachtung natürlicher und kanalisierter Gebiete
- Flächendeckende Kalibrierung der Abflussbilanzgrößen
- Szenarien für Klima und Systemzustände
- Ermittlung maßgeblicher Niedrigwasserperioden für Gewässergüte
- Überprüfung von Messwerten und Unterstützung flexibler Messkonzepte
- Echtzeitsteuerung von Hochwasserschutzsystemen mit gesteuertem Hochwasserrückhalt und Aufbau von Warnsystemen
- Real-Time-Hochwasservorhersagen im operationellen Betrieb
- Wasserhaushalt des Gewässer-Vorland-Systems (Auenwälder, Altarme ...)
- Bestimmung von Kenngrößen zur Deponieentwässerung (Sickerwasser, Drainageabfluss, Oberflächenabfluss) zur Bemessung von Drainagen, RÜB etc.
- Modellierung von gesteuerten Vorgängen bei Speicher- und Verzweigungsbauwerken
- Dimensionierung von Mischwasserentlastungen mit Nachweisführung nach ATV-A 128 und Merkblatt BWK M3 / M7
- Schmutzfrachtberechnung (Absetzwirkung und Stoffabbau)
- Erweiterte Abflussaufteilung zur Abbildung von Fremdwasser



## Anwendungsbeispiele

### Konzepte zum Hochwasserschutz

- Erstellung eines geeichten Niederschlag-Abfluss-Modells
- Festlegung von Planungsvarianten
- Langzeitsimulation mit statistischer Auswertung BHQx
- Identifikation und Nachweis potenzieller Speicher
- Modifikation der Bewirtschaftungsregeln von Speicherräumen
- Rückgewinnung von Retentionsflächen

### Wirkung abflussreduzierender Maßnahmen in Siedlungsgebieten

- Erstellung des städtischen Niederschlag-Abfluss-Modells unter Berücksichtigung von
  - Verdunstung von versiegelten und unversiegelten Flächen
  - Regenwasserrückhalt, -nutzung und -versickerung
  - Trockenwetterabfluss
  - Kanalretention
- Erstellung von Systemvarianten
- Langzeitsimulation mit Auswertung der Mischwassereinleitungen, Mischungsverhältnisse an Einleitungsstellen usw.
- Berechnung von Entlastungshäufigkeiten
- HQ1-Berechnung
- Berechnung der Abflüsse eines potenziell naturnahen Zustandes HQx, pnat
- Imisionsorientierte Einleitungsnachweise für Niederschlagswasser und Mischwasserabschläge

### Ermittlung der Grundwasserneubildung

- Simulation der vollständigen Wasserbilanz unter Berücksichtigung von
  - Bodenkennwerten
  - Flächennutzung
  - Versiegelung
  - Flurabstand
  - Interzeptionmit den Einzelkomponenten Evapotranspiration, Oberflächenabfluss, Interflow, Infiltration, Exfiltration, Leakage und Basisabfluss für beliebige Flächengrößen

- Eichung und Kontrolle anhand von Gewässerpegeln, Bilanzbildung, Grundwassermessstellen
- Simulation möglicher Szenarien der Flächennutzung und Bewirtschaftung

### **Abflussvorhersage und Echtzeitsteuerung eines Hochwasserschutzsystems**

- Erstellung eines geeichten Niederschlag-Abfluss-Modells
- Registrierung aktueller Niederschlags- und Abflussdaten durch Datenfernübertragung
- Kurzfristige Niederschlagsvorhersagen durch Betrachtung von Zugrichtungen und Intensitäten der Niederschlagsfelder
- Übernahme von Niederschlagsprognosen des DWD (LM) oder Dritten
- Vorlauf- und Vorhersagesimulation
- Festlegung der Steuerstrategien aus einer Menge von Szenarien
- ggf. Warnung an Betreiber und/oder Behörden

### **Talsperrenbetrieb**

- Optimierung von Steuerregeln für Talsperren mittels Langfristsimulation
- Steuerung der Speicherabgabe in Abhängigkeit eines unterhalb gelegenen Pegels, des aktuellen Inhalts eines zweiten Speichers oder in Abhängigkeit des aktuellen Niederschlags oder der Schneehöhe
- Erstellung von Betriebsplänen

## Bedienung des Programms

Die Ermittlung der Strukturdaten für ein hydrologisches Modell wird für die natürlichen und kanalisierten und/oder städtischen Einzugsgebiete vorgenommen. Landnutzung, Bodenbeschaffenheit, Gebietsgefälle sowie Gebietsform bestimmen die wesentlichen Parameter des hydrologischen Modells. Liegen diese Informationen als digitale Karteninformationen vor, können sie direkt als Modelleingangsdaten genutzt werden (z. B. Schnittstellen zur Geografischen Informationssystemen).

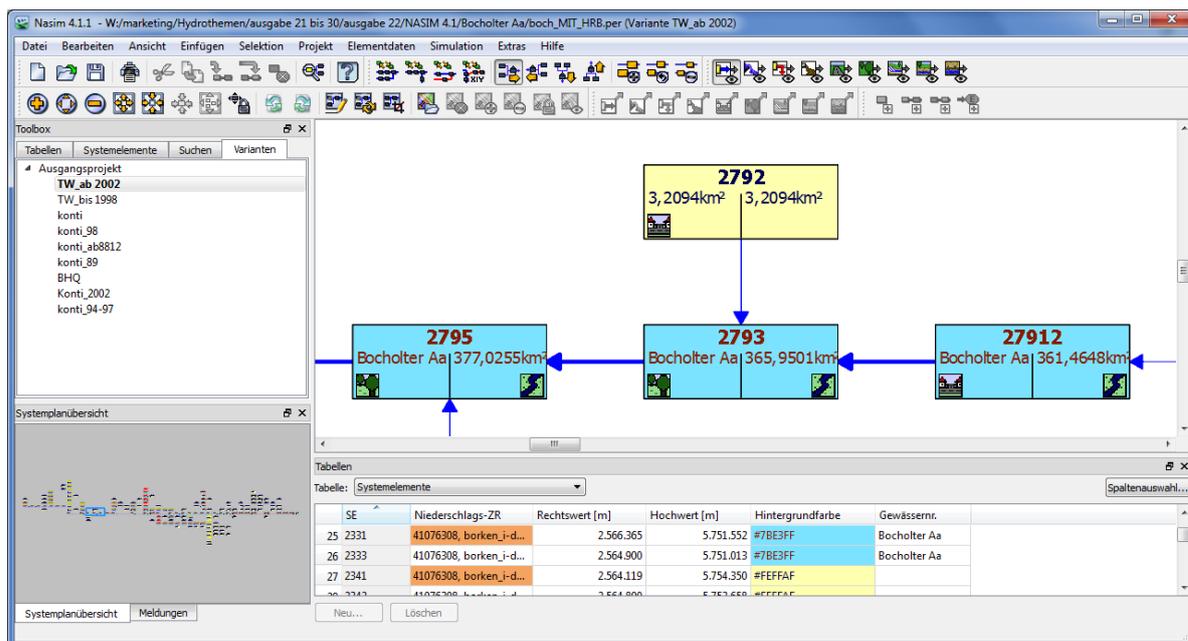
Die direkte Visualisierung des hydrologischen Modells im Systemplan ermöglicht die übersichtliche Verwaltung großer Mengen strukturierter Daten. So können gleichzeitig viele Elemente mit Ihren Datenbezügen dargestellt und verändert werden.

The screenshot displays the NASIM 4.1.1 software interface. The main window shows a hydrological model diagram with three sub-models: 24030, 24035, and 99999. Arrows indicate data flow from 24030 to 24035, and from 24035 to 99999. A red arrow points from 24035 to 99999. The interface includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Einfügen, Selektion, Projekt, Elementdaten, Simulation, Extras, Hilfe), a toolbar, a Toolbox, and a Systemplanübersicht panel. Below the diagram is a 'Tabellen' panel with a table of system elements.

SE	Niederschlags-ZR	Temperatur-ZR	Verdunstungs-ZR	GW-Tief-Zufluss-ZR
1 24030	10000, 110000.uvf	10000, t10000.uvf	10000, e10000.uvf	
2 24035				
3 24040	10000, 110000.uvf	10000, t10000.uvf	10000, e10000.uvf	
4 24050	10000, 110000.uvf	10000, t10000.uvf	10000, e10000.uvf	
5 24055				

NASIM unterstützt den Anwender durch:

- Übersichtliche Bedienung mit Menüs, Reports, Such- und Sortierhilfen
- Variantenhaltung
- Mächtige Funktionalitäten im „Systemplan“:
  - gleichzeitige Darstellung von Eingangsdaten und Ergebnissen
  - Bearbeitung vieler Elemente in einem Arbeitsschritt
  - leichte Erweiterbarkeit vorhandener Modelle
  - separate Simulation von Teilsystemen



- Integrierte technisch-wissenschaftliche Grafik (Zeitreihen)
- Integriertes Wissen zu Landnutzung, physikalischen Bodenkenwerten und Parametern
- Umfangreiche Hilfen zur Modelleichung, statistische Auswertungen (KLUDON)
- Die Integration von KLUDON in NASIM zeichnet sich aus durch:
  - Direkte Generierung von jährlichen und partiellen Serien aus den NASIM-Simulationsergebnissen
  - Grafische Kontrolle der Stichprobe mittels TimeView
  - Bearbeitung der generierten Stichprobe und Gewichtung von Ausreißern
  - Tabellarische und grafische Auswertung (TimeView) der Verteilungsanpassung
- Umfangreiche Online-Hilfe / Digitale Dokumentation

Die ArcGIS Desktop-Produkte haben in der Wasserwirtschaft einen festen Platz eingenommen.

Diese Entwicklung aufgreifend, stellt Hydrotec den NASIM-Anwendern Erweiterungen für ArcGIS bereit. Sie nutzen die komfortablen GIS-Werkzeuge und das Geodatabase-Programmiermodell von ArcGIS, um Eingangsdaten für die N-A-Simulation aufzubereiten, Modelldaten darzustellen und zu bearbeiten und Berechnungsergebnisse zu visualisieren.

Die Programmierung der Erweiterungen folgt der ArcGIS-Philosophie eines offenen Baukastensystems. Die Erweiterungen basieren auf Elementen, die ArcGIS anbietet und sind selbst als universeller Baustein einsetzbar.

## Datenaufbereitung mit ArcGIS/ArcView

Mit den Werkzeugen „Bodendaten konvertieren“, „Elementarflächen erzeugen“ und „Zeitflächenfunktion berechnen“ lassen sich wichtige Schritte der Erstellung eines N-A-Modells in ArcGIS durchführen. Die Werkzeuge werden dazu einfach in die ArcToolbox übernommen und stehen als NASIM-Tools in ArcGIS zur Verfügung.

Die **Bodendatenkonvertierung** erstellt Tabellen der Bodentypen und der Bodenarten, die das für den GIS-Import verlangte Schnittstellenformat haben.

**Elementarflächen** sind Einheiten mit homogenen hydrologischen Eigenschaften. Das Werkzeug "Elementarflächen erzeugen" liest Teilgebietsdaten, Bodendaten und Landnutzungsdaten und erzeugt daraus Dateien, die direkt nach NASIM importiert werden können.

Das Werkzeug **Zeitflächenfunktion** berechnet Fließwege und Fließzeiten für alle Teileinzugsgebiete mithilfe eines digitalen Höhenrasters und erstellt automatisch die entsprechende NASIM-Eingangsdatei.

## NASIM-ArcGIS-Plug-In

Diese Erweiterung ermöglicht es, NASIM aus ArcGIS heraus zu bedienen. Der Anwender erhält damit in einem Fenster die geografische und die tabellarische Präsentation der Daten und kann in ArcGIS lesend und schreibend mit NASIM-Modelldaten arbeiten. Die ArcGIS-Befehlsleiste verfügt dazu über zusätzliche NASIM-Funktionen zum Öffnen von NASIM-Persistenz-Dateien, zur Auswahl von Tabellen und zur Bearbeitung und Speicherung von Daten.

Der Anwender öffnet in ArcCatalog eine NASIM-Persistenz-Datei. Danach lassen sich Tabellen mit den Modelldaten auswählen, lesen und bearbeiten. Wie bei einem Shapefile oder einer Geodatabase lassen sich Tabellen in ArcMap mit GIS-Layern verknüpfen.

Die in ArcGIS durchgeführten Änderungen in den Daten erfolgen direkt in den entsprechenden Tabellen der NASIM-Datenbank. Projektvarianten können dadurch einfach erstellt werden.

Mit ArcMap lassen sich Modelleingangsdaten, Modellergebnisse oder Kombinationen dieser Daten mit anderen Datenbeständen visualisieren. Anwendungsbeispiele sind:

- Kontrolle der Niederschlagsverteilung
- Kontrolle von Eichparametern
- Visualisierung der über die Zeit aggregierten Modellierungsergebnisse.

Die NASIM-ArcGIS-Erweiterungen setzen eine Lizenz von NASIM 4.1 und ArcGIS ArcView 9 oder 10 voraus. Für die „Zeitflächenfunktion“ ist zusätzlich der ArcGIS Spatial Analyst<sup>®</sup> erforderlich.

### **Benötigte NASIM-Inputdaten**

- Einzugsgebietsgrenzen und Flächengrößen (aus analogen oder digitalen Karten), mittlere Teilgebietshöhen
- Stadthydrologische Unterlagen (angeschlossene Flächen, Versiegelungsgrade, Fließzeiten auf den Flächen, Hauptsammlersystem, Fließzeiten im Hauptsammler, Lage und Kennwerte [Inhaltlinie und Drossel] von Speicherelementen)
- Flächennutzung nach Lage und Kennwerten (Interzeption / Durchwurzelungstiefe nach Standards möglich), analog oder digital
- Böden nach Lage und Kennwerten (mindestens kf-Wert, nFK) aus analogen oder digitalen Karten
- Gerinnelänge und -gefälle je Transportelement
- Charakteristisches Querprofil je Gerinneelement oder
- Charakteristische Beziehung Durchfluss / Spiegelbreite / Fließtiefe je Gerinneelement aus externer Hydraulik oder
- Standard-Kanalquerschnitt (Kreis, Rechteck usw.)
- Idealisierte Teilgebiete aus topographischen Karten oder aus digitalen Geländemodellen abgeleitete Zeitflächenfunktionen
- Retentionskonstanten der Abflussanteile (Standards möglich)
- Belastungszeitreihen Niederschlag, Temperatur und potentielle Verdunstung, u. U. Einleitungen
- Abflusszeitreihen für die Eichung und weitere Berechnungen

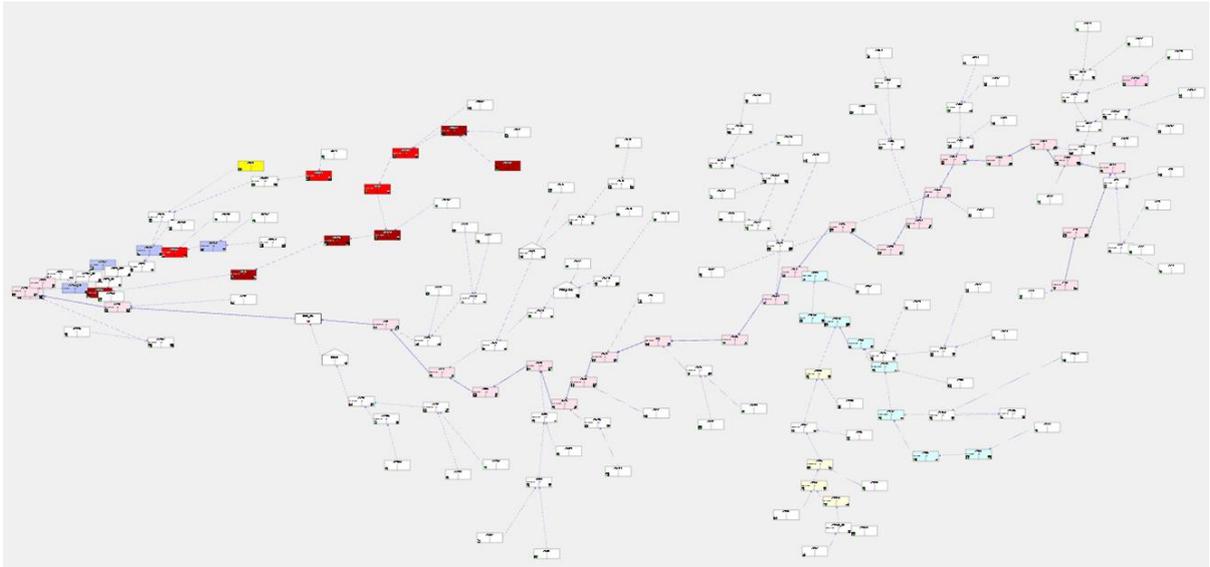
### **Grenzen der Anwendbarkeit (z. B. Einzugsgebietsgröße)**

- Einzugsgebietsgrößen von wenigen Hektar bis zu mehreren tausend Quadratkilometern
- Teileinzugsgebietsgrößen von ca 1 ha bis 20 km<sup>2</sup>
- Zeitschrittweite von wenigen Minuten bis zu einem Tag
- Untersuchungsgebiete vom Flachland bis zu Hochgebirgsregionen

### **Schematischer Aufbau (Untergliederung in Teileinzugsgebiete)**

- Flächendifferenzierter Systemaufbau im graphisch-interaktiven Systemplan
- Zuweisung der Funktionalität eines Systemelements als Teilgebiet und/oder Transportelement

- Transportelemente als natürliche Gerinne, Kanäle, Speicherbauwerke, Aufteilungsbauwerke
- Anzahl der Systemelemente allein durch Übersichtlichkeit begrenzt
- Mehrere hundert Systemelemente möglich
- Unterteilung eines Einzugsgebiets in Berechnungsabschnitte möglich



## Lizenzierung und Support

NASIM ist ein professionelles Softwareprodukt, das von wasserwirtschaftlichen Behörden, Universitäten und Ingenieurbüros erfolgreich eingesetzt wird. Durch den Einsatz in laufenden Projekten werden die Programme ständig aktualisiert und erweitert. Hydrotec unterstützt seine Kunden durch regelmäßige Updates, Hotline, Schulungen und Anwendertreffen.

NASIM ist ein geschütztes Warenzeichen der Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH.

Bei Fragen zur Lizenzierung und Wartung stehen als Ansprechpartnerin bzw. Ansprechpartner Frau Deppe, Frau Sintic und Herr Wolf-Schumann zur Verfügung.

© Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH  
Bachstr. 62-64, 52066 Aachen, Tel.: 02 41/9 46 89-0 Fax: 02 41/50 68 89  
Kaiser-Otto-Platz 13, 45276 Essen, Tel.: 02 01/850199-50 Fax: 02 01/850199-55  
E-Mail: [support@hydrotec.de](mailto:support@hydrotec.de)  
URL: [www.hydrotec.de](http://www.hydrotec.de)