



# Analyse der Vorhersageunsicherheit mit ProFoUnD im Einzugsgebiet der Mosel

**Katharina Gottschalk**, Norbert Demuth  
Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz

08. März 2017

# Gliederung

---

1. Einführung
2. Anwendung im Moselgebiet
3. Auswertung einzelner Pegel
4. Fazit + Ausblick

# 1 Einführung - Was ist ProFoUnD?

= **Program to assess the Forecast Uncertainty of Discharge**

- quantitative Bewertung von Vorhersagen mit LARSIM
- Wasserstand und Abfluss
- in Abhängigkeit von Vorhersagetiefen
- Unterscheidung nach hydrologischen Fällen

Time goes by ...

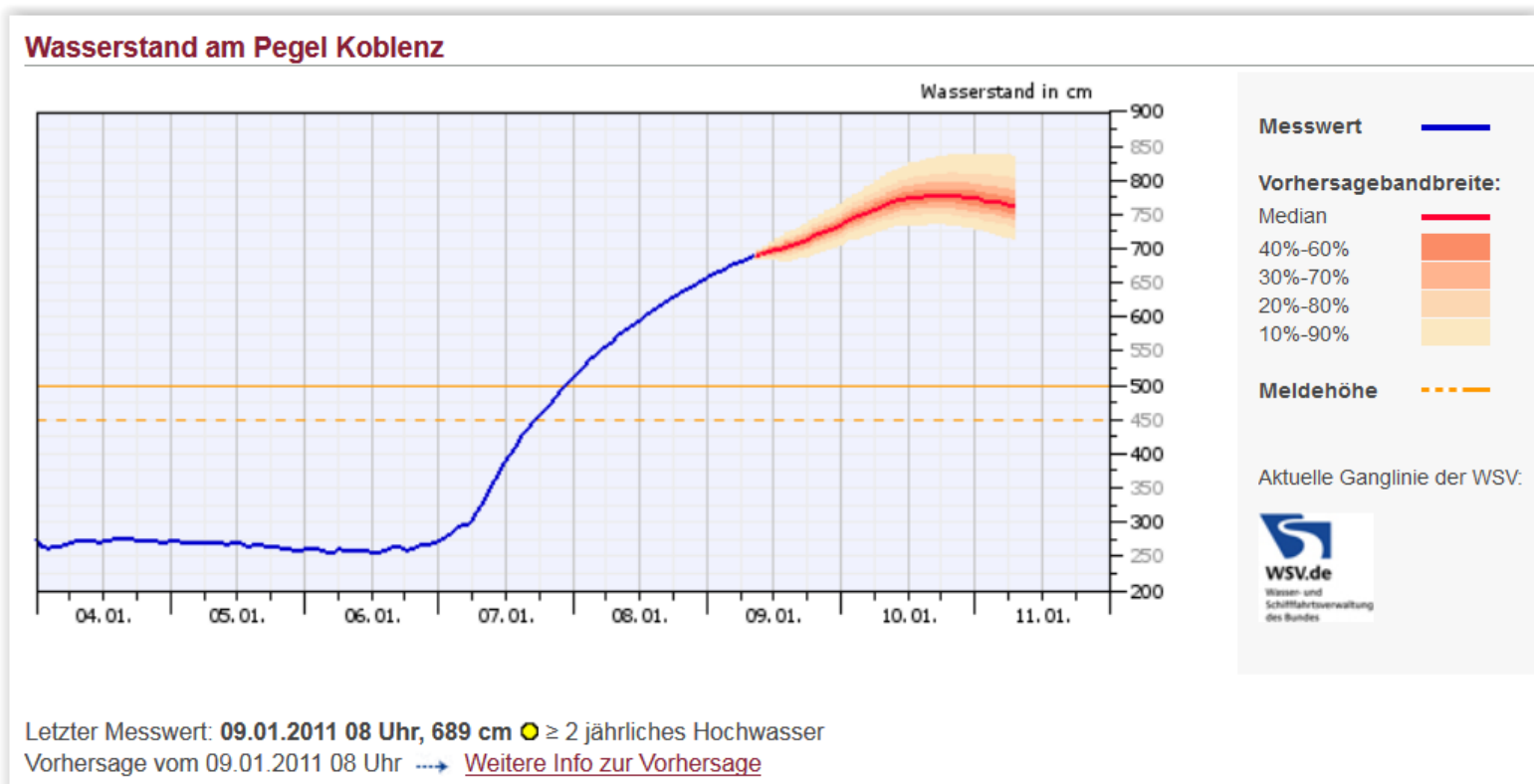
- Weiterentwicklung von GMD\_VHS\_GUETE
- Erweiterung für LILA-Format (Version 8)

Aktueller Stand: Version 8.1 (22.12.2016)

# 1 Einführung - Anwendung ProFoUnD

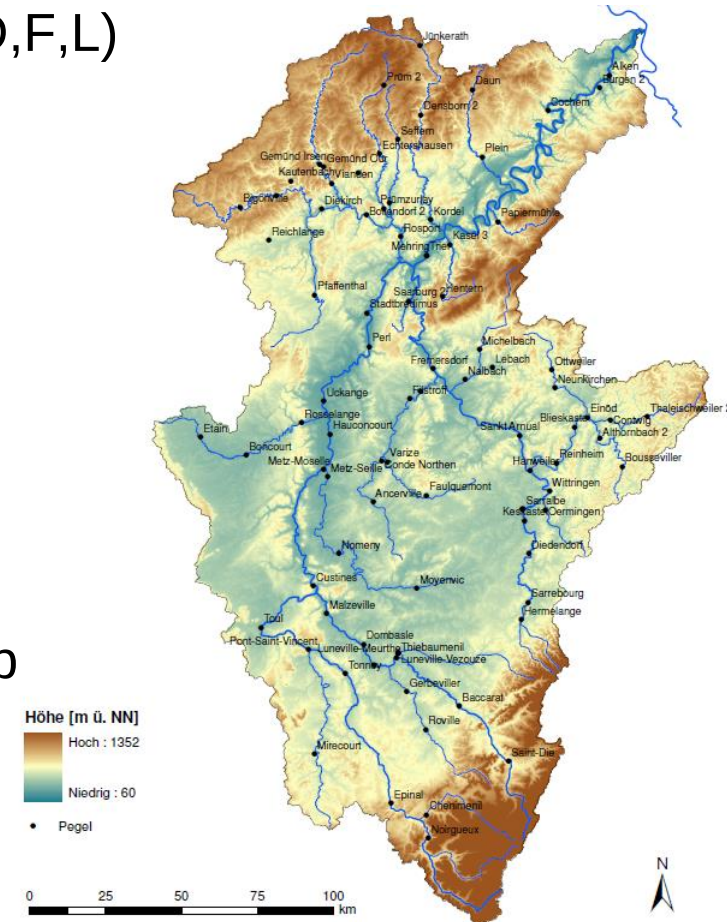
Wofür wenden wir ProFoUnD an?

Darstellung der Vorhersagebandbreite



## 2 Anwendung im Moselgebiet

- im Rahmen der LARSIM-Kooperation (D,F,L)
- EZG-Größe: 28.286 km<sup>2</sup>
- Gewässer: Mosel, Saar, Maas, Sauer
- > 150 Pegel
- Zeitraum: Januar 1997 – Februar 2016
- Mit gemessenen Klimadaten
- Optimierungs- und Nachführungseinstellungen aus operationellem Betrieb



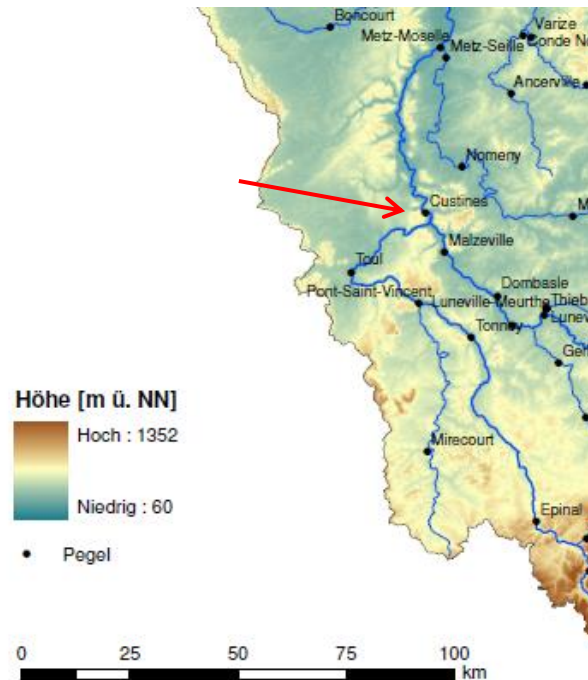
## 2 Anwendung im Moselgebiet

### Vorgehensweise:

- $Q < MQ \rightarrow$  Vorhersage 1x pro Tag
- $Q > MQ \rightarrow$  Vorhersage stündlich
- Bestimmung der hydrologischen Fälle nach neuem IKSMS-Verfahren
- Pegelweise Auswertung mit ProFoUnD
- Betrachtung von Einzelereignissen
- Bewertung der Vorhersageunsicherheit

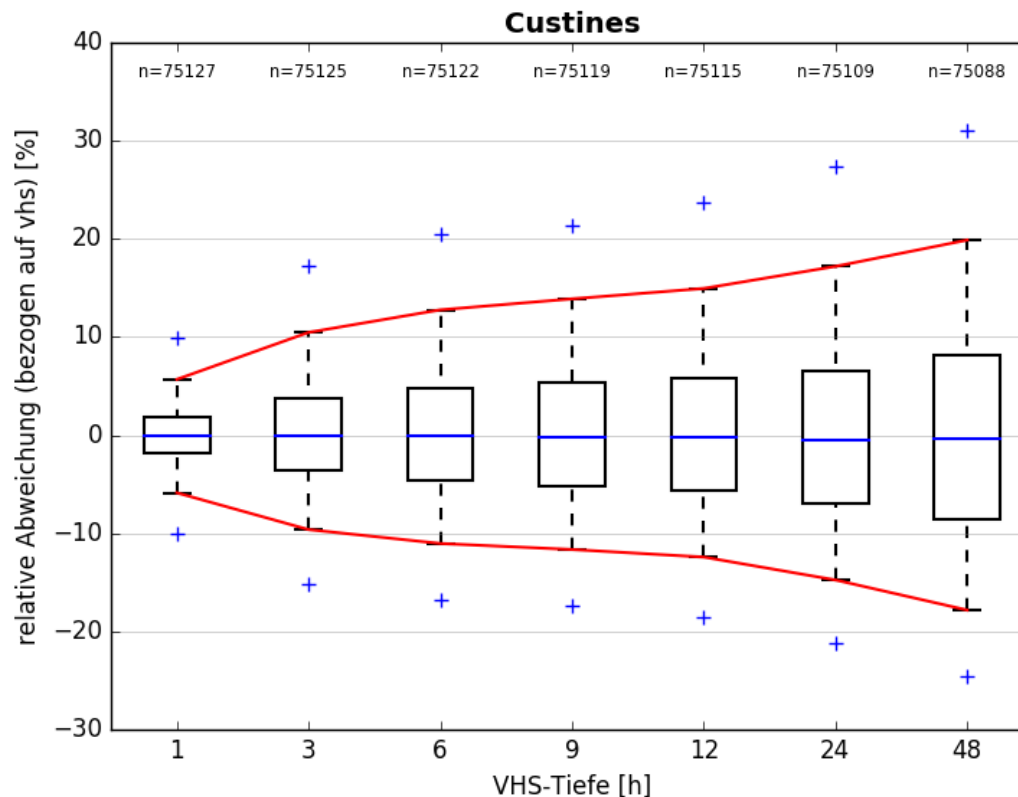
## 3.1 Auswertung Profound - Custines

Custines/Moselle (F) – 6.830 km<sup>2</sup>, Daten: 01.1997 – 02.2016



## 3.1 Auswertung Profound - Custines

Custines/Moselle (F) – 6.830 km<sup>2</sup>, Daten: 01.1997 – 02.2016



| Schwellenwert  | Abfluss (m <sup>3</sup> /s) |
|----------------|-----------------------------|
| 2MQ            | 226                         |
| MQH            | 345                         |
| „Vert/Jaune“   | 895                         |
| „Jaune/Orange“ | 1340                        |

# 3.1 Auswertung Profound - Custines

„Verte/Jaune“ = 895 m<sup>3</sup>/s, Daten: 01.1997 – 02.2016

VHS-Tiefe = 1 h  
Schwellenwert = 895.00 m<sup>3</sup>/s

|                |                    |                           |
|----------------|--------------------|---------------------------|
|                | Messung ≥ Schwelle | Messung < Schwelle        |
| VHS ≥ Schwelle | Hit<br>388         | False Alarm<br>9          |
| VHS < Schwelle | Miss<br>15         | Correct Negative<br>74715 |

Custines

VHS-Tiefe = 3 h  
Schwellenwert = 895.00 m<sup>3</sup>/s

|                |                    |                           |
|----------------|--------------------|---------------------------|
|                | Messung ≥ Schwelle | Messung < Schwelle        |
| VHS ≥ Schwelle | Hit<br>373         | False Alarm<br>18         |
| VHS < Schwelle | Miss<br>30         | Correct Negative<br>74704 |

Custines

VHS-Tiefe = 6 h  
Schwellenwert = 895.00 m<sup>3</sup>/s

|                |                    |                           |
|----------------|--------------------|---------------------------|
|                | Messung ≥ Schwelle | Messung < Schwelle        |
| VHS ≥ Schwelle | Hit<br>372         | False Alarm<br>39         |
| VHS < Schwelle | Miss<br>31         | Correct Negative<br>74680 |

Custines

VHS-Tiefe = 24 h  
Schwellenwert = 895.00 m<sup>3</sup>/s

|                |                    |                           |
|----------------|--------------------|---------------------------|
|                | Messung ≥ Schwelle | Messung < Schwelle        |
| VHS ≥ Schwelle | Hit<br>284         | False Alarm<br>120        |
| VHS < Schwelle | Miss<br>119        | Correct Negative<br>74586 |

Custines

| VHS-Tiefe | Threat-Score |
|-----------|--------------|
| 1 h       | 0.942        |
| 3 h       | 0.886        |
| 6 h       | 0.842        |
| 24 h      | 0.543        |

# 3.1 Auswertung Profound - Custines

„Jaune/Orange“ = 1.340 m<sup>3</sup>/s, Daten: 01.1997 – 02.2016

VHS-Tiefe = 1 h  
Schwellenwert = 1340.00 m<sup>3</sup>/s

|                 | Messung >= Schwelle | Messung < Schwelle        |
|-----------------|---------------------|---------------------------|
| VHS >= Schwelle | Hit<br>29           | False Alarm<br>1          |
| VHS < Schwelle  | Miss<br>0           | Correct Negative<br>75097 |

Custines

VHS-Tiefe = 3 h  
Schwellenwert = 1340.00 m<sup>3</sup>/s

|                 | Messung >= Schwelle | Messung < Schwelle        |
|-----------------|---------------------|---------------------------|
| VHS >= Schwelle | Hit<br>29           | False Alarm<br>2          |
| VHS < Schwelle  | Miss<br>0           | Correct Negative<br>75094 |

Custines

VHS-Tiefe = 6 h  
Schwellenwert = 1340.00 m<sup>3</sup>/s

|                 | Messung >= Schwelle | Messung < Schwelle        |
|-----------------|---------------------|---------------------------|
| VHS >= Schwelle | Hit<br>27           | False Alarm<br>9          |
| VHS < Schwelle  | Miss<br>2           | Correct Negative<br>75084 |

Custines

VHS-Tiefe = 24 h  
Schwellenwert = 1340.00 m<sup>3</sup>/s

|                 | Messung >= Schwelle | Messung < Schwelle        |
|-----------------|---------------------|---------------------------|
| VHS >= Schwelle | Hit<br>15           | False Alarm<br>94         |
| VHS < Schwelle  | Miss<br>14          | Correct Negative<br>74986 |

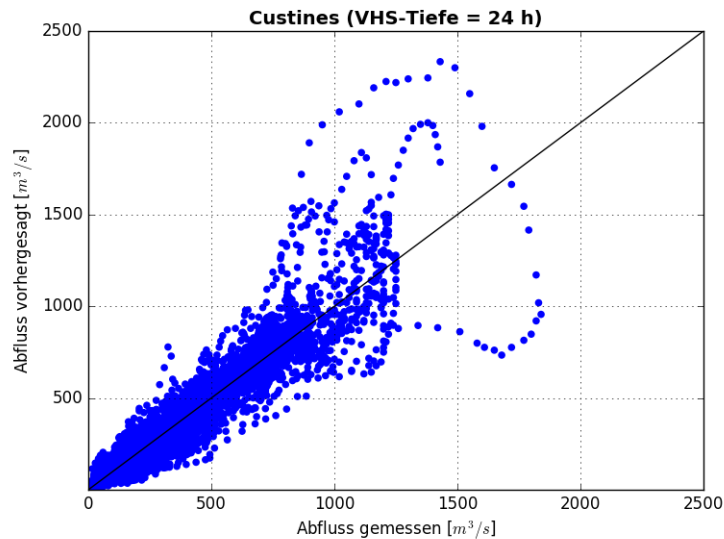
Custines

| VHS-Tiefe | Threat-Score |
|-----------|--------------|
| 1 h       | 0.967        |
| 3 h       | 0.935        |
| 6 h       | 0.711        |
| 24 h      | 0.122        |

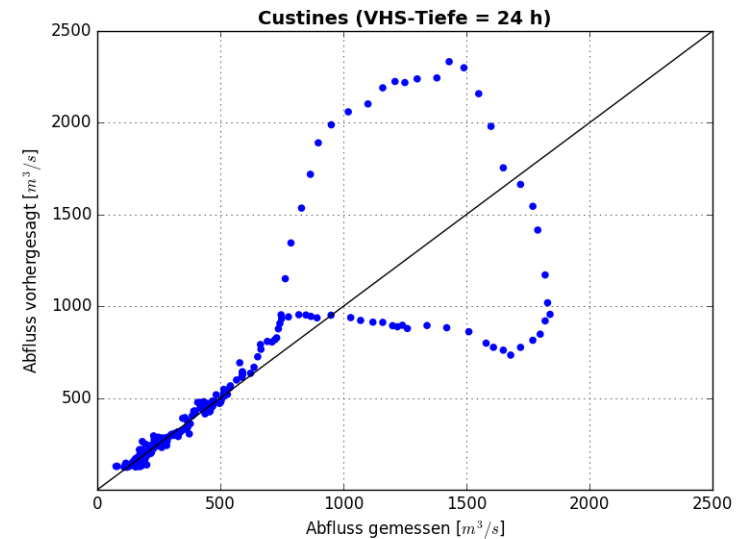
- Hochwasser > 1340 m<sup>3</sup>/s :
- 04.10.2006 (1840 m<sup>3</sup>/s)
  - 30.12.2001 (1430 m<sup>3</sup>/s)

## 3.1 Auswertung Profound - Custines

### Pegel Custines/Moselle, Scatterplot VHS-Tiefe 24 h



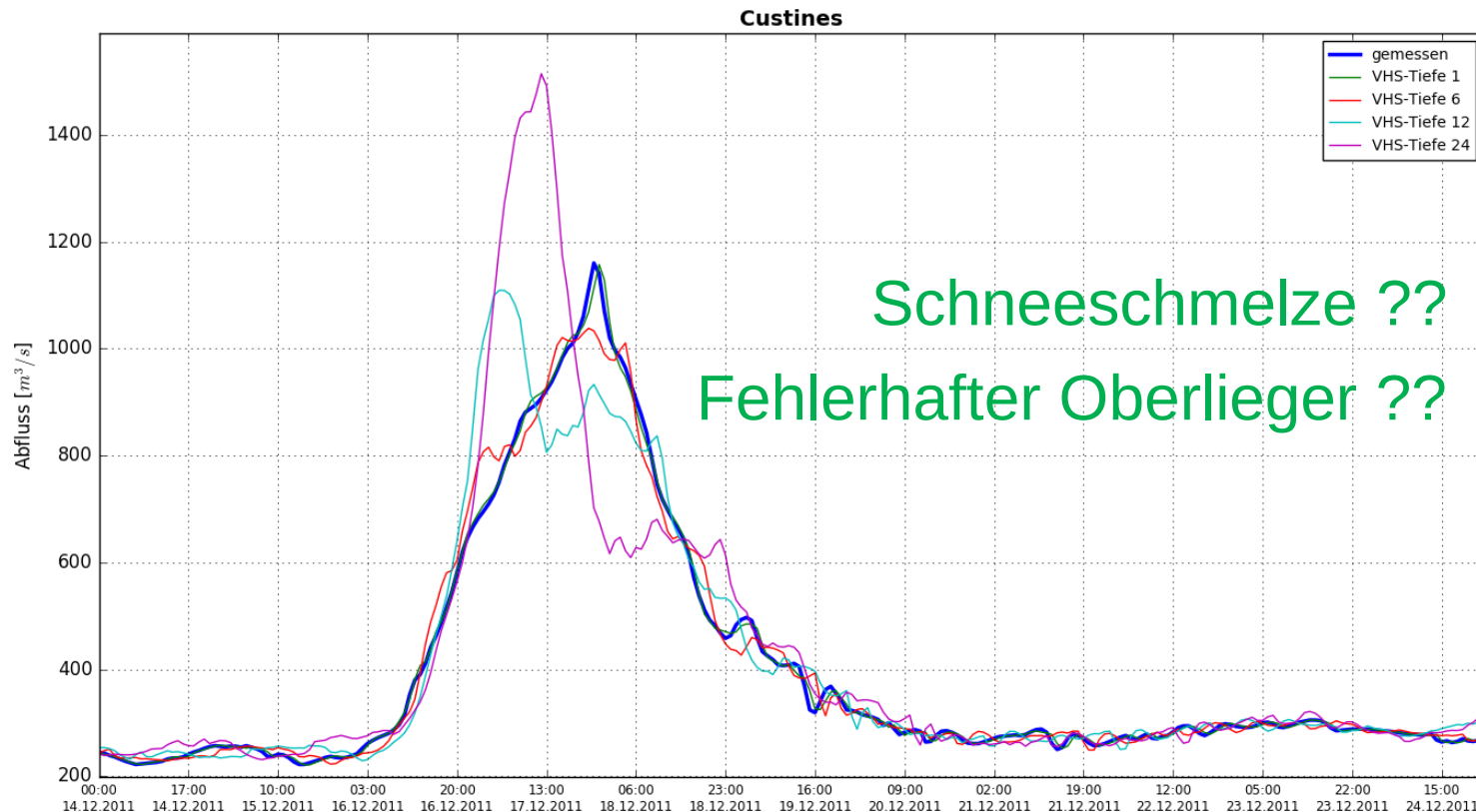
Januar 1997 – Februar 2016



Hochwasserereignis 06.10.2006

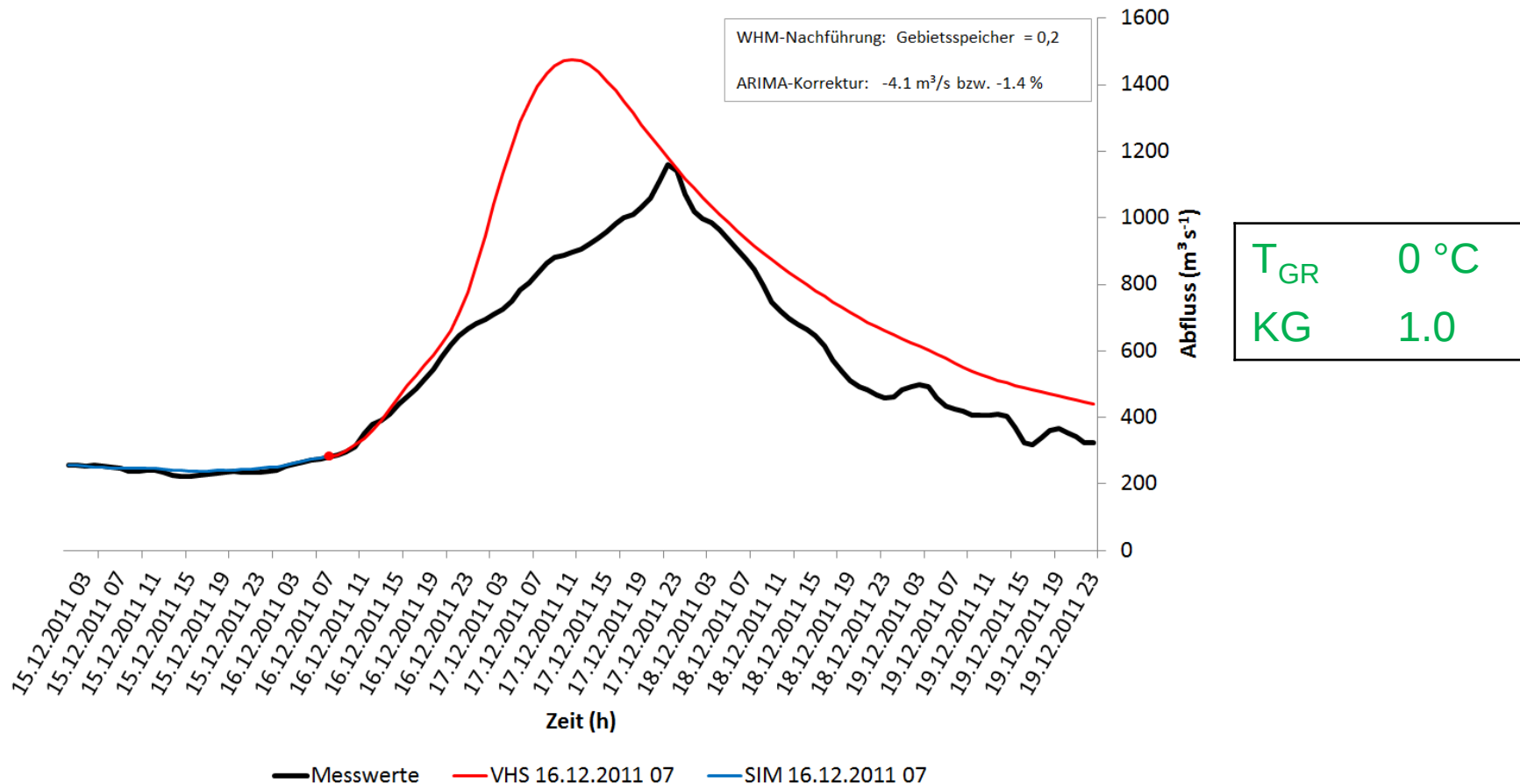
## 3.2 Beispiel 1: Hochwasser 17.12.11

Pegel Custines/Moselle, Abflussscheitel: 1.160 m<sup>3</sup>/s



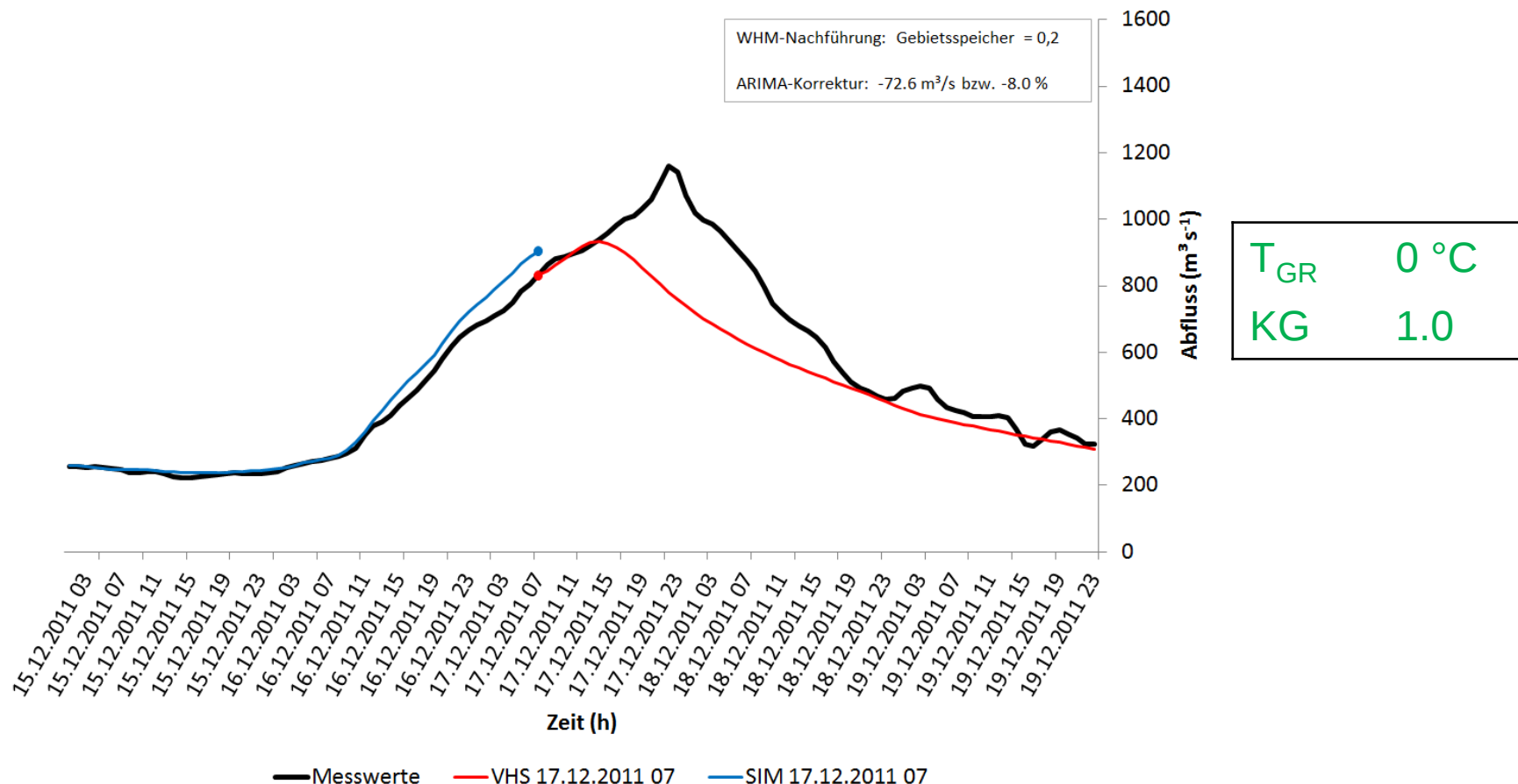
## 3.2 Beispiel 1: Hochwasser 17.12.11

### Pegel Custines/Moselle, Vorhersage 17.12.2011 07 Uhr



## 3.2 Beispiel 1: Hochwasser 17.12.11

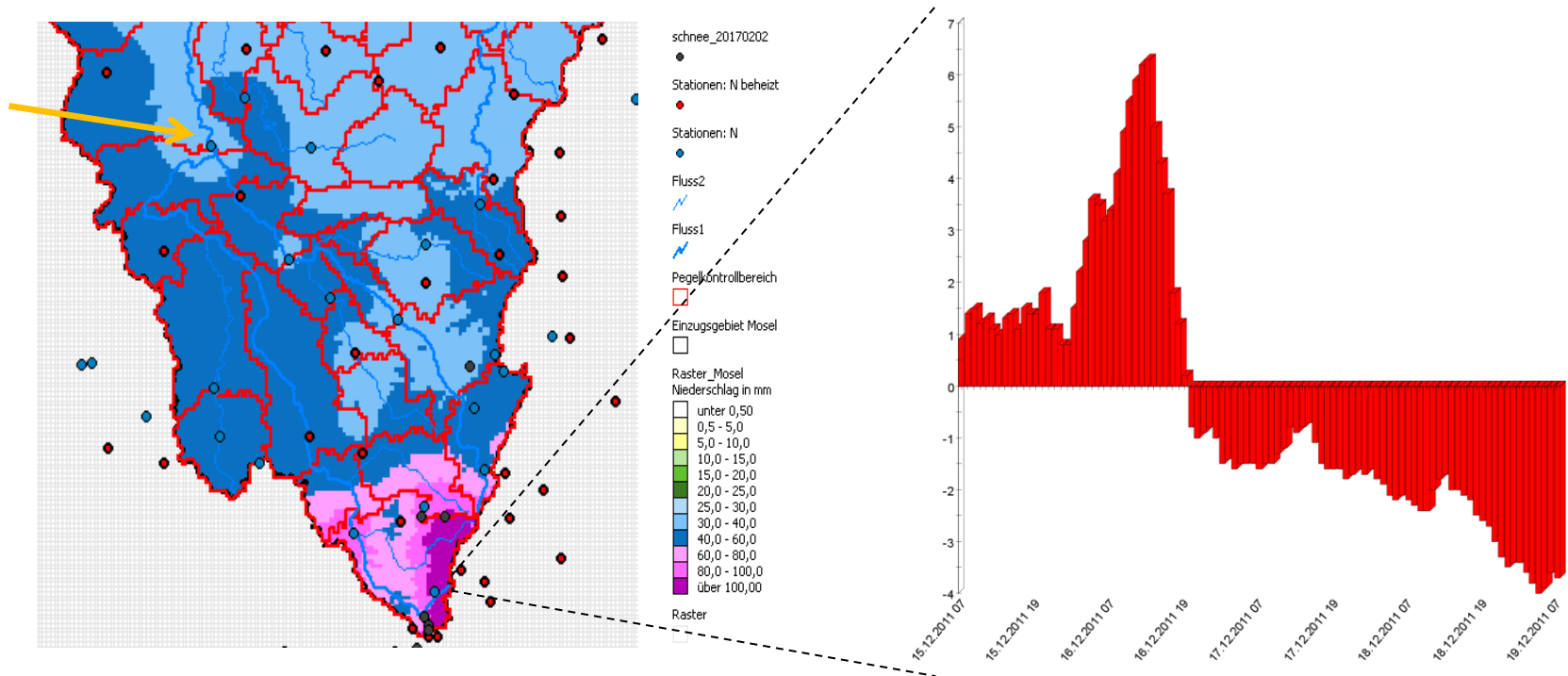
### Pegel Custines/Moselle, Vorhersage 17.12.2011 07 Uhr



## 3.2 Beispiel 1: Hochwasser 17.12.11

### Wettersituation während Hochwasser 17.12.11

Raster\_Mosel, 50254  
WHM MOSEL, Temperatur °C  
15.12.2011 07 bis 19.12.2011 07 Uhr (Mittel)

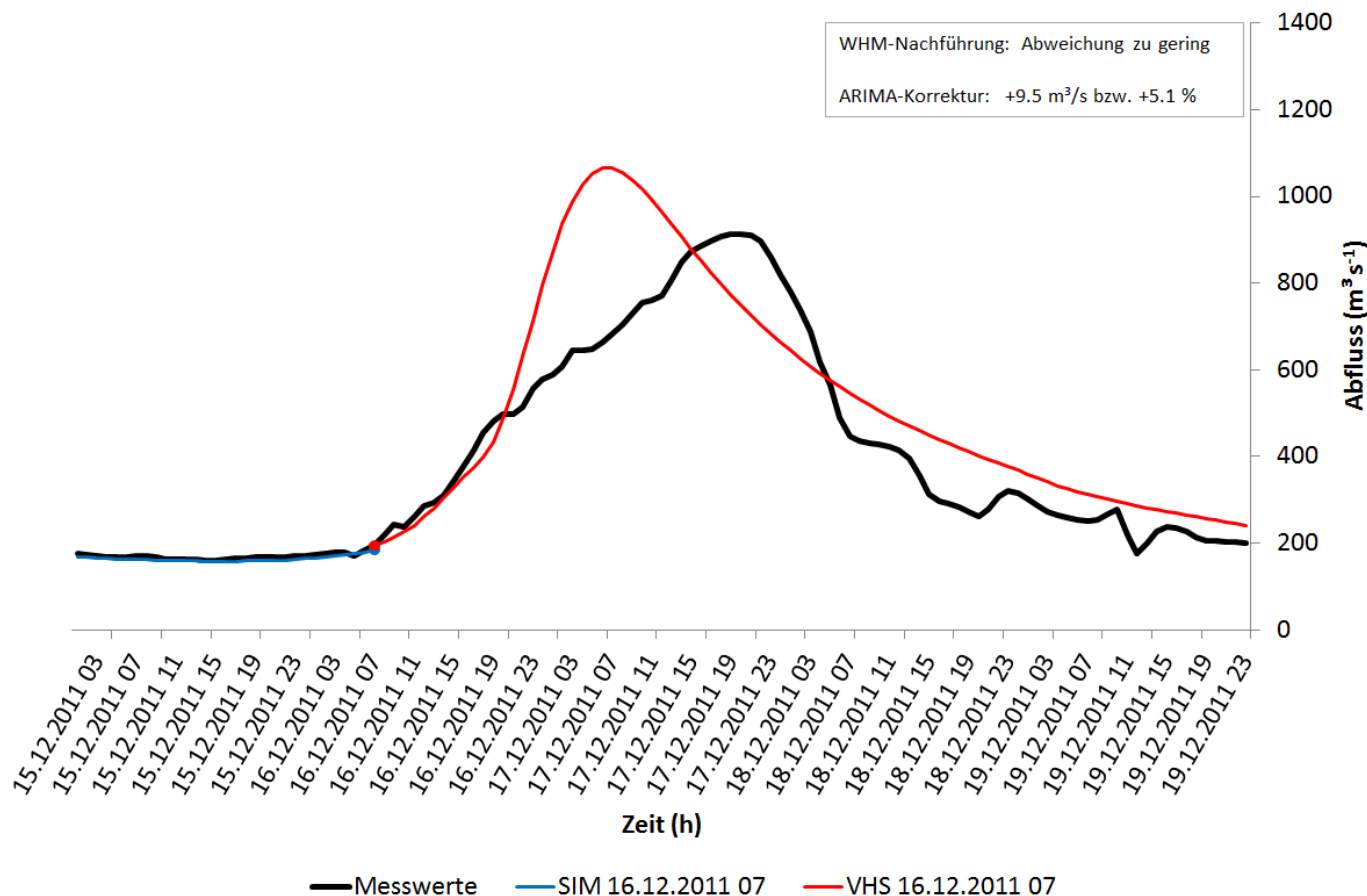


Niederschlag zwischen 16.-17.12.11

Lufttemperatur zwischen 15.-19.12.11

## 3.2 Beispiel 1: Hochwasser 17.12.11

Oberlieger Toul/Moselle, Vorhersage 16.12.2011 07 Uhr



## 3.3 Beispiel 2: Hochwasser 31.12.01

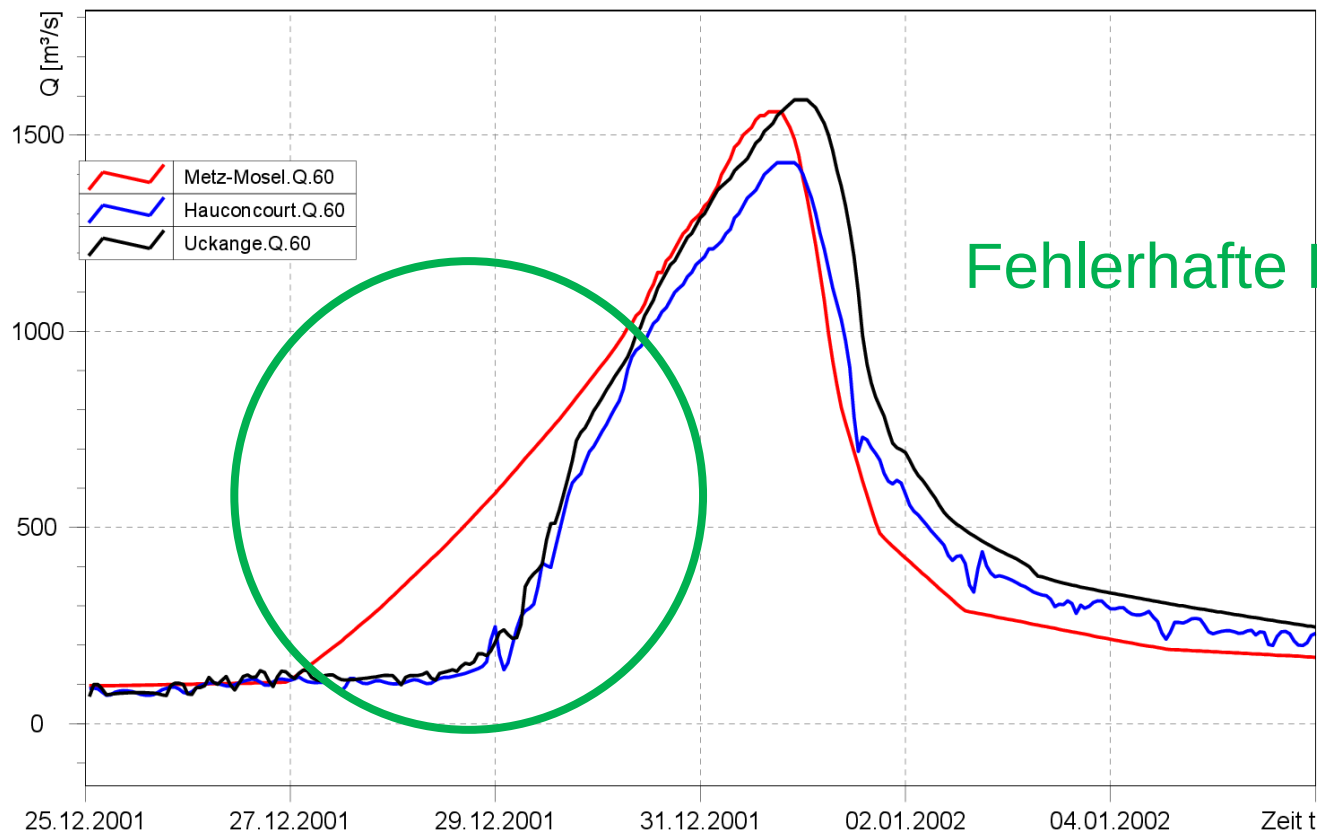
Log-Datei vom 28.12.2001 07 Uhr

| Pegel/Gewaesser      | Flaeche   |           | Auswertezeitraum |            |             | WHM-Nachfuehrung |            |        | ARIMA-Korrektur |          | Red (h) | ka (-) | Time-Lag (h) | Pegel-Info |
|----------------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------------|------------|--------|-----------------|----------|---------|--------|--------------|------------|
|                      | EZG (qkm) | PKB (qkm) | Q (-)            | Fehl w (%) | Abweich (%) | Art (-)          | Faktor (-) | kN (-) | Abs (cbm/s)     | Proz (%) |         |        |              |            |
| Custines/Moselle     | 5838.0    | 544.0     | MQ               | 0.0        | 0.0         | WD               | 1.50       | 1      | 5.1             | 5.8      | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Metz-Moselle/Moselle | 7920.0    | 1082.0    | HQ               | 0.0        | -35.9       | WD               | 1.50       | -      | 158.2           | 63.3     | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Nomeny/Seille        | 931.0     | 931.0     | MQ               | 0.0        | -0.2        | WD               | 0.61       | -      | 2.7             | 39.1     | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Metz-Seille/Seille   | 1281.0    | 350.0     | MQ               | 0.0        | -6.5        | WD               | 1.50       | -      | 1.2             | 9.6      | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Etain/Orne           | 167.0     | 167.0     | MQ               | 0.0        | 9.1         | WD               | 0.50       | -      | 0.7             | 41.2     | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Boncourt/Orne        | 403.0     | 236.0     | MQ               | 0.0        | -0.0        | GS               | 0.78       | -      | -0.4            | -6.8     | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Rosselange/Orne      | 1245.0    | 842.0     | MQ               | 0.0        | 1.4         | WD               | 0.50       | -      | -2.1            | -13.8    | 1       | -      | -            | mit PKB    |
| Luckange/Moselle     | 10814.0   | 368.0     | MQ               | 0.0        | 180.5       | GS               | 0.20       | -      | -251.3          | -67.0    | 6       | -      | -            | mit PKB    |

Gegensätzliche ARIMA-Korrekturen an Unter- und Oberliegerpegel

## 3.3 Beispiel 2: Hochwasser 31.12.01

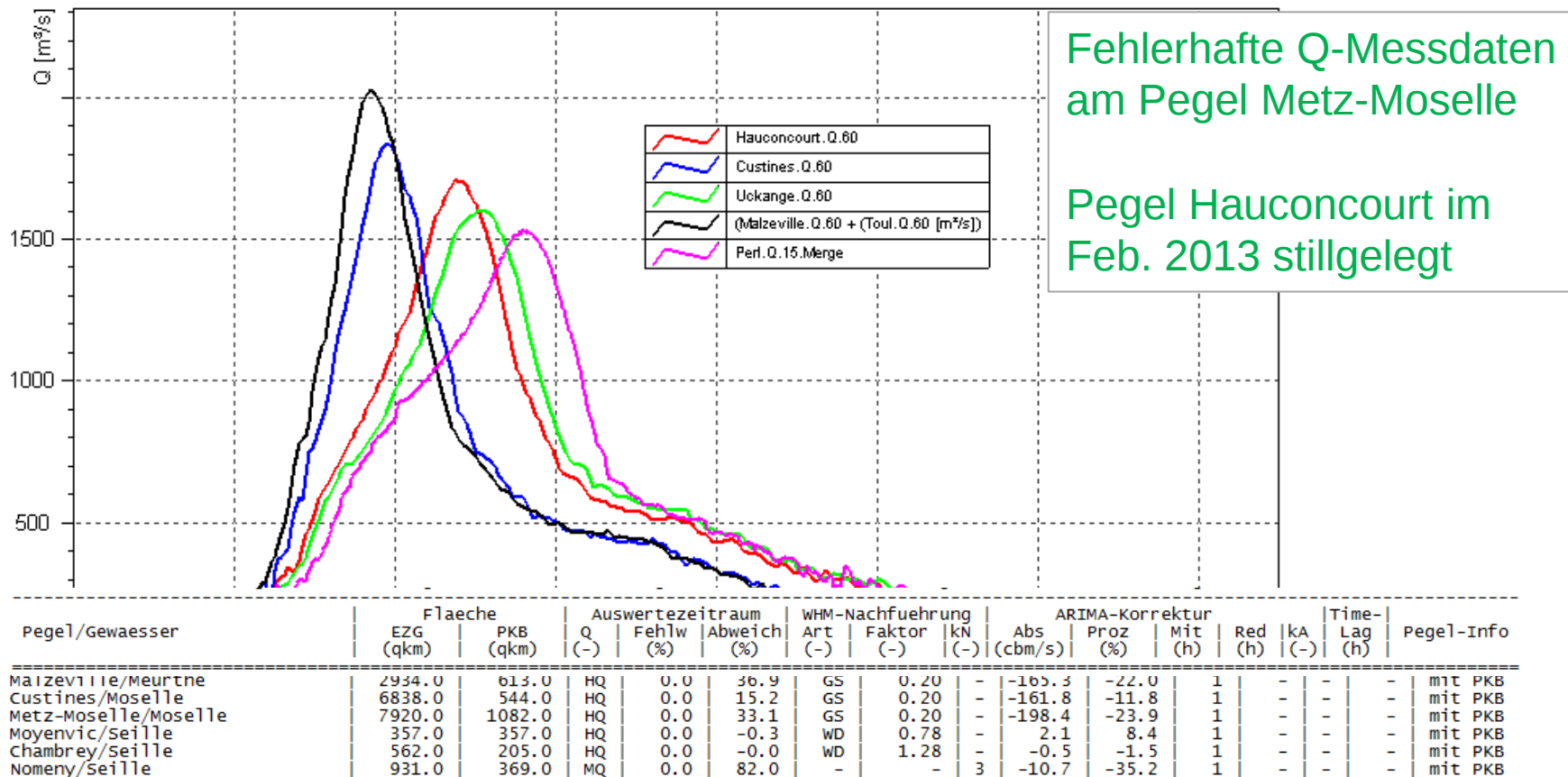
Pegel Metz-Moselle, Vorhersage vom 29.12.2001 07 Uhr



Fehlerhafte Eingangsdaten

## 3.4 Beispiel 3: Hochwasser 06.10.06

### Vergleich der Messdaten



## 4 Fazit + Ausblick

- Flussgebiet muss als Ganzes betrachtet werden, nicht nur einzelner Pegel
- Häufig schlechtere Profound-Ergebnisse aufgrund von Fehlern bei Oberliegerpegeln
  - Eingangsdaten, Verwendung neuer/alter Pegel
  - Fehlerhafte Arima-Korrekturen
  - Fehlerhafte Abbildung der Schneeprozesse
- Ausblick:
  - Weiterentwicklung von Profound und PlotProfound (auch Französisch)
  - Nachberechnung der WHM-Vorhersagen im Moselgebiet

# FRAGEN? QUESTIONS?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!  
Merci pour votre attention!



Quelle: Stadt Cochem, 2017



Quelle: AFD, 2011



Quelle: Gottschalk, 2017