



# Delft-FEWS

## Eine Plattform für Echtzeit-Vorhersagen und Wasserwirtschaft

Software zur Datenverarbeitung und Modellintegration in Hochwasservorhersagen, Vorhersagen von Trockenzeiten, saisonalen Vorhersagen und operativer Wasserbewirtschaftung



Experten für Hochwasservorhersagen, Betreiber von Stauseen und anderer wasserwirtschaftlicher Systeme müssen häufig weitreichende zeitkritische Entscheidungen treffen, die auf Messungen, Beobachtungen und Vorhersagen basieren. Derartige Entscheidungen gewinnen zunehmend an Bedeutung, nicht nur aufgrund des vermehrten Auftretens von wetterbedingten Extremereignissen wie Überschwemmungen und Trockenzeiten und dem zunehmenden Druck auf die ohnehin schon belasteten Wasserressourcen, sondern auch aufgrund der zunehmenden Auswirkungen, die diese Extremereignisse haben. Mit Hilfe einer guten Entscheidungsunterstützung können nachteilige Folgen wie Todesfälle und Verletzungen, Umweltschäden und wirtschaftliche Schäden minimiert werden, oder zumindest lassen sich die nachteiligen Auswirkungen vermindern.

Leider sind die Datensätze, auf die sich derartige Entscheidungen stützen, häufig fragmentiert, und die Arbeitsschritte zur manuellen Erstellung einer Vorhersage sind daher oft mühselig. Die besonderen Anforderungen eines guten Wasserbewirtschaftungs- oder Vorhersagesystems beziehen sich auf eine effiziente Integration großer

Datensätze, spezielle Module für die Datenverarbeitung und offene Schnittstellen für die problemlose Integration neuer und vorhandener Modellierungsansätze.

Seit 15 Jahren antwortet Deltares auf die Frage, wie man den Prozess der Entscheidungsfindung bei Hochwasser oder anderen kritischen Zuständen rundum Wasser am besten unterstützt: Geben Sie Ihren Experten ein Delft-FEWS (Delft Flood Early Warning System)! Delft-FEWS ist eine kostenlos erhältliche Experten-Software für wasserwirtschaftliche Vorhersagen. Delft-FEWS verarbeitet große Mengen an Daten effizient, ermöglicht es, Beobachtungen und Messwerte mit aktuellen meteorologischen Vorhersagen zusammen zu führen, sichert durchgängig die Datenqualität und standardisiert Arbeitsprozesse, Visualisierung und Berichte. Delft-FEWS kann umfangreiche Berechnungen sowohl auf lokaler Hardware als auch in der Cloud ansteuern und ermöglicht es mehreren Experten, gleichzeitig an unterschiedlichen Orten mit denselben Daten zu arbeiten und zu interagieren.

Delft-FEWS besteht aus einem ausgeklügelten Set konfigurierbarer Module, mit denen ein individuell auf die Anforderungen der jeweiligen Organisation abgestimmtes hydrologisches Vorhersagesystem aufgebaut werden kann. Delft-FEWS wurde ursprünglich entwickelt, um den Vorhersageprozess für Hochwasser zu unterstützen. Wegen seiner flexiblen und modularen Struktur eignet es sich ebenfalls sehr gut für die Unterstützung der operativen Wasserbewirtschaftung, zur Echtzeit-Steuerung und für die Vorhersage und Warnung in anderen Fachgebieten, z. B. Gewässergüte, Talsperrenbewirtschaftung, Wasserkraft, Binnenschifffahrt, Grundwasserbewirtschaftung, Vorhersage von Trockenzeiten und die Überwachung von Deichen und Stau Mauern.

**Organisieren Sie Ihre Vorhersagedaten und -prozesse mit Delft-FEWS**  
**Konfigurieren Sie Ihre eigene Delft-FEWS-Anwendung und integrieren Sie Messdaten, Vorhersagedaten und Simulationsmodelle.**  
**Importieren Sie Daten effizient, wählen Sie die von Ihnen benötigten Delft-FEWS-Module aus, richten Sie Work-Flows für Ihr Datenmanagement ein, führen Sie Berechnungen im Hintergrund aus und stellen Sie Ergebnisse in einem individuell gestalteten User-Interface grafisch dar. Richten Sie Delft-FEWS als Client-Server-System für dezentrale Berechnungen oder Cloud-Computing und für den Zugriff durch mehrere Benutzer ein.**

**Verarbeitung großer Datensätze**

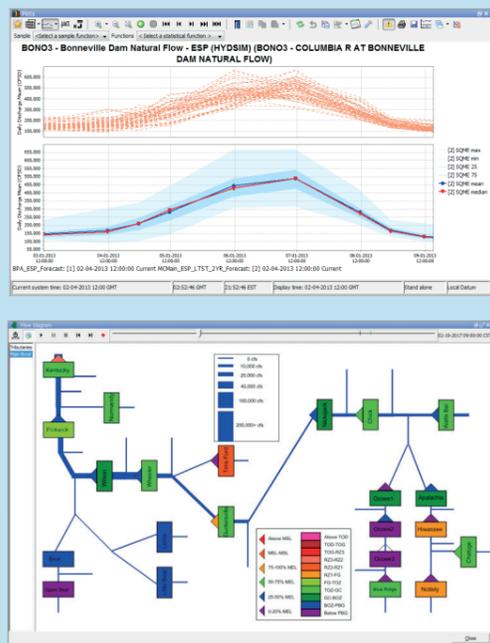
Delft-FEWS bietet zahlreiche Module für den Datenimport aus unterschiedlichsten Quellen wie Web-Diensten und externen Datenbanken und unterstützt viele verschiedene Dateiformate. Importiert werden können beispielsweise Zeitreihen aus Telemetriesystemen mit Wasserständen und Niederschlägen, aber auch Daten von Gewässergütebeprobungen, meteorologische Vorhersagedaten, Radardaten und numerische Wettervorhersagen. Daten können in Standardformaten wie CSV, XML, GRIB, Hdf5, NetCDF, sowie in mehr als 150 anderen Datenformaten importiert werden. Auch der Import von Ensemble-Wettervorhersagen, wie sie derzeit von vielen Wetterdiensten bereitgestellt werden, wird unterstützt. Die effiziente Datenspeicherung in der Delft-FEWS-Datenbank bietet umfangreiche Leistungsoptimierungen, um all diese heterogenen Datensätze schnell und effektiv zu verarbeiten.

**Qualitätskontrolle und Pre-Processing Ihrer Daten, ganz nach Ihren Vorstellungen**

Delft-FEWS hat umfangreiche Bibliotheken mit Validierungs- und Transformationsfunktionen zur Qualitätssicherung sowie für Pre- und Post-Processing. Die Datenvalidierung umfasst unter anderem Methoden zur Trend-Erkennung sowie die Prüfung extremer Werte, Änderungsraten und räumlicher Homogenität. Beispielsweise steht serielle Interpolation (Lückenfüllung) bei Bedarf für die Fertigstellung von Datenserien zur Verfügung. Die Einrichtung einer Datenhierarchie ermöglicht die Verwendung von alternativen Datenquellen als Ersatz für fehlende Daten und stellt die Kontinuität des Vorhersageprozesses sicher, selbst wenn die vorliegenden Daten unvollständig und uneinheitlich sind. Für die Integration von Daten auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen steht ebenfalls eine umfangreiche Funktionsbibliothek zur Verfügung. Dies umfasst beispielsweise die räumliche Interpolation zur Ableitung von gewichteten flächenbezogenen Niederschlägen aus räumlich verteilten Punktquellen oder aus gerasterten räumlichen Daten wie Radardaten und Daten aus numerischen Wettervorhersagemodellen. Beispiele für die von Delft-FEWS angebotenen Funktionen zur Datentransformation sind gängige hydrologische Funktionen wie Schlüsselkurven und Verdunstungsberechnungen. Eine Programmierschnittstelle ermöglicht dem Anwender darüber hinaus eigene Berechnungsvorschriften einzugeben, sogar eigene Skripte, mit denen dann auf eine umfangreiche Bibliothek von GIS-Funktionen zugegriffen werden kann, können verwendet werden. Die Datenvalidierungs- und -transformationsmodule können automatisiert oder während der Durchsicht der Daten über speziellen Displays interaktiv bedient werden.

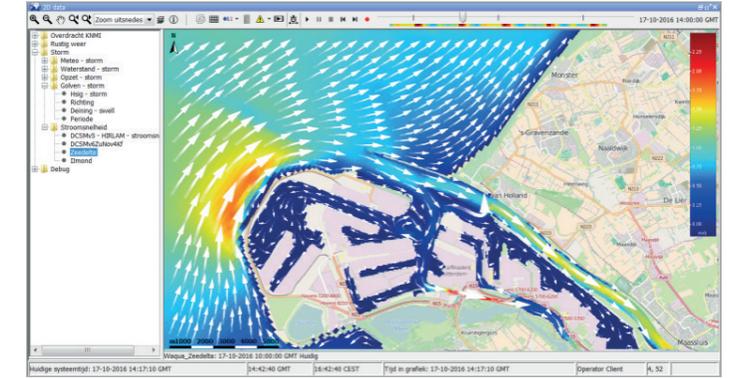
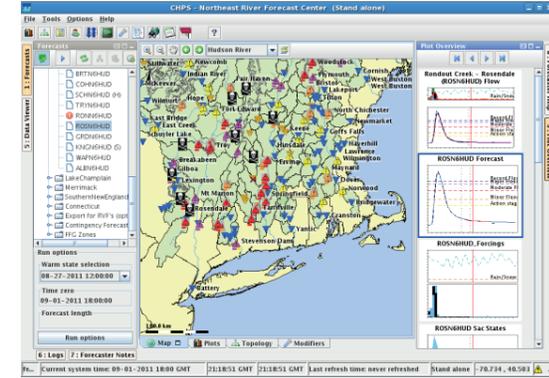
**Integration Ihrer numerischen Modelle und Skripte**

Das offene System, in dem die verschiedensten Vorhersagemodelle verwendet werden können, ist eine der wesentlichen Grundprinzipien von Delft-FEWS. Wesentlicher Baustein dieser Philosophie ist der sogenannte „General Adapter“ (Allgemeine Schnittstelle), der über XML oder NetCDF mit externen Modellen kommuniziert. Mit Hilfe dieses „General Adapter“ können praktisch alle beliebigen Prognosemodelle, Algorithmen und Skripte



**>** Jan Gooijer | Waterboard Noorderzijvest, NL.

„Durch den Einsatz von Delft-FEWS im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde eine Reihe möglicher Verbesserungen für die Bewirtschaftung des Wassersystems und für eine frühzeitige Reaktion im Katastrophenfall identifiziert.“



an Delft-FEWS angeschlossen werden. Soll ein Modell als Modul unter Delft-FEWS laufen, ist im Allgemeinen ein spezieller Adapter erforderlich, der Daten aus dem modelleigenen Datenformat in das Format des „General Adapters“ konvertiert und wieder zurück. Für zahlreiche hydrologische und hydraulische Modelle steht ein solcher Adapter bereits kostenlos zur Verfügung, darunter Adapter für HEC-RAS, HEC-HMS, ISIS, Mike11, OpenDA, OpenStreams, RTC Tools, SOBEK, DELFT-3D, Flood Modeller Pro und HBV. Einmal integriert, sorgt Delft-FEWS für die benötigten Eingangsdaten des Modells, so dass verschiedene Szenarien und Prognosesimulationen ausgeführt werden können. Der große Vorteil dieser offenen Schnittstelle liegt darin, dass auch bereits vorhandene Modelle und Tools mühelos in das Vorhersagesystem integriert werden können und ein kostspieliger Neuaufbau eines Modells entfällt.

**Anwendung moderner Techniken zur Datenassimilation**

Delft-FEWS bietet eine Reihe hoch entwickelter Tools zur Bewertung und Verbesserung der Vorhersagequalität. Dazu gehören allgemeine Assimilationsverfahren wie Fehlerkorrektur mit ARMA (Auto Regressive Moving Average) sowie die OpenDA-Toolbox für Datenassimilation, die eine Reihe von Algorithmen für die Zustandsschätzung und die Kalibrierung von Modellparametern enthält, wie beispielsweise Ensemble-Kalman-Filter und Particle-Filter. Soll die Datenassimilation manuell erfolgen, unterstützen dabei die Delft-FEWS-Displays, in denen Modellparameter sowie Status- und Zeitreihen dargestellt und modifiziert werden können. Ein sogenanntes Performance-Modul unterstützt den Anwender bei der Beurteilung der Genauigkeit der verwendeten Vorhersagemodelle. Dieses Modul bietet zudem eine Vielzahl leistungsstarker Analyse-Tools für die Ereignisanalyse.

**Verteilung und Archivierung Ihrer Vorhersagedaten**

Vorhersageprodukte können in verschiedenen Dateiformaten und über Webdienste verteilt werden. Damit erleichtert Delft-

FEWS die Kommunikation mit Behörden und der Öffentlichkeit über Intranet und Internet. Webdienste für den Zugriff auf Zeitreihen und den Dispatch von Tasks können auf Basis unserer Webdienst-API entwickelt werden. Speicherung von Messwerten, Simulationsergebnissen, Vorhersageprodukten und anderen Daten erfolgt in einem externen Speicher innerhalb des Deltares Open Archive. Dieses Archiv kann für die Analyse vergangener Ereignisse, die Modellkalibrierung, Überprüfungen und Leistungsanalysen verwendet werden. Das System enthält außerdem einen integrierten Schulungsmodus, den sogenannten „Delft-FEWS Water Coach“. In diesem Modus kann sich der Anwender mit dem System vertraut machen, und es können Übungsaufgaben eingerichtet werden, bei denen eine Echtzeit-Umgebung emuliert wird. Damit kann Delft-FEWS in Schulungen nicht nur für die Anwendung des Systems, sondern auch für die Ausbildung im gesamten Vorhersageprozess eingesetzt werden.

**Arbeiten mit Displays**

Delft-FEWS-Displays können individuell konfiguriert werden, um dem Systembediener beim Erstellen einer Vorhersage eine optimale Umgebung zu bieten. Lernen Sie die vielfältigen Möglichkeiten, die Delft-FEWS zur Navigation und zur Visualisierung gleichzeitig auf mehreren Computern bietet, zu schätzen! Das interaktive Karten-Display hilft bei der räumlichen Orientierung, und aussagekräftige Symbole heben dabei die erreichten Warnstufen hervor. Die Daten können als Balken, Punkte oder Linien, als Längensprofil, Raster, Polygon oder mit benutzerdefinierten Grafiken (scalable vector graphic) dargestellt werden. Die Benutzerführung ist konfigurierbar: weitere Funktionen wie Statistiken von Zeitreihen oder die manuelle Bearbeitung können einfach hinzugefügt werden. Displays können mit Hilfe von Vorlagen für einen bestimmten Arbeitsablauf vorkonfiguriert werden, so dass der Benutzer einen einfachen und strukturierten Zugang zu den Daten erhält, die für ihn interessant sind.

**>** Ray Canterford | Deputy of Hazards, Warnings & Forecasts, The Bureau of Meteorology, Australien.

„Delft-FEWS ermöglicht unserer Dienststelle, sich stärker in die internationale hydrologische Vorhersage-Community einzubringen und fördert insbesondere eine bessere Zusammenarbeit auf internationaler Ebene mit wichtigen Institutionen wie dem US Weather Service und der UK Environment Agency.“

### Skalieren und konfigurieren Sie Ihre Delft-FEWS-Anwendung

Delft-FEWS ist ein vollständig skalierbares System. Es kann als Stand-alone-Vorhersagesystem auf einem Laptop eingesetzt werden oder auch als voll automatisierte Client-Server-Anwendung, die sogar über die Cloud betrieben werden kann. Die Client-Server-Plattform unterstützt operative Vorhersagen mit Aufgabenplanung, Remote-Verwaltung, Warnmeldungen als E-Mail- oder Kurzmitteilung (SMS), automatischem Failover, mehreren Remote-Clients und kontinuierlicher Datenaufnahme und Datenexport. Das System basiert auf JavaTM-Technologie und ist über offene Konfigurationsdateien im XML- und CSV-Format vollständig vom Anwender konfigurierbar. Die Automatisierung von Datenimport, Datenaufbereitung und Modelldurchläufen sowie graphische Displays können damit optimal auf Ihre Vorhersageaufgaben abgestimmt werden.

Jon Roe | Chief Hydrologic Software Engineering  
Branch, National Weather Service, USA

„Deltares hat das Hochwasser-Frühwarnsystem Delft-FEWS für das Community Hydrologic Prediction System (CHPS) des US-amerikanischen National Weather Service erfolgreich eingerichtet.“

### Entwicklungen mit der Community teilen

Gemeinsame Investitionen der Delft-FEWS-Community machen das Delft-FEWS-Geschäftsmodell zu einem Erfolg.

Einer der wichtigsten Grundlagen von Delft-FEWS ist die Idee der gemeinsamen Entwicklung. Das bedeutet, dass alle Programmfunktionen von Delft-FEWS jeweils für alle Mitglieder der Delft-FEWS-Community zur Verfügung stehen. Deltares priorisiert Neuentwicklungen im Sinne der Community. Für Softwareentwicklung und -design sowie Test- und Releaseabläufe gelten die höchsten Qualitätsstandards. Auf diese Weise tragen Delft-FEWS-Anwender aktiv zur Wissensbasis von Delft-FEWS bei. Derzeit bündelt Delft-FEWS Jahrzehntelange Erfahrung und hydrologisches Wissen. Gleichzeitig bleiben Delft-FEWS-Anwender in Bezug auf internationale Best Practices in der operativen (Hochwasser-)Vorhersage auf dem Laufenden. Die Delft-FEWS-Community ist sehr wichtig für den Austausch von Wissen und Ideen untereinander und für die wissenschaftliche Weiterentwicklung auf dem Gebiet der hydrologischen Vorhersagen. Jedes Jahr treffen sich die Benutzer von Delft-FEWS bei den Delft-FEWS-User-Days, um Ideen vorzustellen und sich auszutauschen.

Besuchen Sie unser Web-Portal ([www.delft-fews.com](http://www.delft-fews.com)) für weitere Informationen.

Deltares unterhält ein flexibles Lizenzmodell und arbeitet eng mit Kunden bei der Einrichtung von Delft-FEWS-Systemen zusammen. Dies umfasst auch ein umfassendes Schulungsprogramm für die Bedienung und Wartung des Systems. Für die Betriebsphase nach der Einrichtung des Systems bietet Deltares zahlreiche Dienstleistungen im Rahmen von Support- und Wartungsverträgen an, um Kunden beim weiteren Ausbau und bei der Unterhaltung des Systems zu unterstützen. Das Angebot umfasst Schulungskurse für fortgeschrittene Anwender, in denen den Teilnehmern nicht nur die Anwendung eines Delft-FEWS-Systems vermittelt wird, sondern auch gezeigt wird, wie man neue Displays einrichtet, Modelle oder Datenprodukte in das Vorhersagesystem integriert und das System an ein sich änderndes Arbeitsumfeld anpasst.

# Deltares

PO Box 177  
2600 MH Delft, Niederlande  
Tel. +31 (0)88 335 82 73  
[info@deltares.nl](mailto:info@deltares.nl)  
[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)

*Deltares ist ein unabhängiges Institut für angewandte Forschung im Bereich Wasser, Untergrund und Infrastruktur. Wir arbeiten weltweit an intelligenten Lösungen, Innovationen und Anwendungen für Mensch, Umwelt und Gesellschaft. Deltares hat seinen Firmensitz in Delft und Utrecht.*