



Erweiterung der Modellumgebung in FEWS und des LARSIM-FEWS-Adapters für die operationelle Abflussvorhersage des Ruhrverbands

Tim Ochterbeck (Hydrotec), Fabian Netzel (Ruhrverband),

Regionales Delft-FEWS Anwendertreffen
02./03. Juli 2026, Duisburg

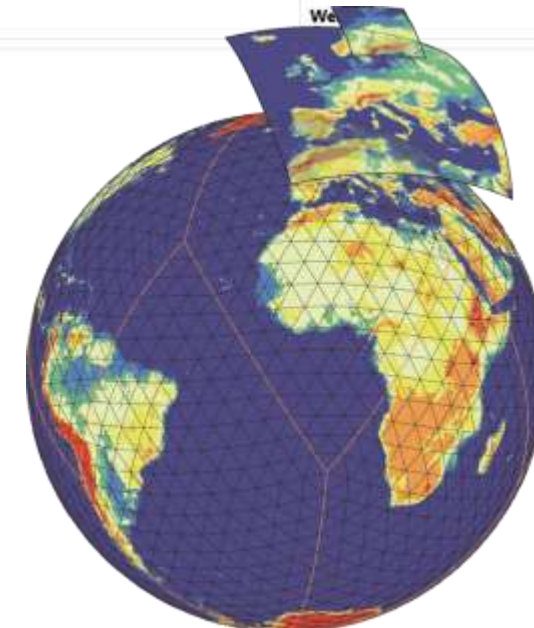
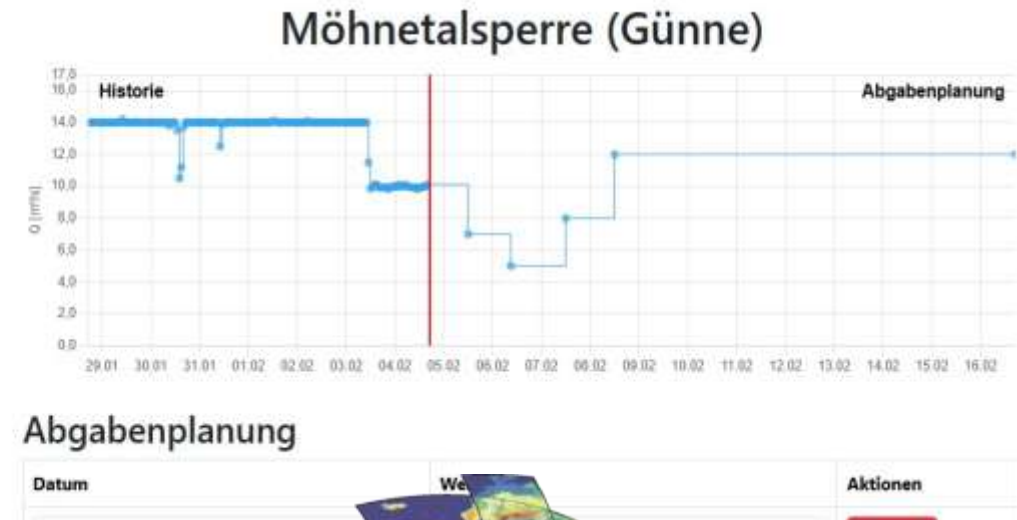
- Ruhrverband nutzt zusammen mit fünf weiteren Wasserverbänden seit 2011 Delft-FEWS als Hochwasservorhersagesystem
 - Virtualisiertes Client-Server-System
 - Intensivierende Nutzung des Delft-FEWS-Systems im operationellen Betrieb (ständige Erweiterung durch Anbindung div. Modelle und Module)
- Seit 07/2025 LARSIM-WHM-Ruhr zur operationellen Abflussvorhersage im Ruhreinzugsgebiet
 - Einbindung von LARSIM in Delft-FEWS
- LARSIM-FEWS-Zusammenspiel gewinnt zunehmend an Bedeutung
 - Setup wird von mehreren Hochwasservorhersagezentralen angestrebt
 - Bedarf eines LARSIM-FEWS-Adapters für den Modellbetrieb

- Ruhrverband nutzt einen angepassten LARSIM-FEWS-Adapter (ursprünglich BAFU-Adapter)
 - ermöglicht grundlegenden Betrieb von LARSIM in FEWS
 - aktuell keine Anpassung/Nachführung im operationellen Betrieb möglich
- „FEWS-LARSIM-Adapter-Interessensgruppe“ zur (Weiter-)entwicklung des Adapters
 - Regelmäßige Abstimmungstermine
 - Ziel: Synergien nutzen durch kollaborative Adapterentwicklung in der Interessensgruppe
 - Aktuell Zusammenarbeit zwischen: NRW, RP, Hessen, Saarland, RV, BfG, F, LUX
 - Definition von gemeinsamen Adapter-Anforderungen („Derivate“ vermeiden)
 - Programmierung nach IT-Standards (z. B. ISO 25010)
- Verwaltung des Adapters in der LEG
(LUBW stellt Git für Versionsverwaltung)

Operationelle Abflussvorhersage

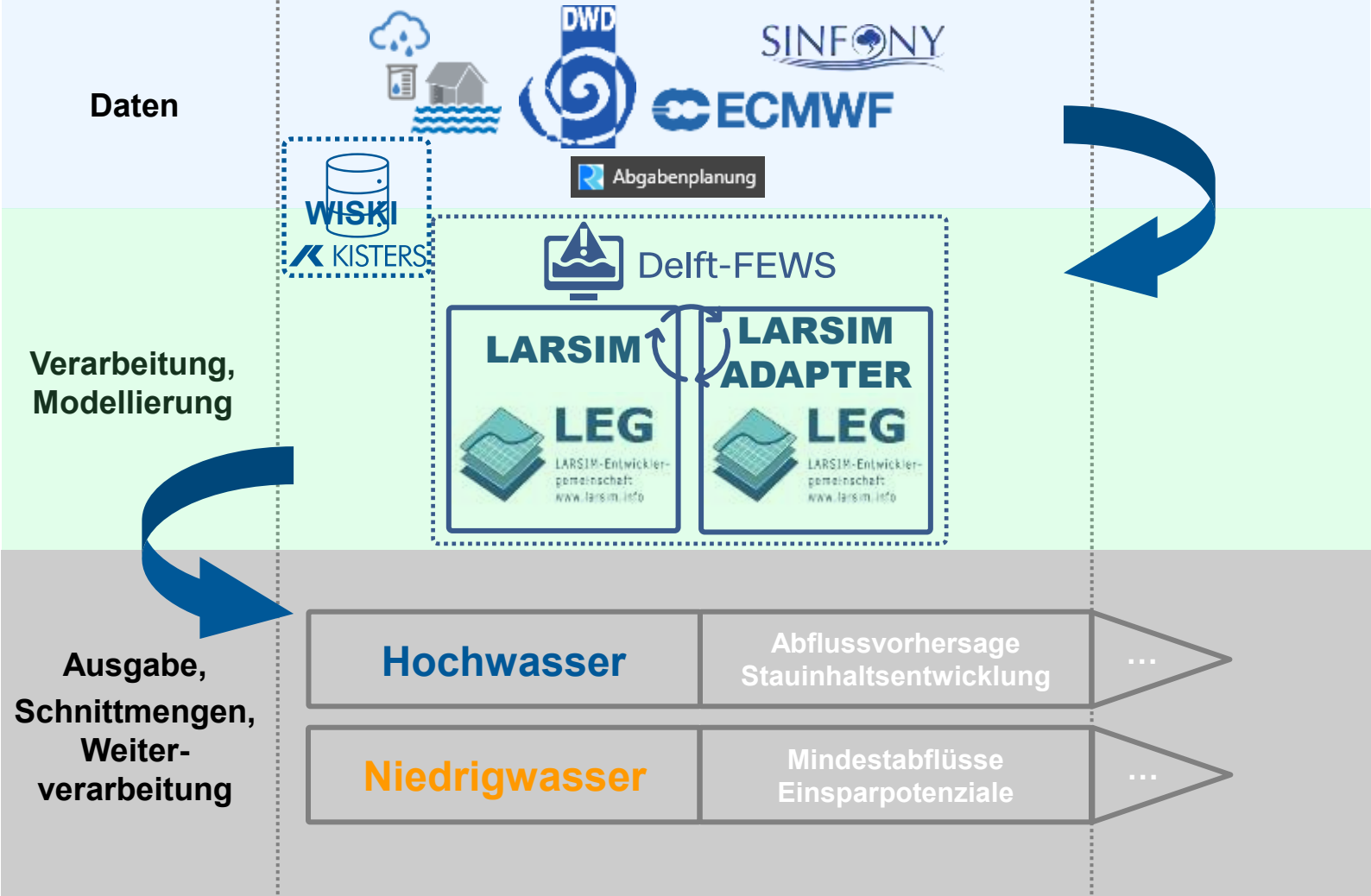
Ruhrverband

- Ruhrverband betreibt 8 Talsperren zur Niedrigwasseraufhöhung und Hochwasserschutz
 - Möglichst detaillierte Berücksichtigung der Talsperren im LARSIM-WHM-Ruhr
- Tägliche Abgabenplanung an den Talsperren
 - Übergabe dieser Abgabenplanung via Zeitreihenmanagementsystem an FEWS und weiter an LARSIM
- Nutzung der „klassischen“ Modellkette
 - ICON-D2, -EU, -Globalmodell & EZMWF (deterministische Modellläufe)
 - ICON-D2 & -EU (Ensemble-Läufe)
 - Insg. 64 Modellläufe parallel



Operationelle Abflussvorhersage

Systemübersicht Prozesskette – vereinfacht visualisiert

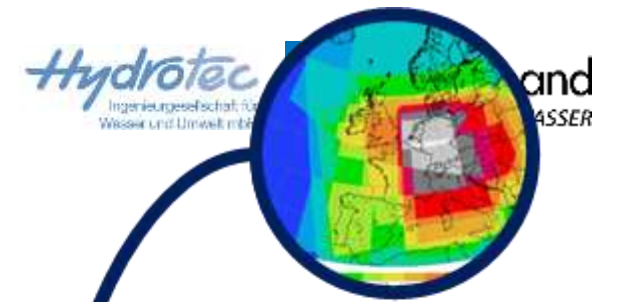
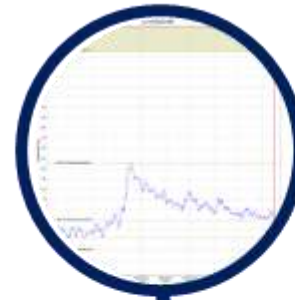


Was macht Delft-FEWS?

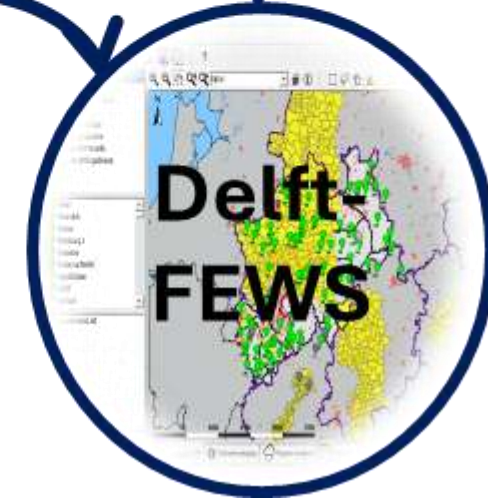
Importe

- Delft-FEWS importiert Daten aus unterschiedlichen Datenquellen und in unterschiedlichen Formaten
- Delft-FEWS wird mit Daten beliefert, kann die Daten aber auch eigenständig abrufen (OpenData Bereich, sftp-Server, etc.)
- Datenquellen
 - DWD (NWP, Radar, Wetterstationen)
 - ECMWF
 - Ruhrverband (Messwerte v. Gewässerpegeln und Wetterstationen, Abgabenplanung)
- Dateiformate
 - grib2, netcdf, hdf5, ...
 - csv, zrxp, ascii, ...

aktuelle
Messdaten



(meteorologische)
Vorhersagen und
Prognosen

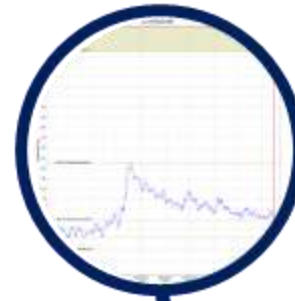


Was macht Delft-FEWS?

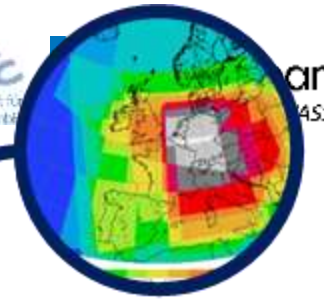
Datenverarbeitung

- **Modell-Preprocessing**
 - Lücken in Zeitreihen der Messwerte füllen
 - Zeitschritt der Zeitreihen auf Modellzeitschritt umrechnen
 - Interpolation der Zeitreihen auf die Modelleinzugsgebiete
- Starten des **Adapters**
 - Export der Modelleingangsdaten
 - Import der Modellergebnisse
- **Modell-Postprocessing**
 - Umrechnung von Abfluss in Wasserstand (W-Q-Beziehung)
 - Exporte Modellergebnisse als *.png und Upload auf ftp3-Server

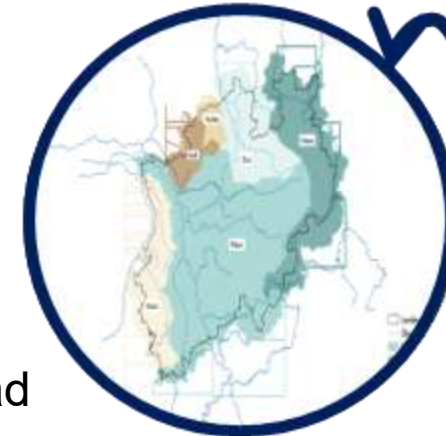
aktuelle
Messdaten



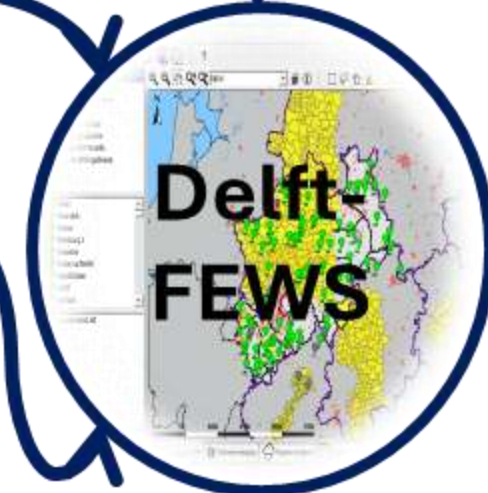
Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mit
and
WASSER



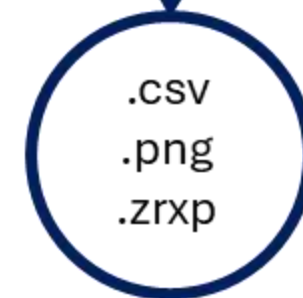
(meteorologische)
Vorhersagen und
Prognosen



(hydrologische/
hydraulische)
Modell

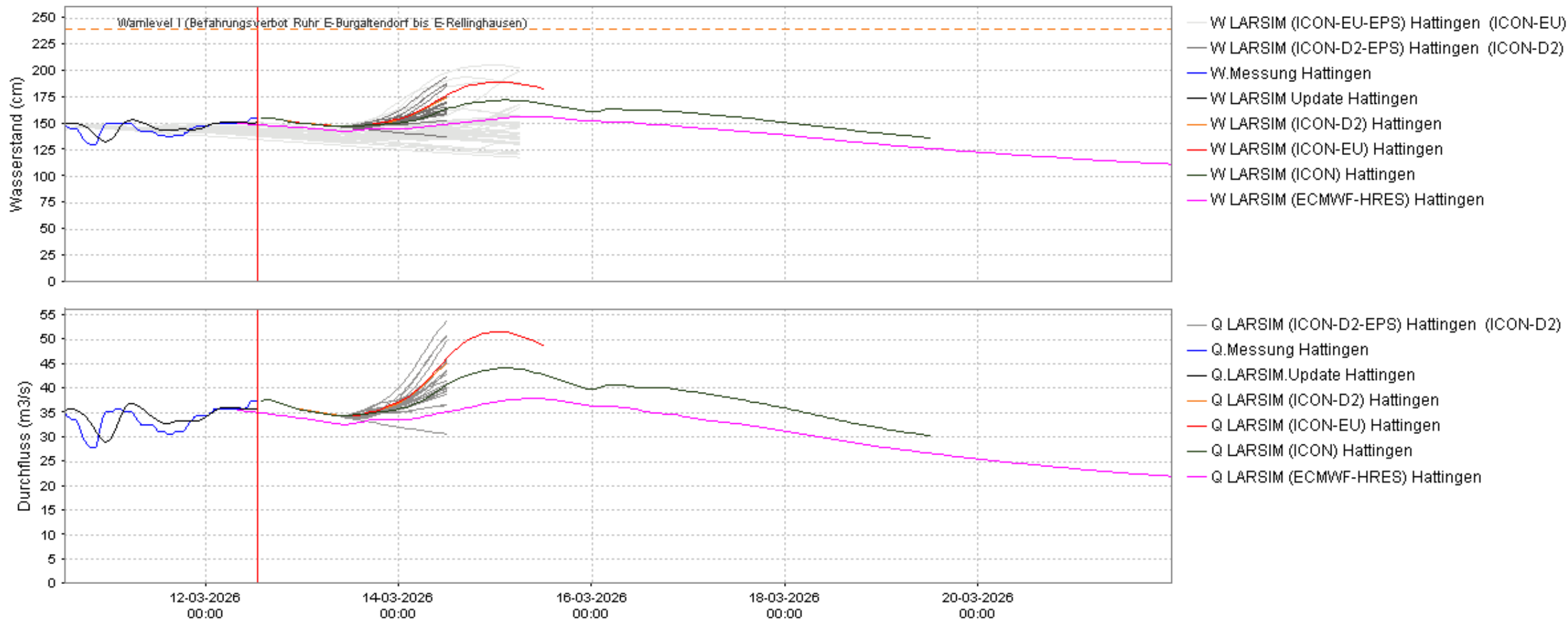


Export



Was macht Delft-FEWS? Datenverarbeitung

Hattingen



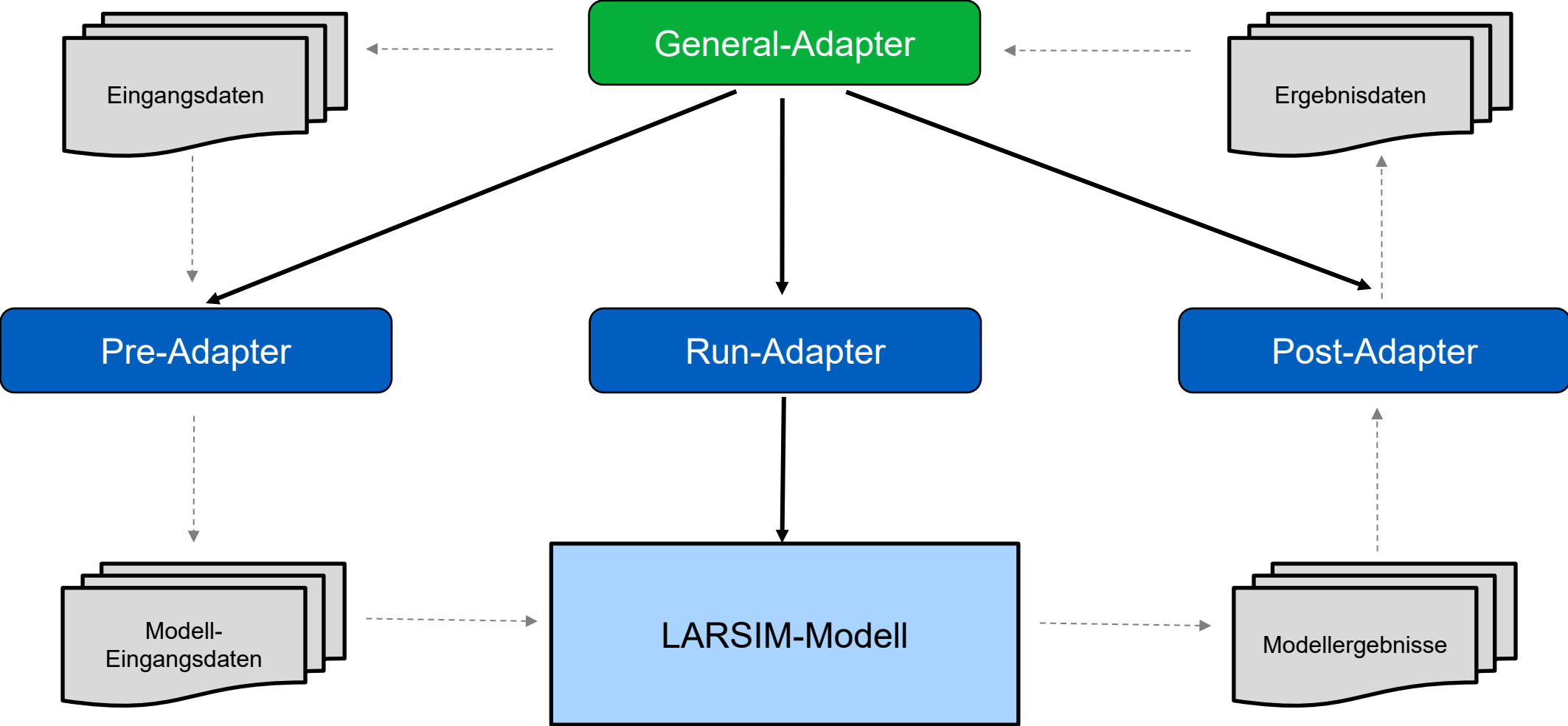
Der LARSIM-FEWS Adapter

Allgemein

- FEWS exportiert und importiert Daten für das LARSIM-Modell im **netcdf**-Format
- FEWS exportiert zusätzlich eine ***run_ctrl_*.xml*** mit Meta-Informationen zum Modelllauf
 - Start- und Endzeitpunkt
 - Festlegung: Simulation- oder Vorhersage-Lauf?
 - Pfade zu den verschiedenen netcdf-Dateien
 - Modellzeitschritt
 - Log-Level
- FEWS exportiert und importiert die LARSIM-Zustandsdateien

Der LARSIM-FEWS Adapter

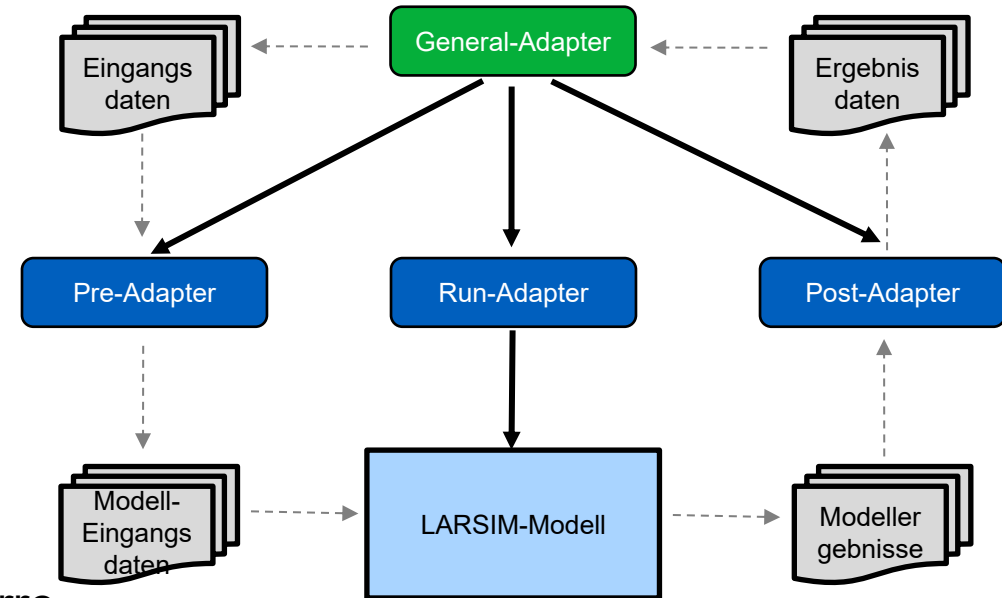
Allgemein



Der LARSIM-FEWS Adapter

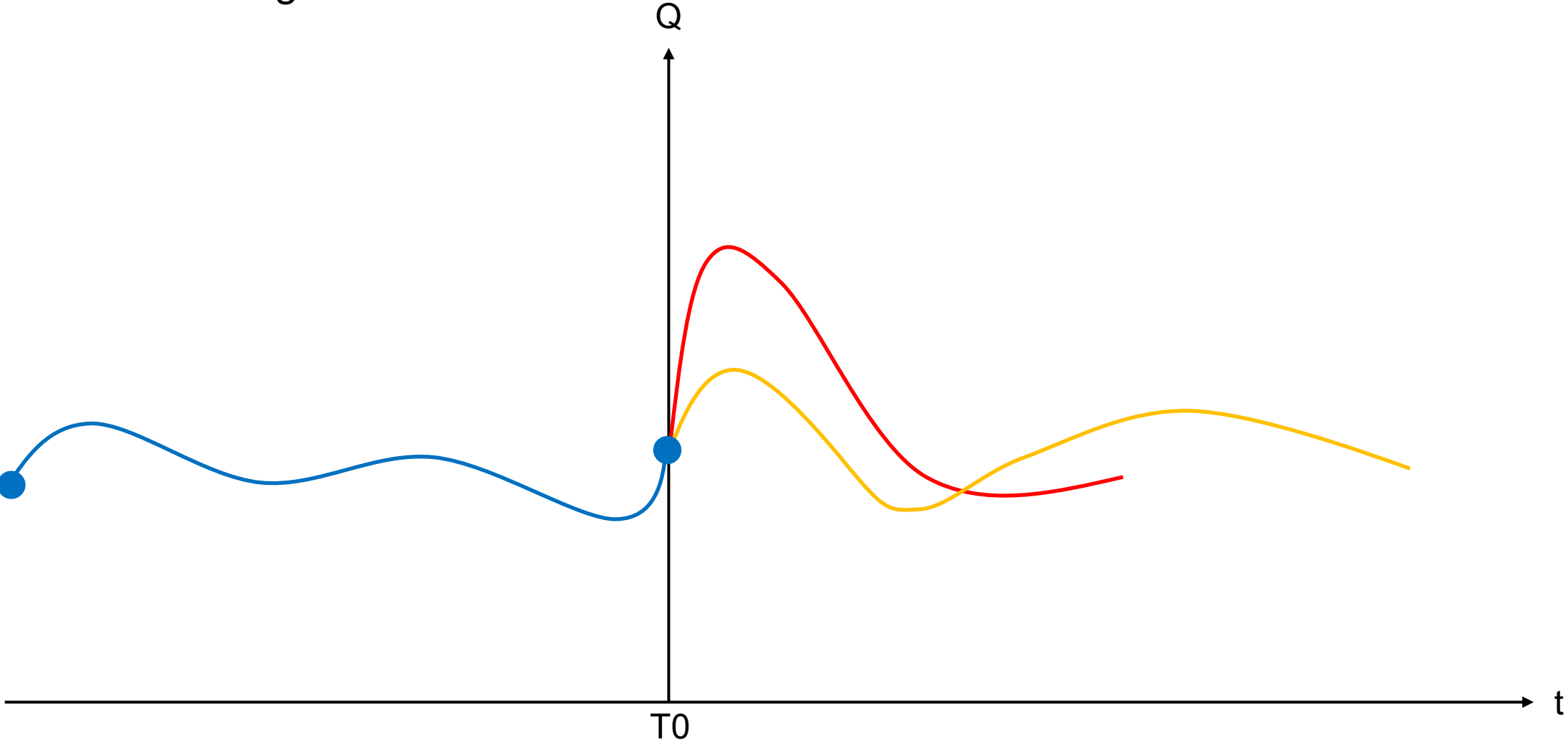
Allgemein

- Pre-Adapter:
 - netcdf → LILA- und KALA-Eingangsdateien
 - Übernahme Zustandsdateien
 - Übernahme der zusätzlichen Dateien für den VHS-Lauf (<*.pkb>, <*.qari>, <*.spe>, ...)
- Run-Adapter:
 - Spezialanpassung für RV: Rechnet zunächst ein Zwischeneinzugsgebiet im Bereich der Biggetalsperre vorweg
 - Startet Gesamt-Modelllauf als Simulation oder Vorhersage
- Post-Adapter:
 - LILA- und KALA-Ergebnisdateien → netcdf
 - Übergabe Zustandsdateien bei Sim: 1x Vortrag + 1x VZP und zusätzliche Dateien aus dem SIM-Lauf (<*.pkb>, <*.qari>, <*.spe>, ...)



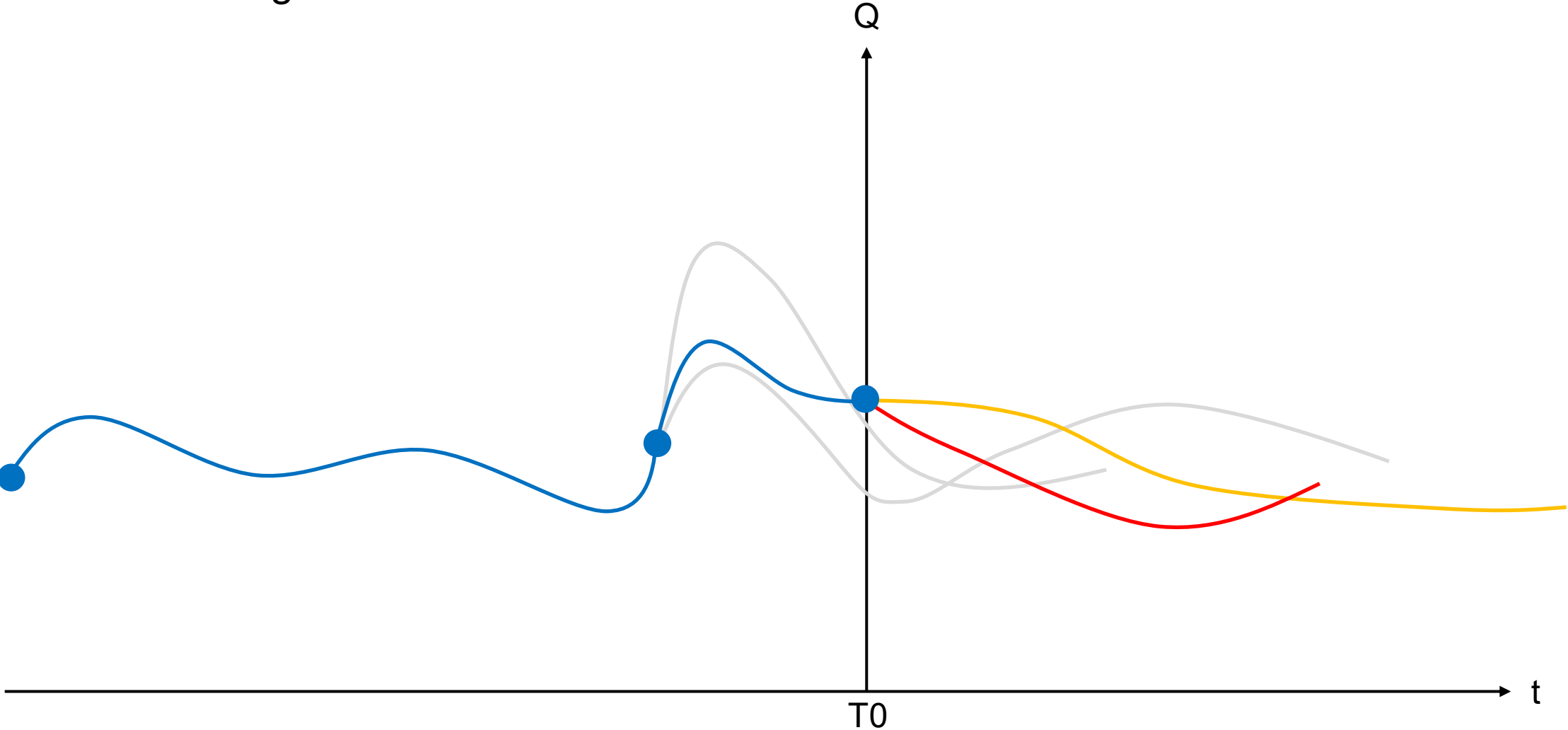
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling Klassisch



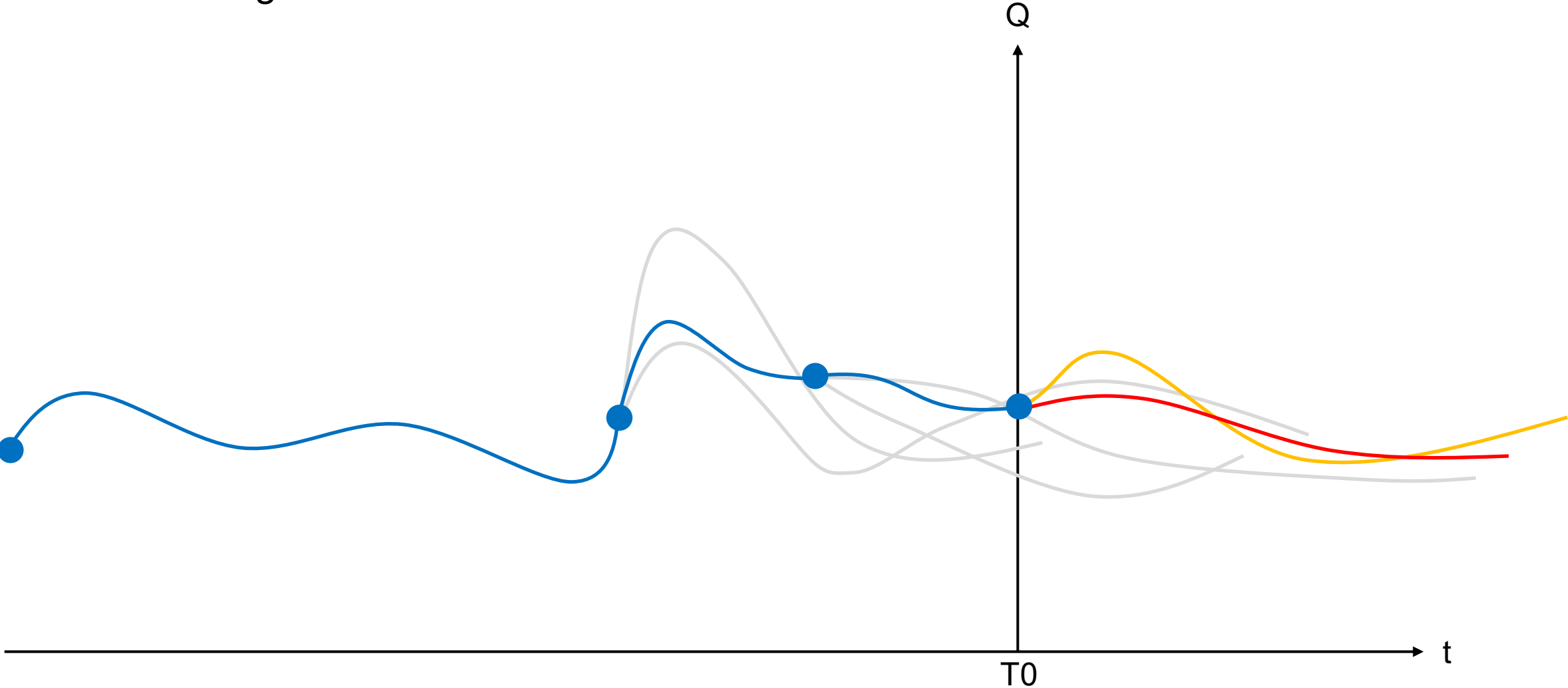
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling Klassisch



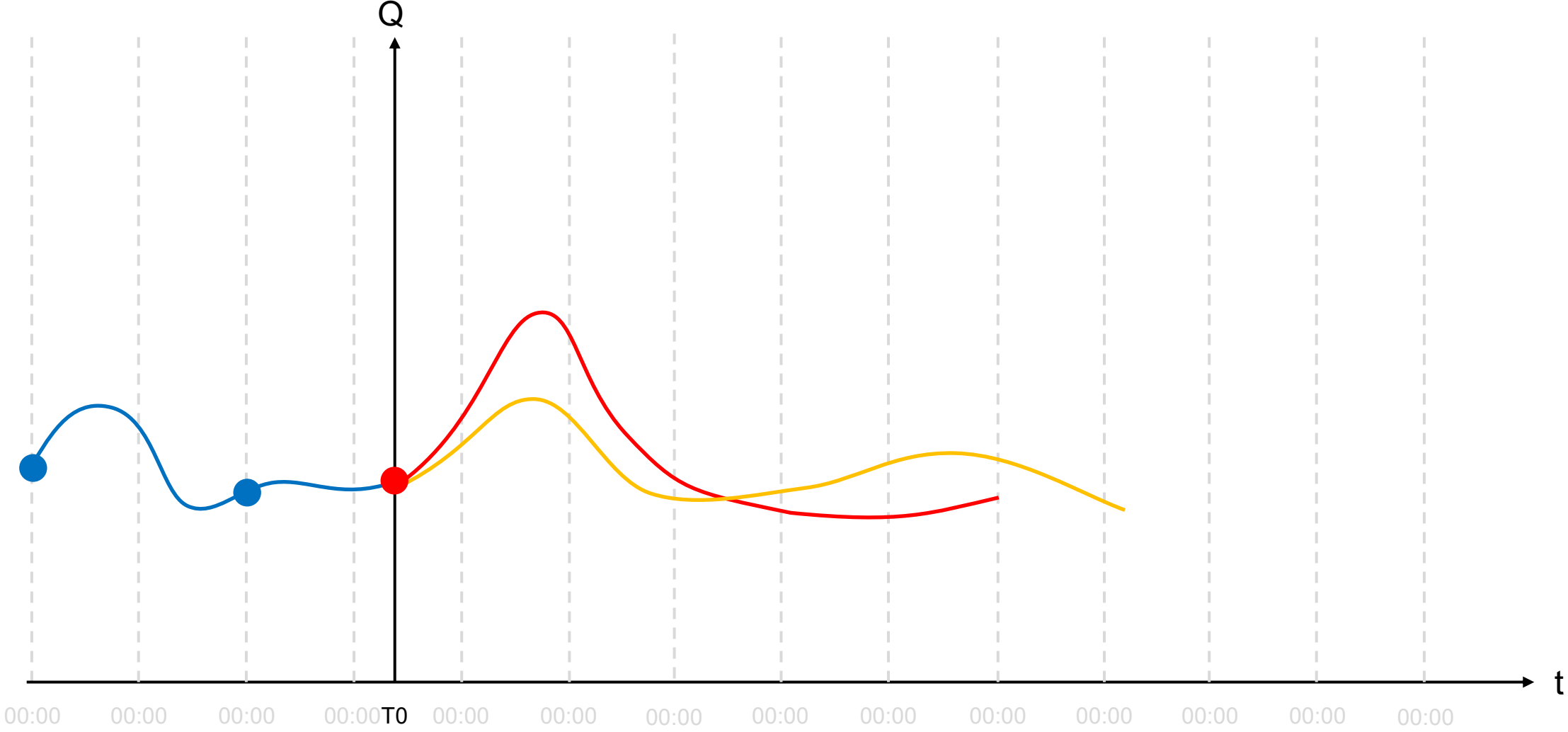
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling Klassisch



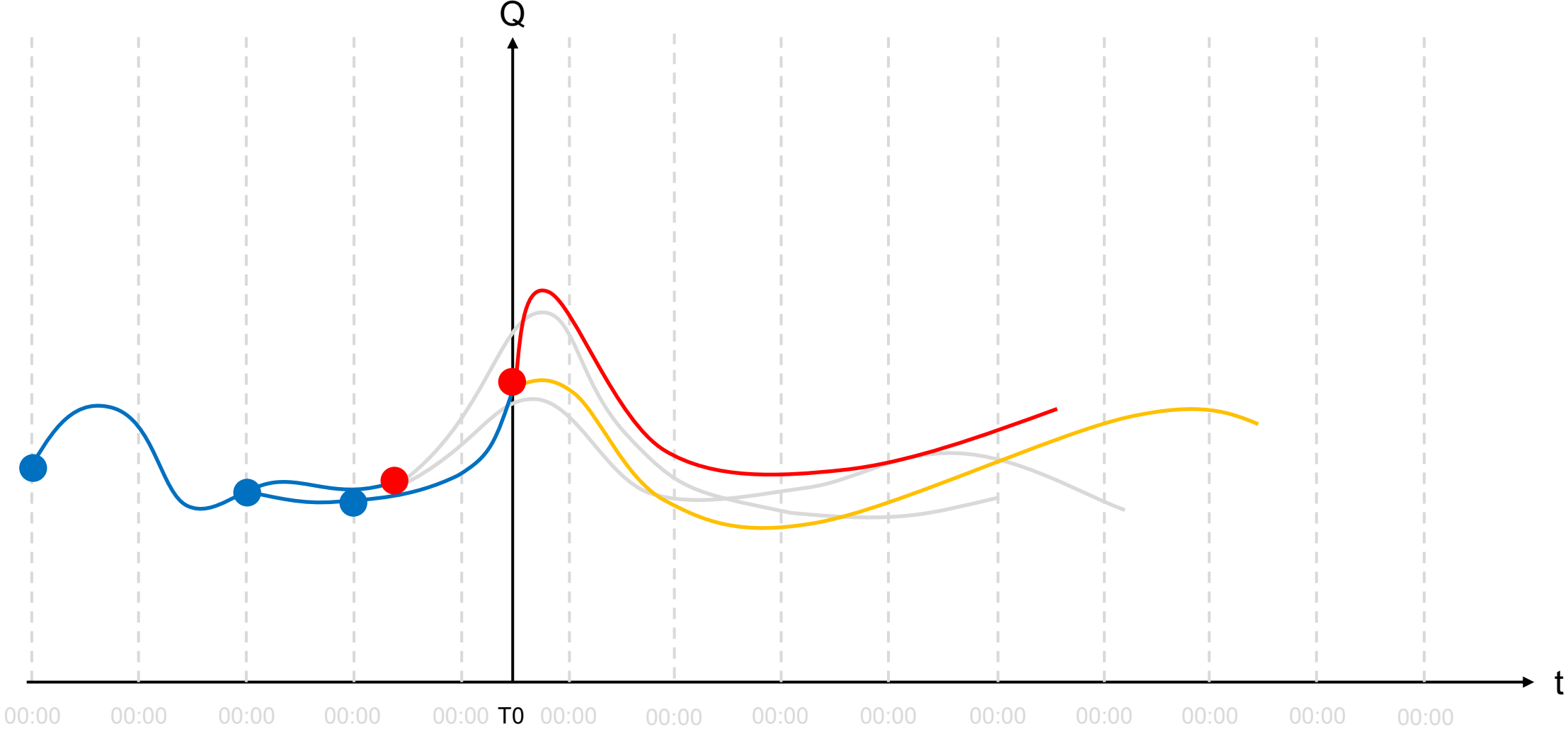
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling LARSIM



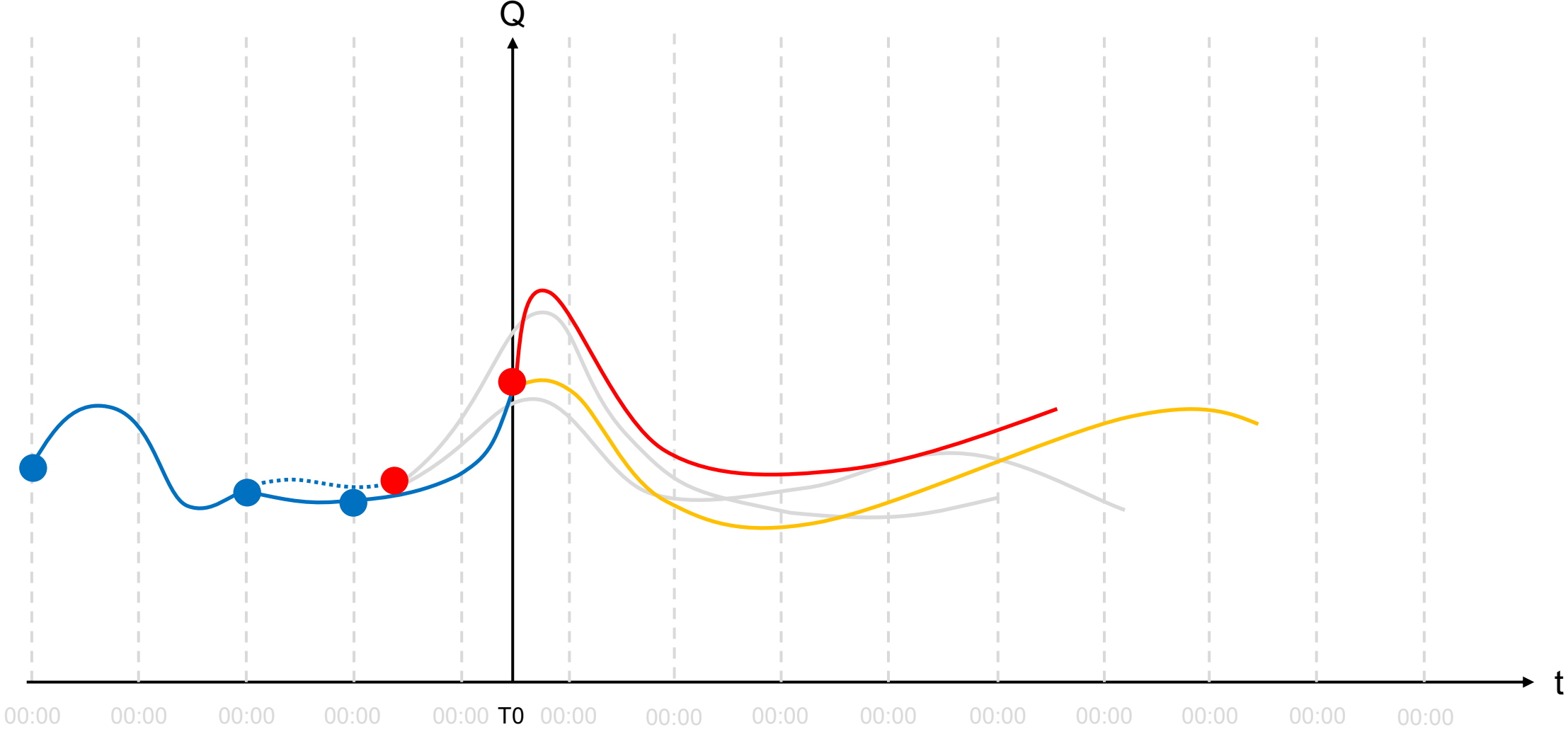
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling LARSIM



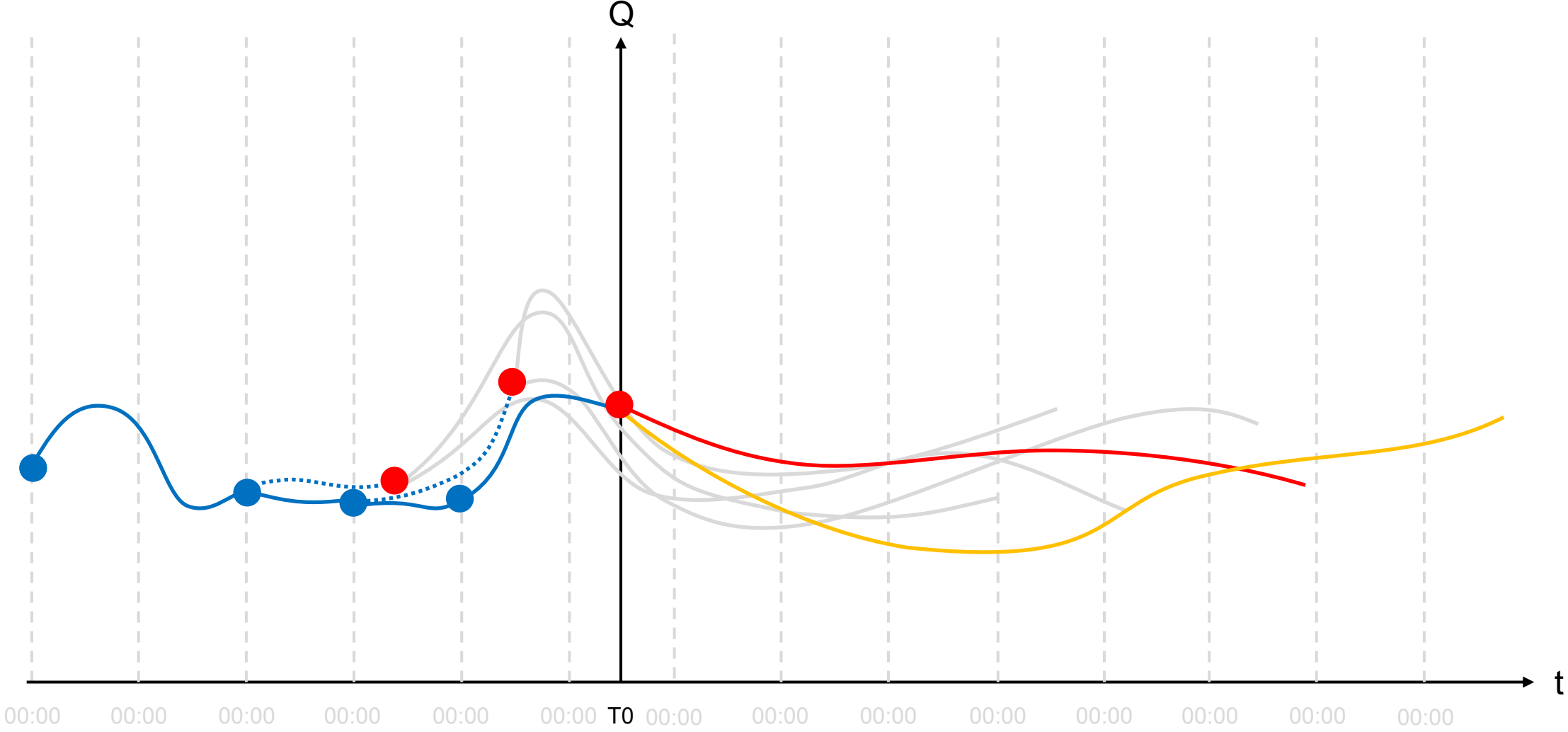
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling LARSIM



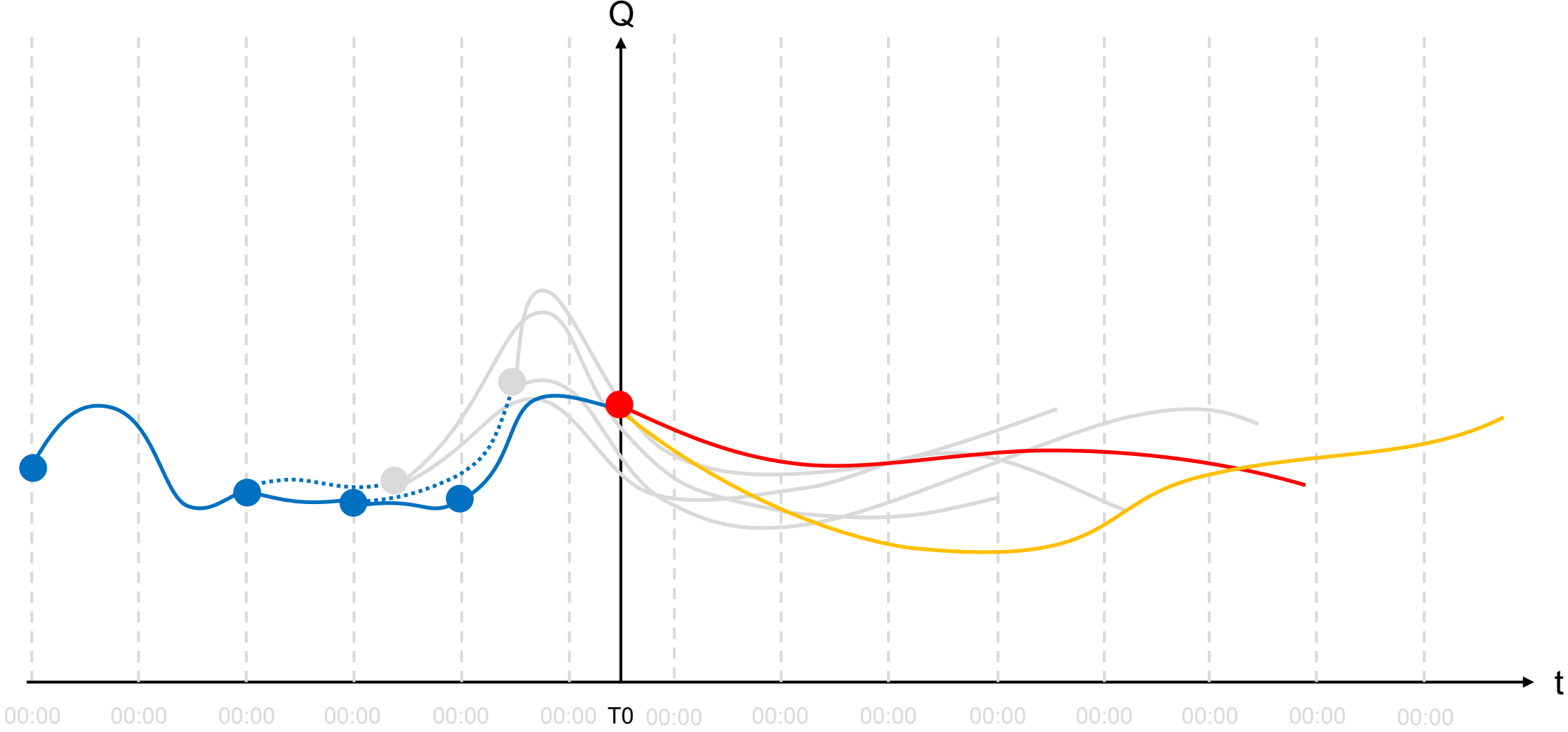
Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling LARSIM



Der LARSIM-FEWS Adapter

State Handling LARSIM



State-Handling LARSIM – Unterschied Delft-FEWS & LARSIM

- **State-Handling von FEWS und LARSIM unterscheidet sich**
 - **FEWS** erwartet den Modellzustand am *Ende* des Simulationszeitraums erwartet
 - **LARSIM** erzeugt 2 **verschiedene** Modellzustände pro Updatelauf
 1. Zustandsdatei am Vortag um 00:00 Uhr (min. 24h vor T0): Enthält Information zum Start eines neuen Updatelaufs
 2. Zustandsdatei bei T0: Enthält Informationen und Nachführung für den Start eines Vorhersagelaufs

- **Wie kommen LARSIM und FEWS zusammen?**
 - Adapter schreibt das Datum der Zustandsdatei in den Dateinamen
 - simulate-out_YYYYMMddHH.zip
 - forecast-out_YYYYMMddHH.zip
 - Option im General Adapter von FEWS aktiviert, dass Datum aus Namen der Zustandsdatei gelesen wird
 - Verschiedene General Adapter für simulate- und forecast-state, damit FEWS die States mit unterschiedlichen ModuleInstanceIds speichert

■ **Modifier**

- **time series modifier:** z.B. Anpassen der Niederschlagsbelastung
 - Mit aktuellem Adapter möglich, Modifier muss in Delft-FEWS konfiguriert werden
- **constant value modifier:** Anpassen von festen Werten (z. B. Pumpenleistungen, Abgaben)
 - Anpassungen am Adapter erforderlich, damit Werte von Delft-FEWS an das LARSIM-Modell übergeben werden können
- **model parameter modifier:** Anpassung von Anfangsbedingungen eines Modelllaufs
 - Anpassungen am Adapter erforderlich, damit Werte von Delft-FEWS in den State-File (Zustandsdatei) übernommen werden

■ **Stand-Alone Kompatibilität**

- Nachrechnen vergangener Ereignisse im Stand-Alone
- Adapter kann noch nicht mit Cold-States umgehen

- Wachsendes Interesse an Delft-FEWS in der LARSIM Entwickler Gemeinschaft (LEG) und damit einhergehender Bedarf eines Adapters zur Anbindung von LARSIM-Modellen
- Anbindung von LARSIM an Delft-FEWS im operationellen Betrieb des RV durch bestehenden Java-Adapter möglich
 - Anwendung beschränkt sich (Stand 07/2026) auf den operationellen Betrieb
- Weitere Anpassungen ermöglichen zukünftig Eingriff in die festgelegte Datenstruktur eines Modelllaufs im operationellen Betrieb mittels sogenannter Modifier
- Kostenfreie Weitergabe und Übergabe der Nutzungsrechte inkl. Weiterentwicklung des LARSIM-FEWS-Adapters durch die BAFU an die LEG
 - Verwaltung des Source Codes durch LEG
 - Gemeinsame Weiterentwicklung (nach Möglichkeit eines Adapters) durch und innerhalb der LEG



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fabian Netzel (Ruhrverband), Tim Ochterbeck (Hydrotec)