

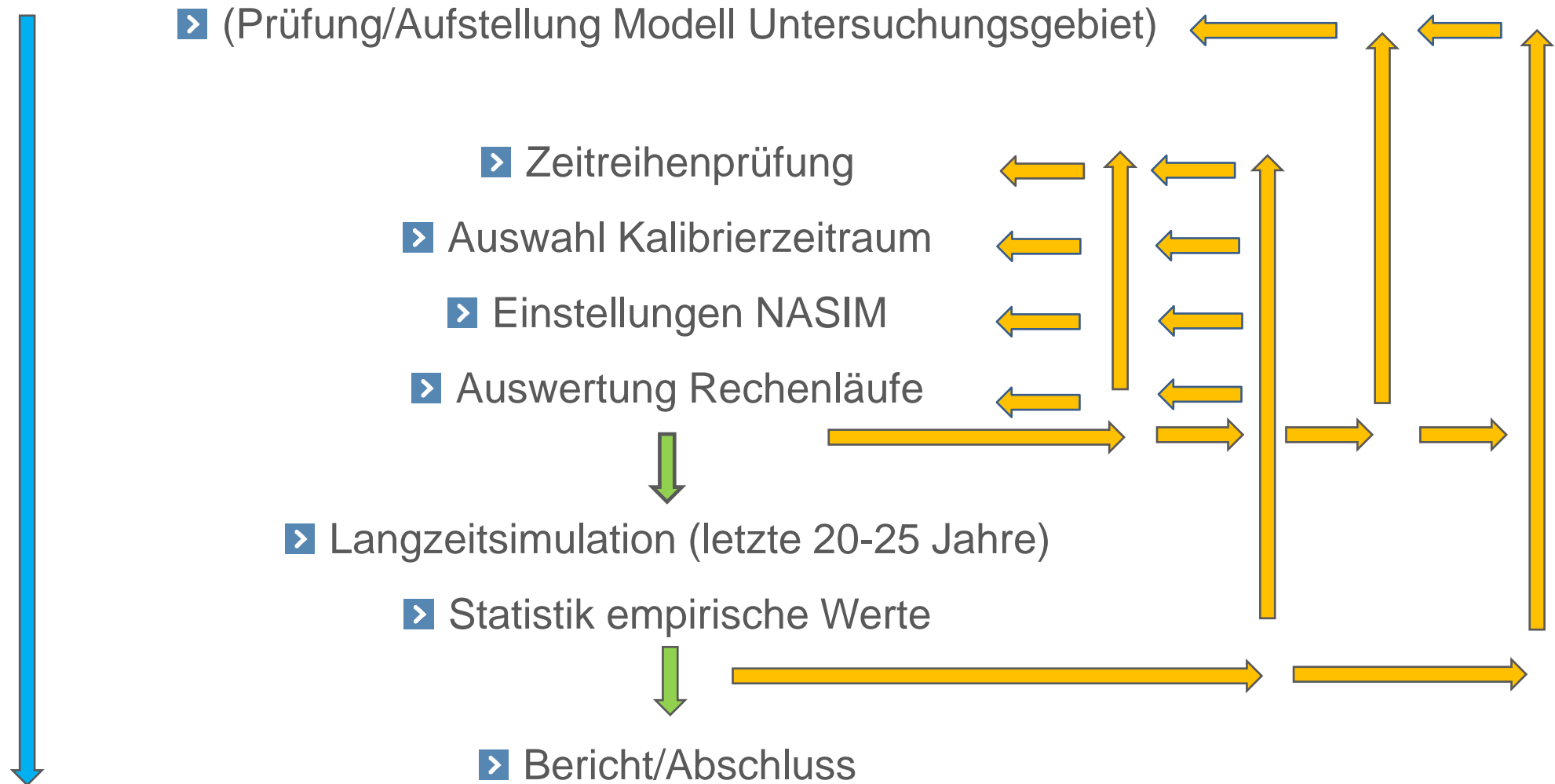
**Automatisierte Kalibrierung mit NASIM**  
**Ein Überblick**  
**NASIM-Infotage 19. – 20.10.2023**

Manfred Dorp

- Einführung
- Zeitreihenprüfung
- Einstellungen/Eingaben in NASIM
- Auswertung und Auswahl einer optimierten Parameteranpassung

- Händische Kalibrierung vs Automatisierte Kalibrierung
- Was passiert bei der autom. Kalibrierung
  - SCE shuffled-complex-evolution
  - Population, Komplexe, Mutation, Kontraktion
- Fehlermaße (KGE, Nash-Sutcliffe (Hochwasser, Einzelereignisse), MRF (langfristige Prozesse))
- Kling-Gupta-Effizienz (KGE), neues Gütemaß als Weiterentwicklung von Nash-Sutcliffe
  - Erlaubt ansteuern einzelner Eigenschaften der Abflussganglinie
  - Liefert im allgemeinen bessere Ergebnisse als NSE

# Ablauf der Bearbeitung: Rücksprünge vorsehen!

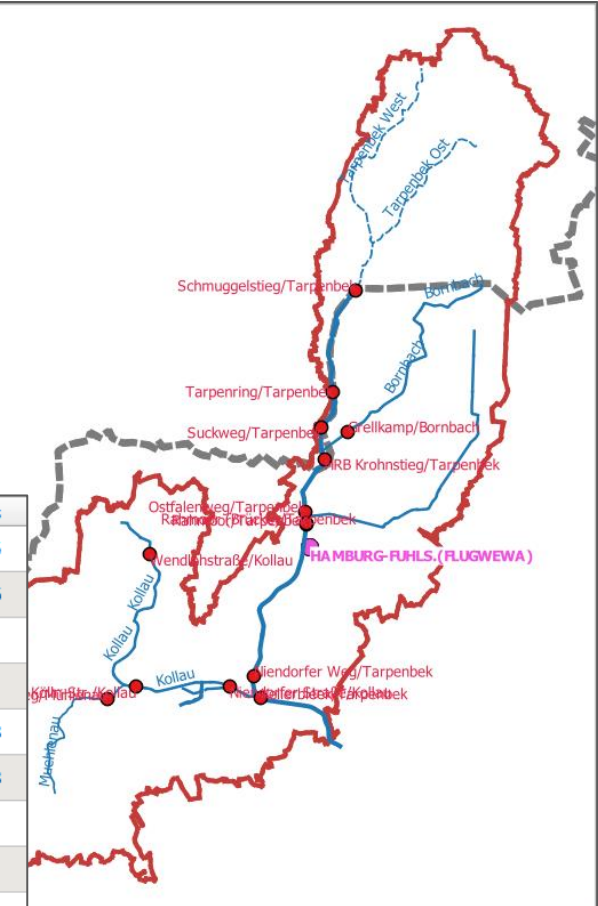


- Ziel: Zeiträume identifizieren, die für die Kalibrierung/autom. Kalibrierung geeignet sind
- Wann sind die geeignet?
  - Länge der Zeiträume, Sommer und Winter
  - Möglichst junge/aktuelle Zeiträume passend zum Modellzustand, passend zu Abflusskurven ZR, passend zu Gewässerhydraulik? Höchste Abflüsse erfassen
- Was sind Anhaltspunkte für Zeitreihenfehler oder Systemfehler?
  - Schlechte Anpassungen auch bei vielen Optimierer-Rechenläufen
- Was bedeuten fehlerhafte ZR für die autom. Kalibrierung
  - Algorithmus betrachtet das gesamte Abflussspektrum des Kalibrierzeitraumes
  - Der Algorithmus wird auf den Fehler trainiert
- Zeitreihenprüfung vorab: Lücken, Sprünge
- Zeitreihenprüfung im Prozess der Kalibrierung: versteckte Fehler
- Geprüfte Zeitreihen: was wurde geprüft?
- Welche Fehler sind möglich: Beispiele

# Zeitreihenprüfung: Übersicht über Pegel

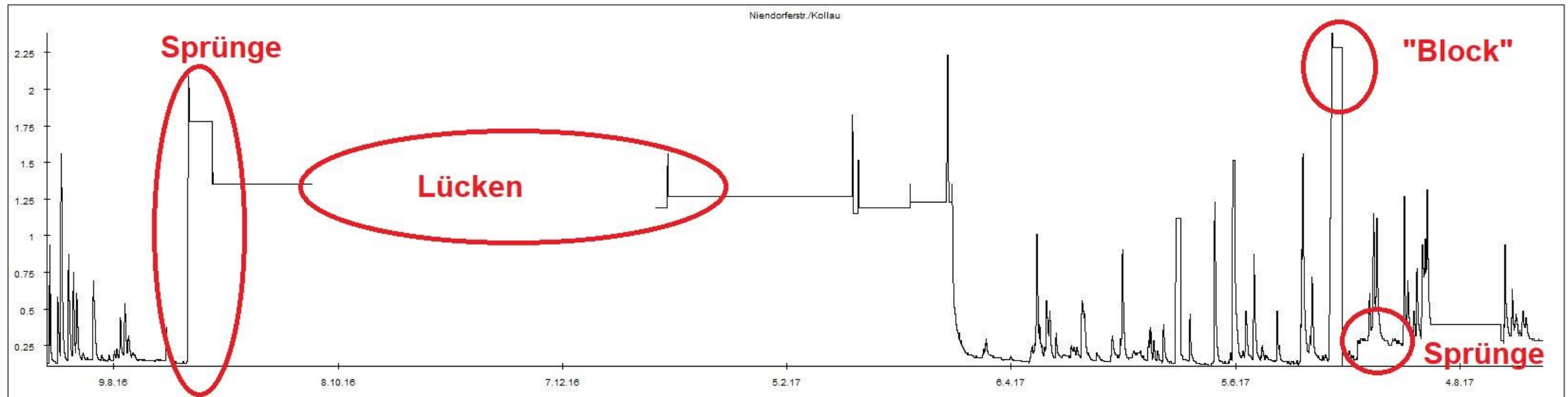
- Wesentliche Kennwerte und Merkmal über Attribute erfassen
- Pegel beinhalten Historie, Besonderheiten:
  - Trends, Gültigkeit der Abflusskurven, Zeitschritte, Lücken, Sprünge
- Abflusskurven und Messwerte

Messstelle	Bezeichnun	AEo_km2	Abflusstaf	Zeitreihe	Bemerkung	von	bis
99425	Wendlohstraße/Kollau	3,752	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	--	01.10.2001	31.07.2005
99428	Grellkamp/Bornbach	6,774	ja, gültig ab 03/2006	W/Q	Abflusskurve passt nicht zu Messwerten, Trend in W	01.02.2006	31.07.2016
99136	Olloweg/Mühlenau	11,967	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	Trend durch Verlandung	01.05.2001	30.09.2021
99347	Schmuggelstieg/Tarpenbek	17,032	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	--	01.05.2001	30.09.2021
99417	Tarpenring/Tarpenbek	19,280	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	--	01.12.1998	31.05.2008
99418	Suckweg/Tarpenbek	19,923	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	--	01.05.2006	31.05.2008
99007	Vogt-Kölln-Str./Kollau	25,490	nein	W	--	01.10.2015	30.09.2021
99304	HRB Krohnstieg/Tarpenbek	27,670	nein	Becken-Wasserstand	Niveauänderung ab ca. 2017	01.12.2001	30.09.2021
99416	Ostfaltenweg/Tarpenbek	28,298	ja, gültig ab 01/1995	W/Q	Trend in W	01.11.1998	31.05.2008
99344	Niendorfer Straße/Kollau	29,221	ja, gültig ab 01/1994	W/Q	Trend, DT bis 4/95 = 24h, bis ca. 2019 = 1h, dann 0.25h	01.10.1966	30.09.2021
99156	Rahmoor/Tarpenbek	36,836	ja, gültig ab 01/2002	W/Q	Abflusskurve überschätzt Niedrigwasser	01.12.2001	31.03.2017
99256	Rahmoor (Brücke)/Tarpenbek	36,836	nein	W	Trend in W	01.11.2016	30.09.2021
99154	Niendorfer Weg/Tarpenbek	46,756	ja, gültig ab 01/2013	W/Q	Trend in W	01.05.2001	30.09.2021
99345	Kellerbleek/Tarpenbek	79,928	ja, gültig ab 11/2012	W/Q	DT bis 4/95 = 24h, bis ca. 2019 = 1h, dann 0.25h	01.10.1966	30.09.2021



# Zeitreihenprüfung: Lücken und Sprünge

- ▶ Markierte Lücken (-777 in TV, andere Systeme verwenden andere Lückenkennungen)
- ▶ Unmarkierte Lücken (Verbindung zwischen zwei Werten, python Abfrage)
- ▶ Sprünge auf ein höheres/niedrigeres Niveau (ZR durchsehen mit Viewer)
- ▶ Blockbildungen



# Zeitreihenprüfung: zeitliche Auflösung, Trends

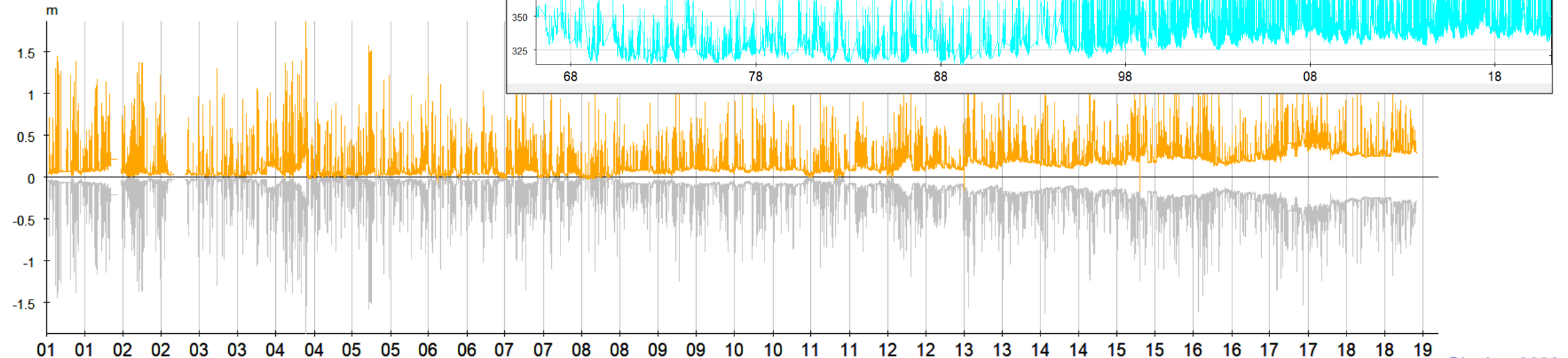
## ► Wechsel des Messzeitschrittes

- Tag -> h -> 15 min.

## ► Trend,

- Verlandung,
- ungeeignete Abflusskurven
- Verkrautung, ETA

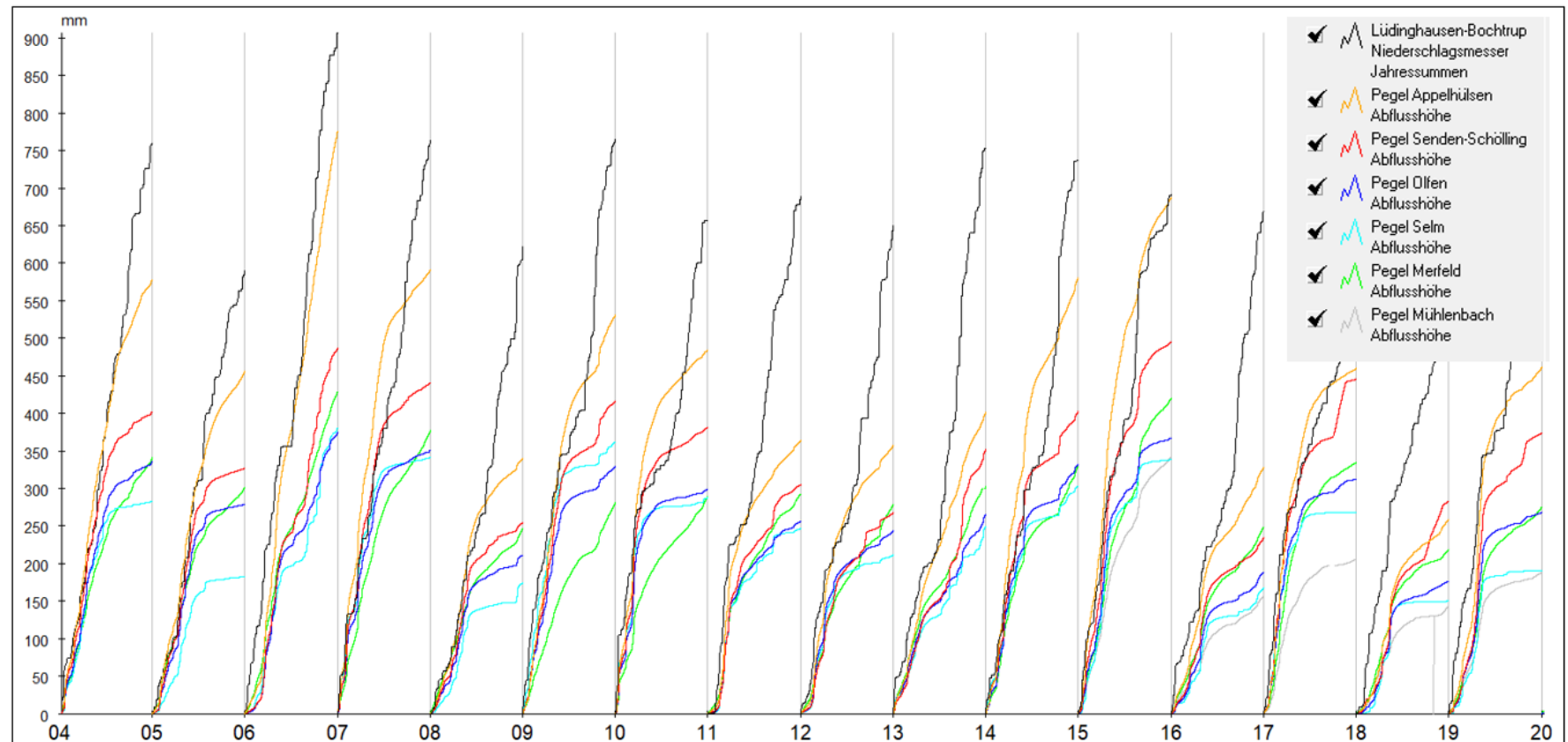
## ► Spiegelung





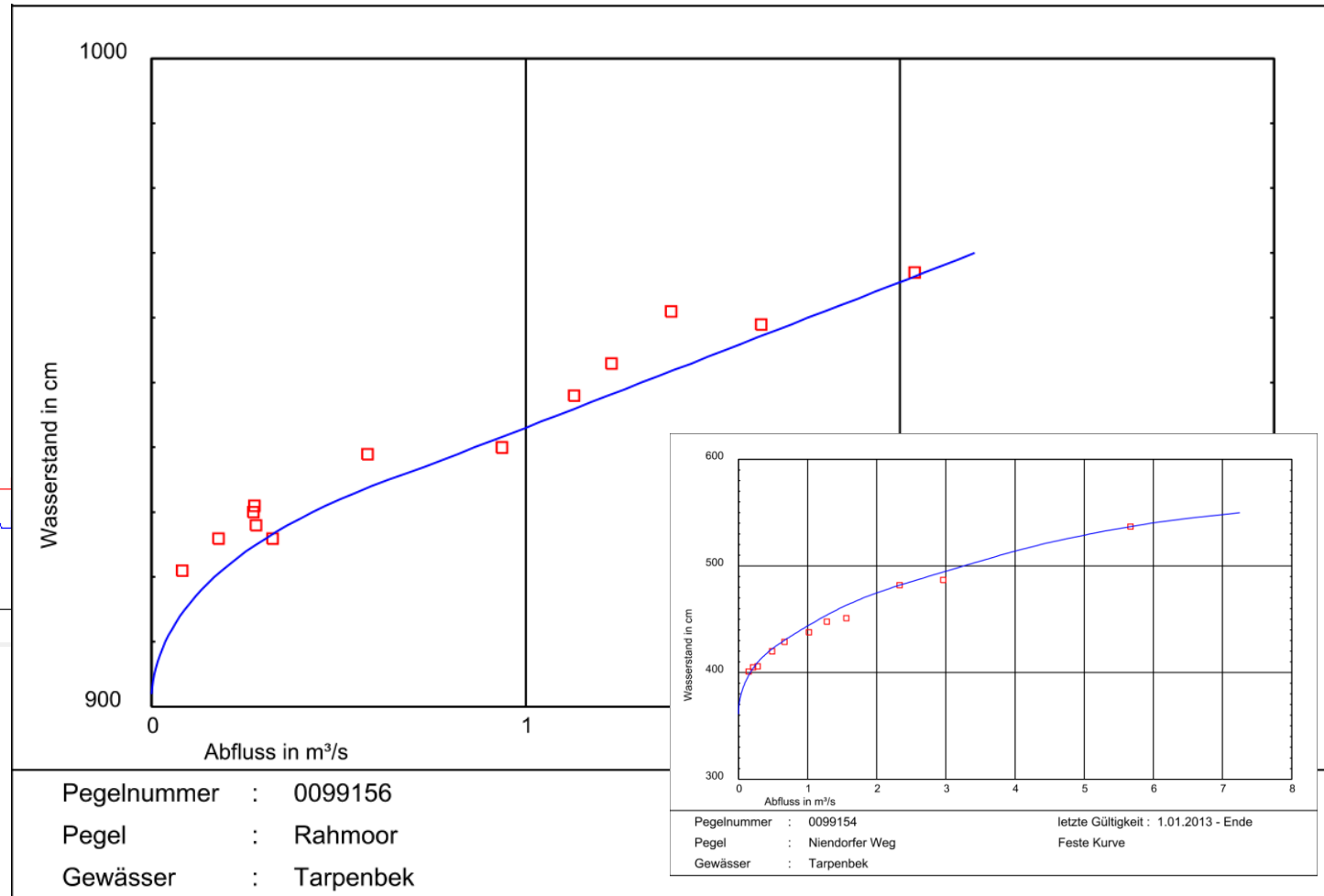
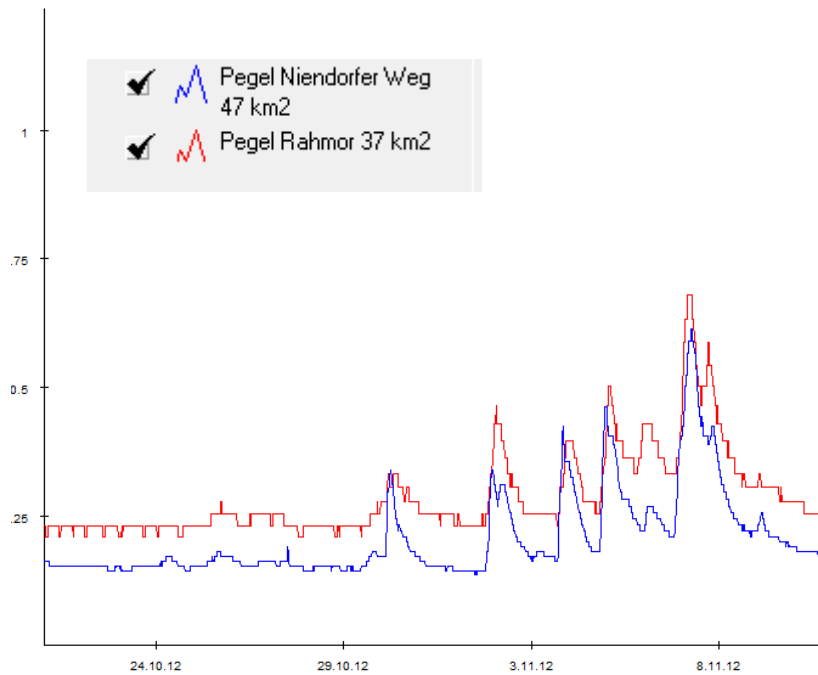
# Zeitreihenprüfung: Abflusshöhen ermitteln

- ▶ Pegelqualität (v.a. Niedrigwasser)
- ▶ Prüfung: Abflusshöhen (mm/m<sup>2</sup>) im Vgl. zum Niederschlag, Verkrautung?
  - ▶ TV Interpolation auf DT, einheitlicher Zeitschritt, m<sup>3</sup>/s -> m<sup>3</sup>, dt \* s
  - ▶ Fläche Pegeleinzugsgebiet in m<sup>2</sup>
- ▶ Bsp. Xlsx Abflusshöhen,



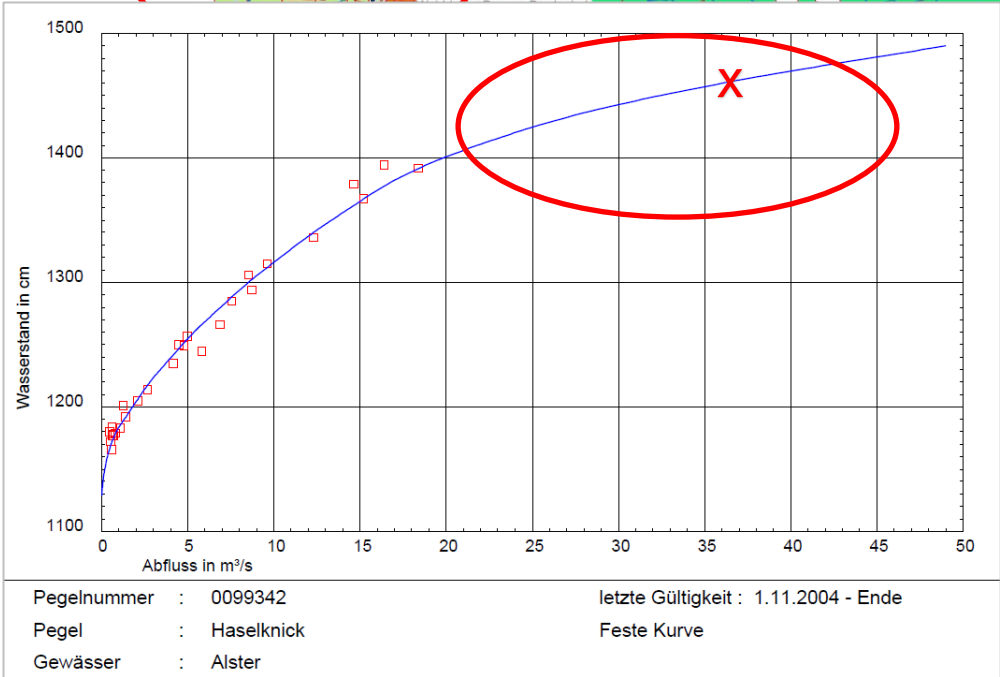
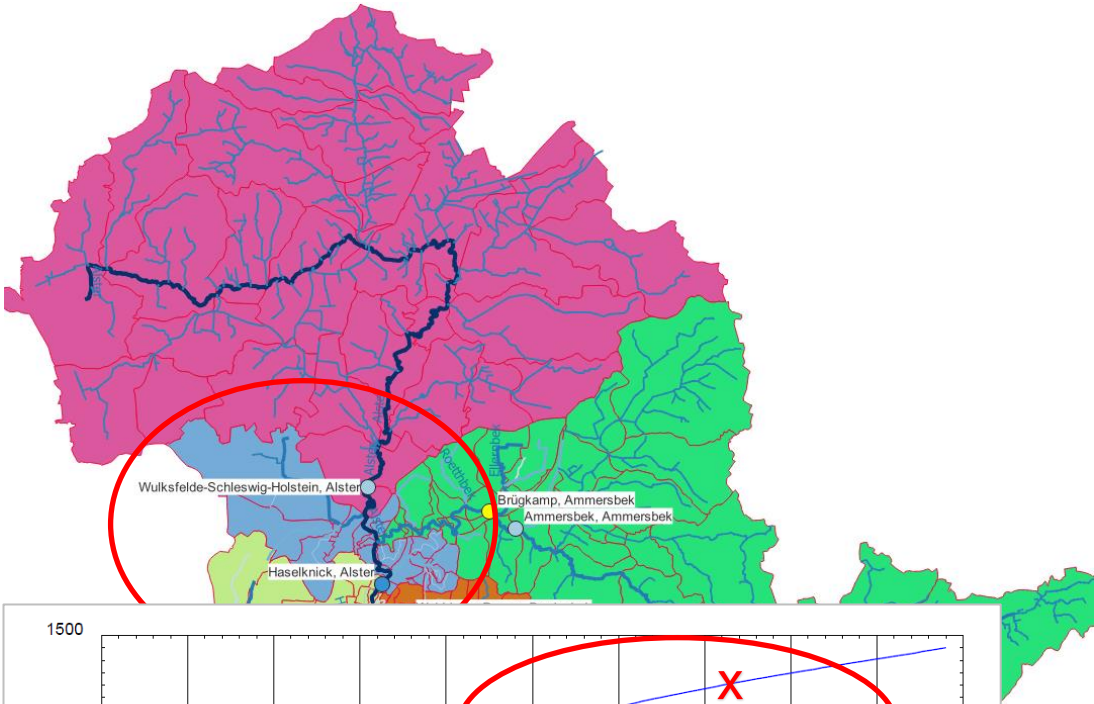
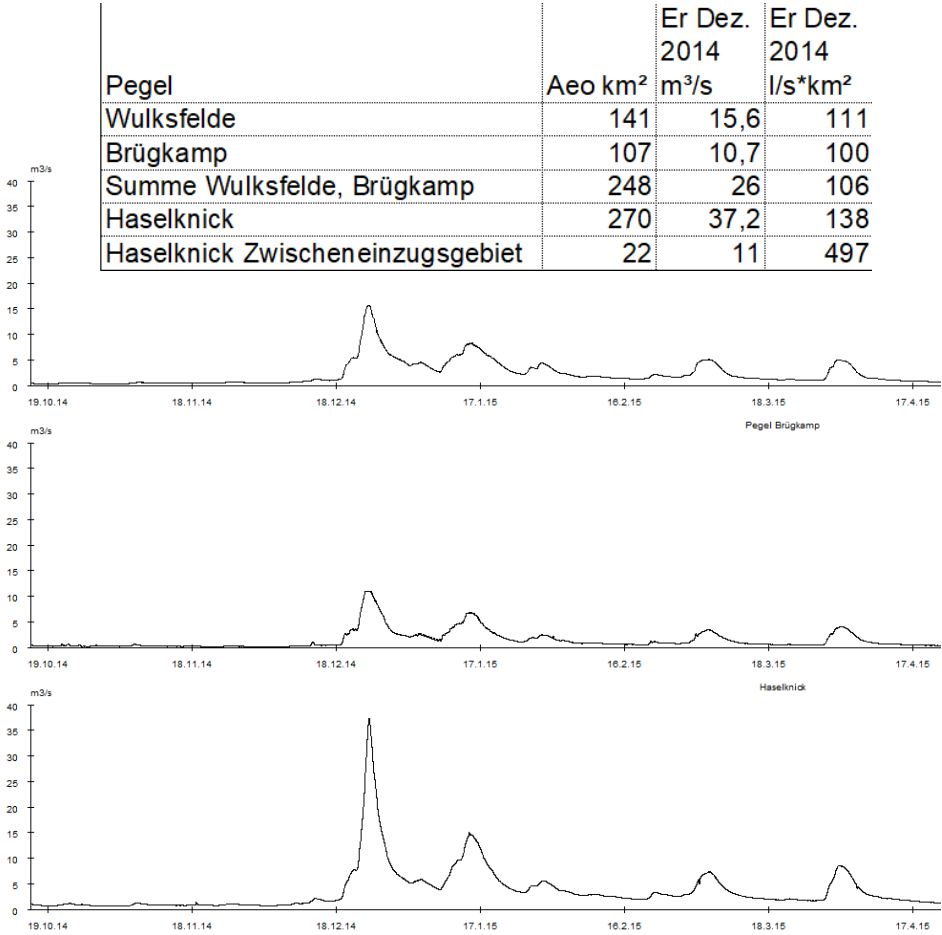
# Zeitreihenprüfung: Niedrigwasser/Abflusskurven

- ▶ Pegel Oberlieger hat höheren Niedrigwasserabfluss als Unterlieger
- ▶ Zeitreihendarstellungen und Abflusskurven



# Zeitreihenprüfung: Abflussscheitelwerte

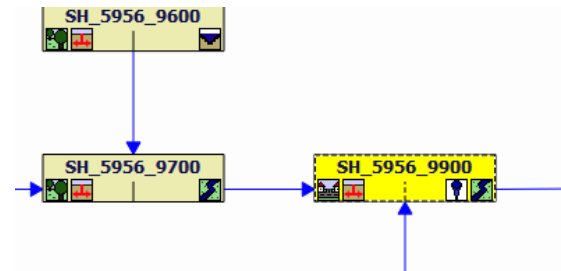
- ▶ Tabelle Flächengrößen und Abflüsse, Abflussspenden
- ▶ Abflusskurve: Bereich unbelegt, Extrapolation?



# Welche Einstellungen/Eingaben in NASIM?

- ▶ Pegelzeitreihe in Zeitreihen anlegen und mit Pegel-SE verknüpfen (Abfluss des SE (nicht Zufluss) und Abfluss als Parameter, nicht Wasserstand)

- ▶ Das verknüpfte SE erhält Symbol:



- ▶ Selektion auf Pegelgebiet, Namen der Selektion festlegen (wird in der autom. Kal. benötigt)
- ▶ Gütemaßereignisse (sep. Tabelle) definieren, Zeitraum für Gütekriterien
- ▶ Simulationszeitraum angeben:

# Welche Einstellungen/Eingaben in NASIM?

- Menü Extras/Optimierung
- Auswahl der sqlite
- NASIM-Optimierungsassistent wird geöffnet:
  - Option 1: vorhandene Optimierung laden
  - Option 2: Beschreibung (ggf. identisch mit Selektion)
    - Masken ausfüllen
    - 1. Selektion Eichfaktoren
    - 2. Pegel
  - Speichern, später = vorhandene Opt. Laden
- Ober-Untergrenzen Eichfaktoren?
  - Weite Grenzen Inf., Exfiltration, Interflow
  - Enge Grenzen 10% bei WP, FK, GPV
- Kann man Werte vorab fixieren?
  - RETBAS?
  - Versiegelte Fläche
- Starten

NASIM-Optimierungsassistent

**NASIM-Optimierung auswählen**  
Vorhandene NASIM-Optimierung (xml-Datei) laden oder neue erstellen.

NASIM-Optimierung laden...

Neue NASIM-Optimierung anlegen und Optimierungstyp wählen:

Beschreibung:

☒ Automatische Kalibrierung der Bodeneichparameter und Retentionen

Kalibriert eine Selektion von Systemelementen mittels Variation der Eichparameter.  
Hinweis: Die Blockung für die Simulation muss ausgestellt sein. Die Pegelzeitreihen dürfen k...

Optimierungsparameter eingeben  
Automatische Kalibrierung der Bodeneichparameter und Retentionen

**Zu optimierende Selektionen**

ID	Min. Infl. Faktor	Max. Infl. Faktor	Min. Vert. Leitf.	Max. Vert. Leitf.	Min. Hor. Leitf.	Max. Hor. Leitf.
1	Wulfsfelde					

Neu... Löschen

**Pegel für Optimierungsziel**

ID	
1	4

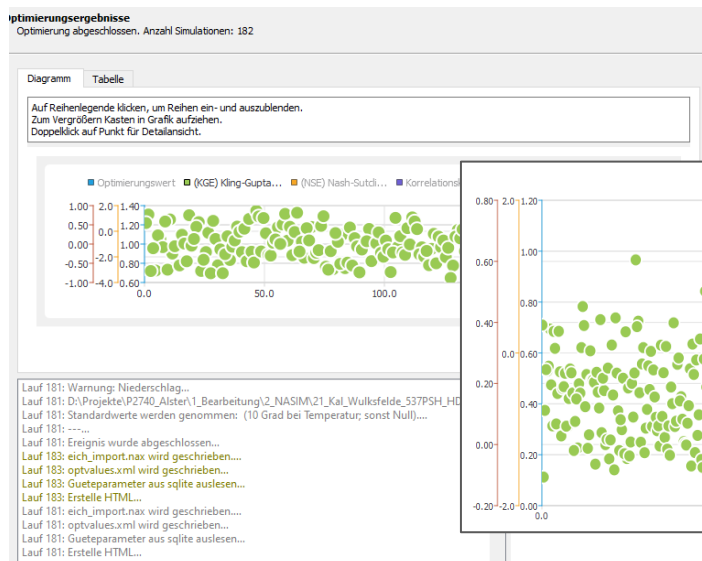
Neu... Löschen

Ergebnisse laden... Einstellungen speichern...

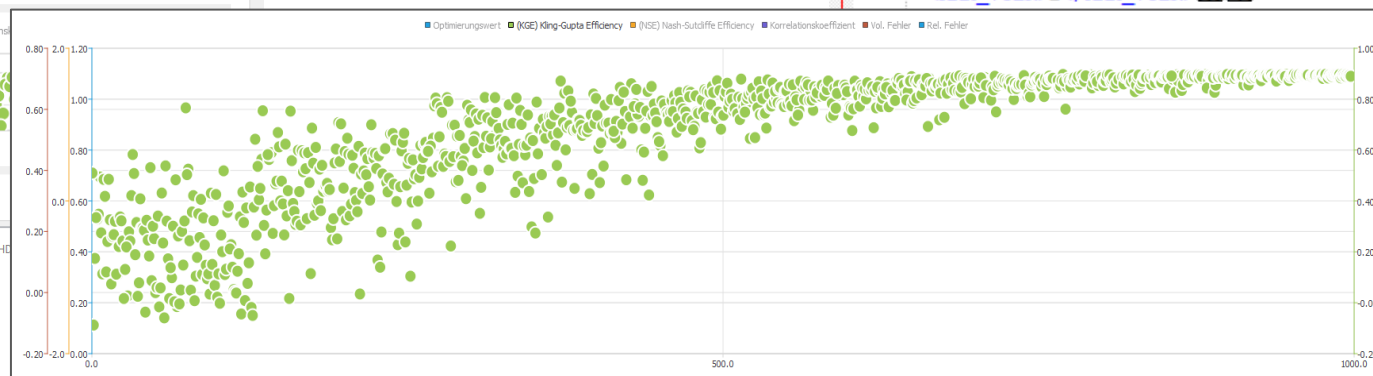
```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<OptimizerConfiguration optimDef="AbflussKalibrierung" name="Wulfsfelde">
  <Object>
    <Selektion>
      <ID>Wulfsfelde</ID>
      <MIN_fakt_infl>0.001</MIN_fakt_infl>
      <MAX_fakt_infl>3</MAX_fakt_infl>
      <MIN_vert_leitf_alle>0.001</MIN_vert_leitf_alle>
      <MAX_vert_leitf_alle>2</MAX_vert_leitf_alle>
      <MIN_hor_leitf>0.001</MIN_hor_leitf>
      <MAX_hor_leitf>10</MAX_hor_leitf>
      <MIN_BEF>0.9000000000000000002</MIN_BEF>
      <MAX_BEF>3</MAX_BEF>
      <MIN_OBF>1</MIN_OBF>
      <MAX_OBF>25</MAX_OBF>
      <MIN_INTF>0.5</MIN_INTF>
      <MAX_INTF>10</MAX_INTF>
      <MIN_BASIS>0.9000000000000000002</MIN_BASIS>
      <MAX_BASIS>1.1000000000000000001</MAX_BASIS>
      <MIN_RETVERS>1</MIN_RETVERS>
      <MAX_RETVERS>50</MAX_RETVERS>
      <MIN_GW0>0.1000000000000000001</MIN_GW0>
      <MAX_GW0>2</MAX_GW0>
      <MIN_VERD>0.5</MIN_VERD>
      <MAX_VERD>5</MAX_VERD>
      <MIN_VERS>0.2999999999999999999</MIN_VERS>
      <MAX_VERS>2</MAX_VERS>
      <MIN_LEAK>1</MIN_LEAK>
      <MAX_LEAK>1</MAX_LEAK>
      <MIN_GLEAK>1</MIN_GLEAK>
      <MAX_GLEAK>1</MAX_GLEAK>
      <MIN_VGER>0.1000000000000000001</MIN_VGER>
      <MAX_VGER>2</MAX_VGER>
      <MIN_SCHMT>0.001</MIN_SCHMT>
      <MAX_SCHMT>10</MAX_SCHMT>
      <MIN_SCHMS>0.001</MIN_SCHMS>
      <MAX_SCHMS>10</MAX_SCHMS>
      <MIN_NIED>0.9000000000000000002</MIN_NIED>
      <MAX_NIED>1.1000000000000000001</MAX_NIED>
      <MIN_INT0>0.5</MIN_INT0>
      <MAX_INT0>3</MAX_INT0>
    </Selektion>
  </Object>
</OptimizerConfiguration>
```

# Welche Einstellungen/Eingaben in NASIM?

- ▶ Alle Parameter, die einen Eichfaktor besitzen
- ▶ Nicht alle aktiviert in Standardinstallation
- ▶ Installationsverzeichnis NASIM
- ▶ d:\Programme\Nasim540\optimDefs\AbflussKalibrierung.odx
- ▶ Generell alle verwenden, wegen Kompensation/Überkompensation
- ▶ Für Schneeparameter, Temperaturzeitreihe, Zeitraum muss - TV
- ▶ Anschließend „Starten“ TV Interpolation auf DT



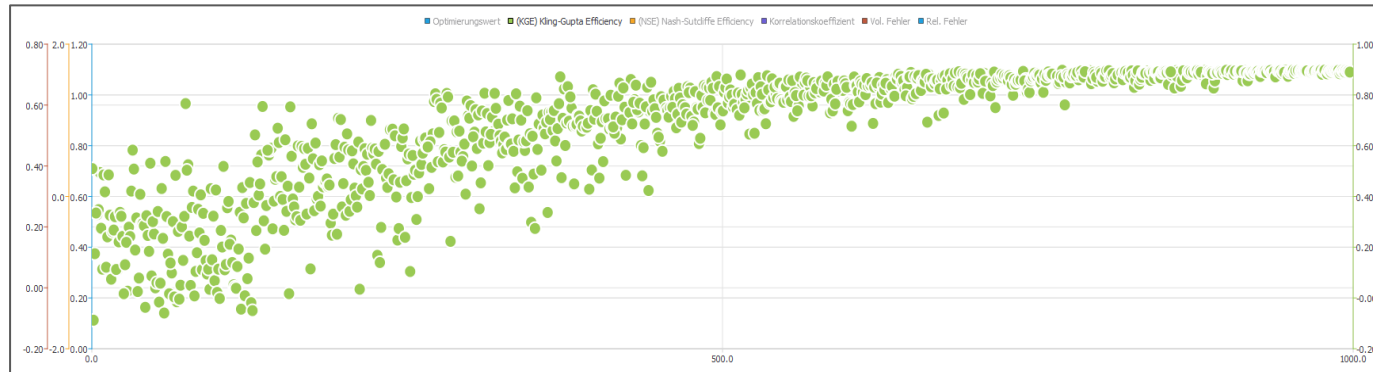
```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?><CRLE>  
<OptimizerConfiguration optimDef="AbflussKalibrierung" name="Wulksfelde"><CRLE>  
  <Object><CRLE>  
    <Selektion><CRLE>  
      <ID>Wulksfelde</ID><CRLE>  
      <MIN_fakt_infl>0.001</MIN_fakt_infl><CRLE>  
      <MAX_fakt_infl>3</MAX_fakt_infl><CRLE>  
      <MIN_vert_leitf_alle>0.001</MIN_vert_leitf_alle><CRLE>  
      <MAX_vert_leitf_alle>2</MAX_vert_leitf_alle><CRLE>  
      <MIN_hor_leitf>0.001</MIN_hor_leitf><CRLE>  
      <MAX_hor_leitf>10</MAX_hor_leitf><CRLE>  
      <MIN_BEF>0.900000000000000002</MIN_BEF><CRLE>  
      <MAX_BEF>3</MAX_BEF><CRLE>  
      <MIN_OBF>1</MIN_OBF><CRLE>  
      <MAX_OBF>25</MAX_OBF><CRLE>  
      <MIN_INTF>0.5</MIN_INTF><CRLE>  
      <MAX_INTF>10</MAX_INTF><CRLE>  
      <MIN_BASIS>0.900000000000000002</MIN_BASIS><CRLE>  
      <MAX_BASIS>1.100000000000000001</MAX_BASIS><CRLE>  
      <MIN_RETVERS>1</MIN_RETVERS><CRLE>  
      <MAX_RETVERS>50</MAX_RETVERS><CRLE>  
      <MIN_GW0>0.100000000000000001</MIN_GW0><CRLE>  
      <MAX_GW0>2</MAX_GW0><CRLE>  
      <MIN_VERD>0.5</MIN_VERD><CRLE>  
      <MAX_VERD>5</MAX_VERD><CRLE>  
      <MIN_VERS>0.299999999999999999</MIN_VERS><CRLE>  
      <MAX_VERS>2</MAX_VERS><CRLE>  
      <MIN_LEAK>1</MIN_LEAK><CRLE>  
      <MAX_LEAK>1</MAX_LEAK><CRLE>  
      <MIN_GLEAK>1</MIN_GLEAK><CRLE>  
      <MAX_GLEAK>1</MAX_GLEAK><CRLE>  
      <MIN_VGER>0.100000000000000001</MIN_VGER><CRLE>  
      <MAX_VGER>2</MAX_VGER><CRLE>
```





- Auswertung und Auswahl Rechenläufe (KGE, Nash, MRF)
  - Tabelle speichern als csv
  - Spaltenweise sortieren in excel, Spalten fixieren
  - Relative Unterschiede zum besten Wert, addieren für 3 Gütekriterien

## ➤ Beispiel excel



Call	ID_OptimHint	ID_KGE	R_KGE_fix	ID_NashSutcli	R_Nash_fix	ID_MAR	R_MARE_fix	GK_Kombi
1437	SCE-UA: Komplex 55, Mutation	0,89	1,01	0,82	1,00	0,40	1,05	3,06
1657	SCE-UA: Komplex 55, Kontraktion	0,90	1,00	0,81	1,02	0,43	1,12	3,13
880	SCE-UA: Komplex 26, Mutation	0,64	1,41	0,72	1,14	0,38	1,02	3,57

### Optimierungsergebnisse

Optimierung abgeschlossen, Anzahl Simulationen: 182

Diagramm Tabelle

#### Optimierungsergebnisse

Lauf	Optimierungswert	Optimierungsinfc	Optimierungswert	(KGE) Kling-Gupta	(NSE) Nash-Sutcli	Korrelatio
1	0,791	SCE-UA: Popul...	0,791	0,209	-0,614	
2	0,702	SCE-UA: Popul...	0,702	0,298	0,034	
3	1,290	SCE-UA: Popul...	1,290	-0,290	-1,365	
4	1,053	SCE-UA: Popul...	1,053	-0,053	-1,502	
5	1,285	SCE-UA: Popul...	1,285	-0,285	-1,319	
6	0,919	SCE-UA: Popul...	0,919	0,081	-1,011	

Neu... Löschen

Lauf 181: Warnung: Niederschlag...  
 Lauf 181: D:\Projekte\P2740\_Alster\1\_Bearbeitung\2\_NASIM\21\_Kal\_Wulksfelde\_537PSH\_HDRk...  
 Lauf 181: Standardwerte werden genommen: (10 Grad bei Temperatur; sonst Null)....  
 Lauf 181: ----  
 Lauf 181: Ereignis wurde abgeschlossen...  
 Lauf 183: eich\_import.nax wird geschrieben...  
 Lauf 183: optvalues.xml wird geschrieben...  
 Lauf 183: Gueteparameter aus sqlite auslesen...  
 Lauf 183: Erstelle HTML...  
 Lauf 181: eich\_import.nax wird geschrieben...  
 Lauf 181: optvalues.xml wird geschrieben...  
 Lauf 181: Gueteparameter aus sqlite auslesen...  
 Lauf 181: Erstelle HTML...