

# Ableitung regionaler HQ-Statistiken aus LARSIM-Simulationen für die Hochwasserfrühwarnung

Hartwig Vietinghoff & Benedikt Peters  
UniWasser GmbH / TU KL FWW

Im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und  
Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

### Schwerpunkte

- Veranlassung
- Skripte
- Beispielrechnungen und -auswertungen
- Ausblick – Weitere Arbeiten, Diskussionsbedarf und Nutzung der Resultate

### Veranlassung

- Hochwasserfrühwarnung in kleinen Einzugsgebieten in RLP über Berechnung der maximalen vorhergesagten Abflüsse für definierte Elemente/ Teilgebiete und Vergleich mit hinterlegten Statistiken, Ausgabe von Warnungen (LARSIM, WARNSIM, WARNI)
- Berechnung der HQ-Statistik aus den Gebietsdaten (HQ-REGIO [WASY GmbH])
- Alternative/ Möglichkeit der Verifikation: Berechnung der Statistiken aus langjährigen Modellläufen
- TU KL FWW: Offline-Modellierung WHM-RLP, mit gem. Werten, 05/1993 – 04/2010
- in Bearbeitung (UniWasser GmbH): Offl.-Simulation 1993-2012 WHM-RLP  
Teilaufgabe: Erstellung von Statistiken für ausgewählte Elemente (HW-Frühwarnung und Vergleich mit vorhandener Statistik)

## Skripte

Grundlage: Ausgabe der maximal vorhergesagten Abflüsse und Akkumulation zu Jahresdateien

### **Ableitung der HW-Statistik, Ausgabe neuer hq\_regio.dat**

1. Extraktion der Jahresmaxima, Ausgabe jährlicher Serien
2. Anpassung an theoretische Verteilungsfunktion, Berechnung der Auftretenswahrscheinlichen von Hochwasserereignissen
3. Zusammenfassung zu hq\_regio.dat

### **Vergleich verschiedener hqregio.dat**

4. Extraktion der Einzelstatistiken aus bestehender hq\_regio.dat
5. Vergleich verschiedener hq\_regio-Dateien

## Ableitung der HW-Statistik, Schreiben neuer hqregio.dat

### 1. Extraktion der Jahresmaxima, Ausgabe jährlicher Serien

Input

Rh02367 - Editor

Datei	Bearbeiten	Format	Ansicht	?
28.82				
18.50				
35.73				
4.43				
13.41				
23.89				
16.87				
6.49				
15.44				
11.77				
19.54				
9.04				
6.22				
9.17				
8.76				
7.58				
6.56				
11.57				

abgeben

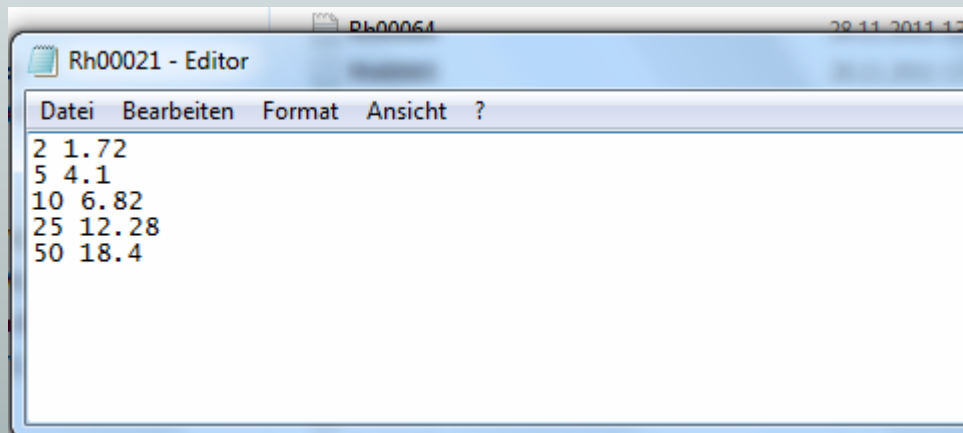
Rh00152 - Editor

Datei	Bearbeiten	Format	Ansicht	?
Jahr	Höchststand	VZP-Datum	VZP-Uhrzeit	Vorhersagetiefe
1993	59.58	20.12.1993	06:00	24
1994	28.11	05.01.1994	16:00	24
1995	8.60	26.01.1995	00:00	21
1996	5.66	12.11.1996	12:00	24
1997	50.55	25.02.1997	09:00	24
1998	9.35	31.10.1998	09:00	24
1999	15.71	27.03.1999	02:00	24
2000	7.69	03.03.2000	06:00	24
2001	28.56	21.03.2001	09:00	24
2002	18.01	21.03.2002	00:00	24
2003	21.44	03.01.2003	17:00	24
2004	9.97	13.01.2004	00:00	23
2005	4.25	12.02.2005	13:00	24
2006	4.83	09.03.2006	00:00	23
2007	8.49	02.03.2007	12:00	24
2008	4.83	16.03.2008	03:00	24
2009	5.59	25.12.2009	00:00	23
2010	9.22	27.02.2010	12:00	24

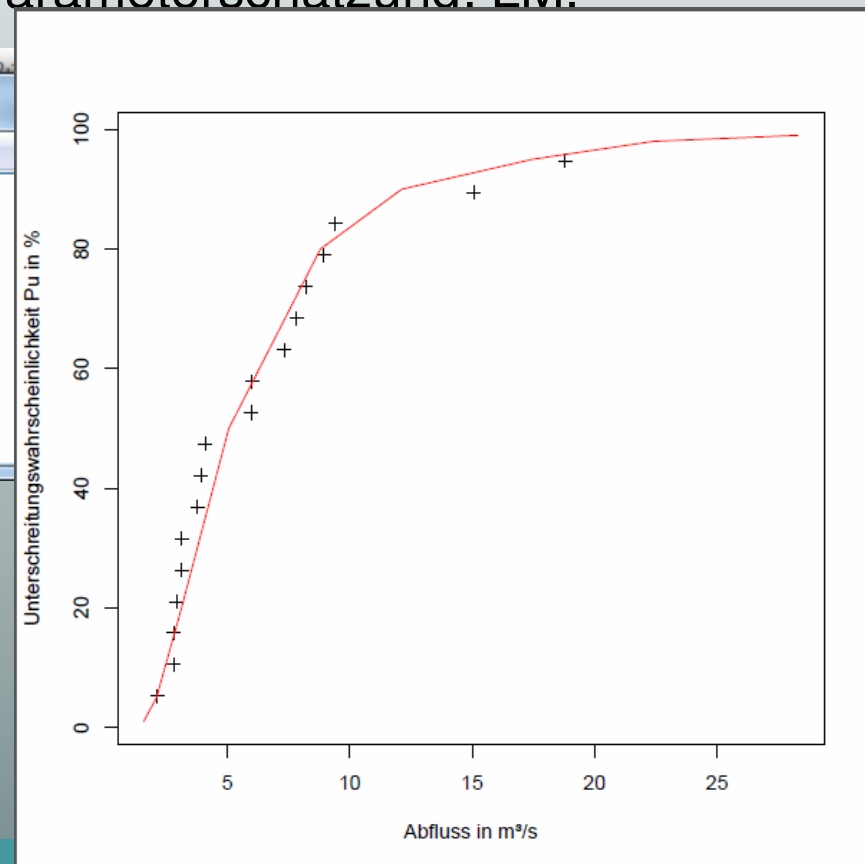
## Ableitung regionaler HQ-Statistiken für die Frühwarnung

2. Anpassung an theoretische Verteilungsfunktion, Berechnung der Auftretenswahrscheinlichkeiten von Hochwasserereignissen

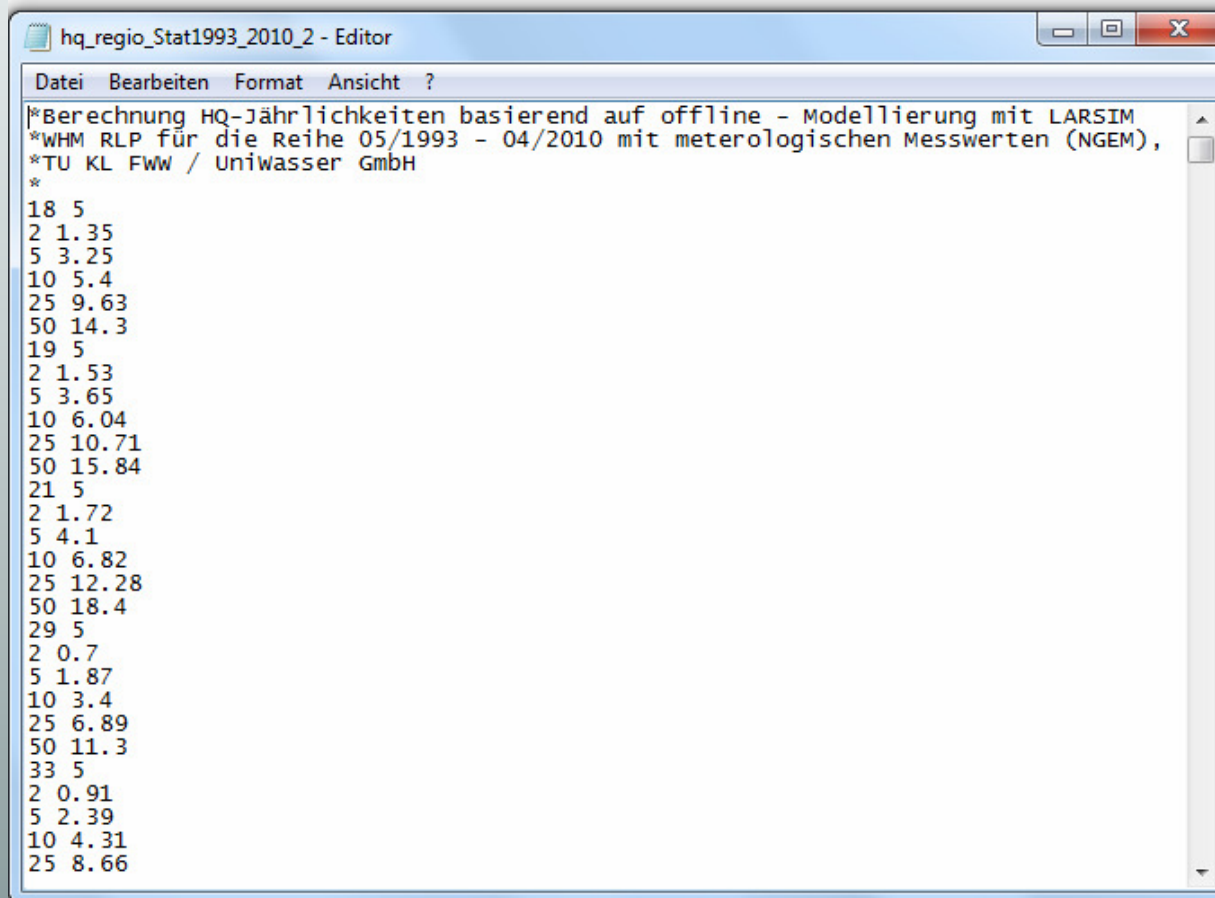
Input: Einzeldateien jährliche Serie der berechneten q-max  
Anpassung an Pearson-III-Verteilung, Parameterschätzung: LM.



Abfluss (m³/s)	Unterschreitungswahrscheinlichkeit (Pu in %)
2	1.72
5	4.1
10	6.82
25	12.28
50	18.4

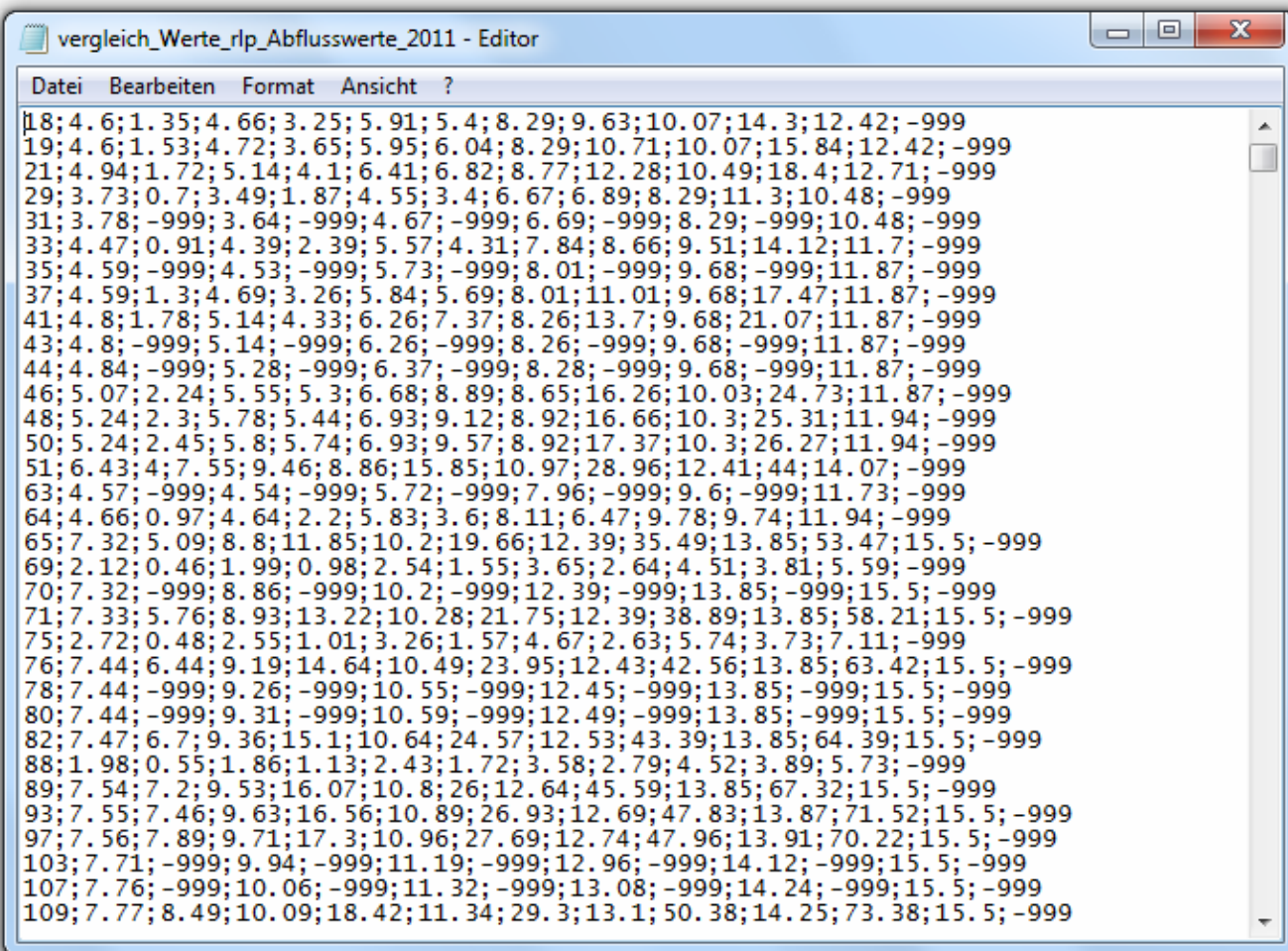


## 3. Zusammenfassung zu hqregio.dat



```
hq_regio_Stat1993_2010_2 - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
*Berechnung HQ-Jährlichkeiten basierend auf offline - Modellierung mit LARSIM
*WHM RLP für die Reihe 05/1993 - 04/2010 mit meteorologischen Messwerten (NGEM),
*TU KL FWW / Uniwasser GmbH
*
18 5
2 1.35
5 3.25
10 5.4
25 9.63
50 14.3
19 5
2 1.53
5 3.65
10 6.04
25 10.71
50 15.84
21 5
2 1.72
5 4.1
10 6.82
25 12.28
50 18.4
29 5
2 0.7
5 1.87
10 3.4
25 6.89
50 11.3
33 5
2 0.91
5 2.39
10 4.31
25 8.66
```

4. Extraktion der Einzelstatistiken
5. Vergleich verschiedener hqregio-Dateien



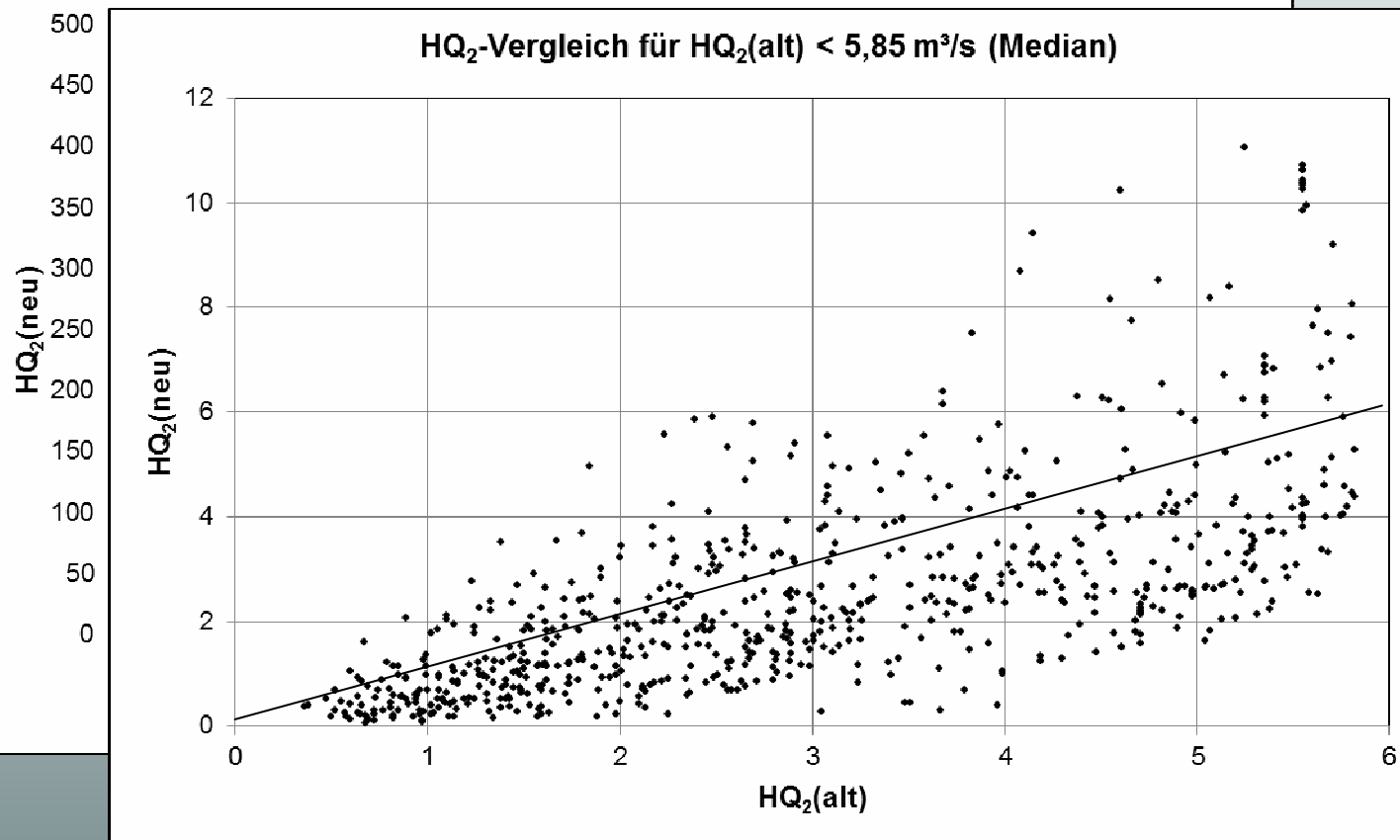
```
vergleich_Werte_rlp_Abflusswerte_2011 - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
18;4.6;1.35;4.66;3.25;5.91;5.4;8.29;9.63;10.07;14.3;12.42;-999
19;4.6;1.53;4.72;3.65;5.95;6.04;8.29;10.71;10.07;15.84;12.42;-999
21;4.94;1.72;5.14;4.1;6.41;6.82;8.77;12.28;10.49;18.4;12.71;-999
29;3.73;0.7;3.49;1.87;4.55;3.4;6.67;6.89;8.29;11.3;10.48;-999
31;3.78;-999;3.64;-999;4.67;-999;6.69;-999;8.29;-999;10.48;-999
33;4.47;0.91;4.39;2.39;5.57;4.31;7.84;8.66;9.51;14.12;11.7;-999
35;4.59;-999;4.53;-999;5.73;-999;8.01;-999;9.68;-999;11.87;-999
37;4.59;1.3;4.69;3.26;5.84;5.69;8.01;11.01;9.68;17.47;11.87;-999
41;4.8;1.78;5.14;4.33;6.26;7.37;8.26;13.7;9.68;21.07;11.87;-999
43;4.8;-999;5.14;-999;6.26;-999;8.26;-999;9.68;-999;11.87;-999
44;4.84;-999;5.28;-999;6.37;-999;8.28;-999;9.68;-999;11.87;-999
46;5.07;2.24;5.55;5.3;6.68;8.89;8.65;16.26;10.03;24.73;11.87;-999
48;5.24;2.3;5.78;5.44;6.93;9.12;8.92;16.66;10.3;25.31;11.94;-999
50;5.24;2.45;5.8;5.74;6.93;9.57;8.92;17.37;10.3;26.27;11.94;-999
51;6.43;4;7.55;9.46;8.86;15.85;10.97;28.96;12.41;44;14.07;-999
63;4.57;-999;4.54;-999;5.72;-999;7.96;-999;9.6;-999;11.73;-999
64;4.66;0.97;4.64;2.2;5.83;3.6;8.11;6.47;9.78;9.74;11.94;-999
65;7.32;5.09;8.8;11.85;10.2;19.66;12.39;35.49;13.85;53.47;15.5;-999
69;2.12;0.46;1.99;0.98;2.54;1.55;3.65;2.64;4.51;3.81;5.59;-999
70;7.32;-999;8.86;-999;10.2;-999;12.39;-999;13.85;-999;15.5;-999
71;7.33;5.76;8.93;13.22;10.28;21.75;12.39;38.89;13.85;58.21;15.5;-999
75;2.72;0.48;2.55;1.01;3.26;1.57;4.67;2.63;5.74;3.73;7.11;-999
76;7.44;6.44;9.19;14.64;10.49;23.95;12.43;42.56;13.85;63.42;15.5;-999
78;7.44;-999;9.26;-999;10.55;-999;12.45;-999;13.85;-999;15.5;-999
80;7.44;-999;9.31;-999;10.59;-999;12.49;-999;13.85;-999;15.5;-999
82;7.47;6.7;9.36;15.1;10.64;24.57;12.53;43.39;13.85;64.39;15.5;-999
88;1.98;0.55;1.86;1.13;2.43;1.72;3.58;2.79;4.52;3.89;5.73;-999
89;7.54;7.2;9.53;16.07;10.8;26;12.64;45.59;13.85;67.32;15.5;-999
93;7.55;7.46;9.63;16.56;10.89;26.93;12.69;47.83;13.87;71.52;15.5;-999
97;7.56;7.89;9.71;17.3;10.96;27.69;12.74;47.96;13.91;70.22;15.5;-999
103;7.71;-999;9.94;-999;11.19;-999;12.96;-999;14.12;-999;15.5;-999
107;7.76;-999;10.06;-999;11.32;-999;13.08;-999;14.24;-999;15.5;-999
109;7.77;8.49;10.09;18.42;11.34;29.3;13.1;50.38;14.25;73.38;15.5;-999
```



## Resultate Beispielrechnung

,neu': hq\_regio.dat aus Offline-Simulation WHM-RLP 05/1993-04/2010  
,alt': hq\_regio.dat (10.02.2009)

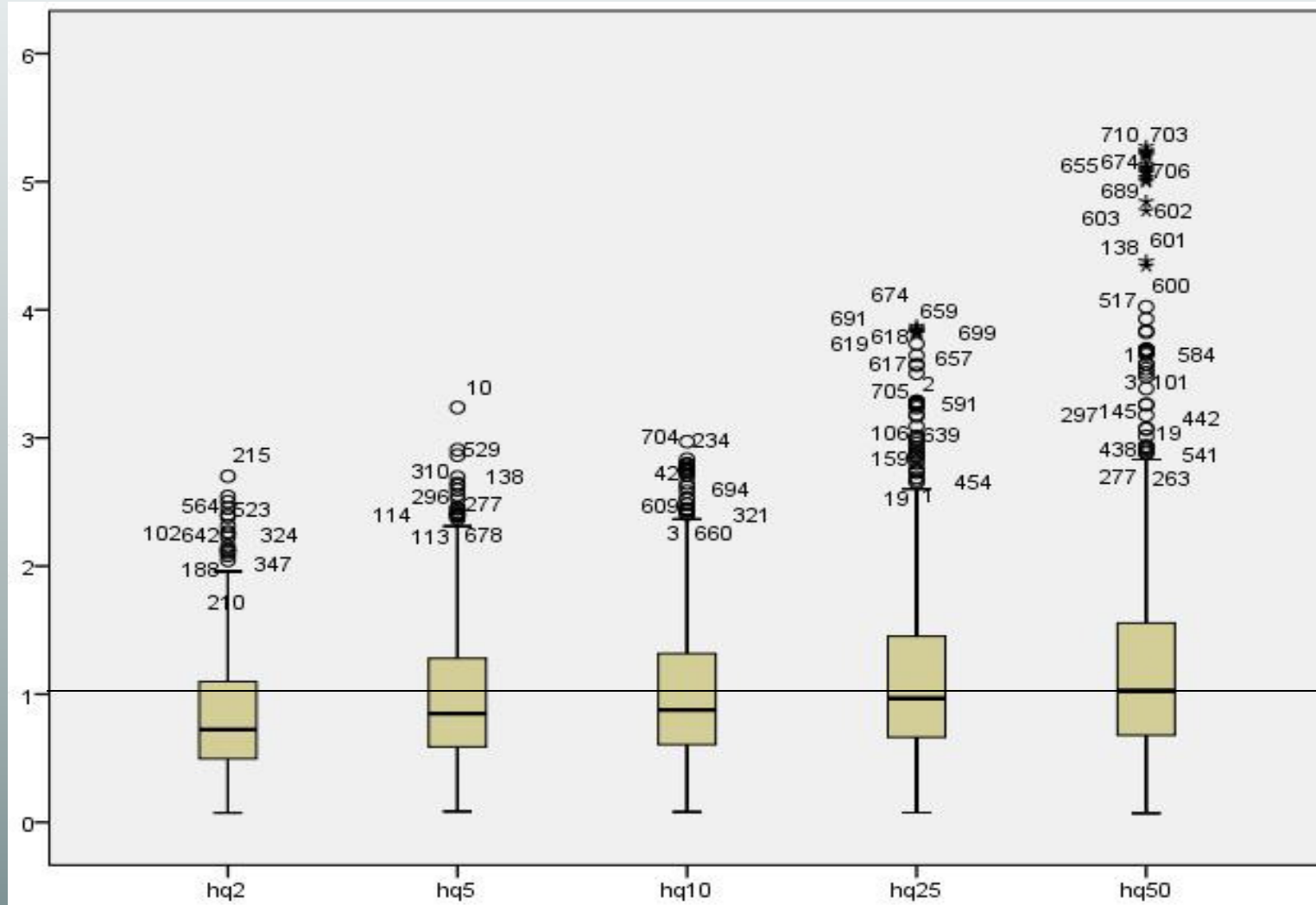
HQ<sub>2</sub>-Vergleich (gesamte Stichprobe)



## HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt)

	HQ <sub>2</sub>	HQ <sub>5</sub>	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>25</sub>	HQ <sub>50</sub>
<b>HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) gesamte Stichprobe</b>	0,86	0,99	1,04	1,12	1,20
<b>Standardabweichung HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) gesamte Stichprobe</b>	0,40	0,49	0,56	0,70	0,86
<b>HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) für HQ<sub>n</sub>(alt)&lt;Median</b>	0,83	0,98	1,02	1,15	1,29
<b>Standardabweichung HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) für HQ<sub>n</sub>(alt)&lt;Median</b>	0,48	0,55	0,60	0,74	0,97
<b>HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) für HQ<sub>n</sub>(alt)&gt;Median</b>	0,88	1,01	1,05	1,09	1,11
<b>Standardabweichung HQ<sub>n</sub>(neu)/HQ<sub>n</sub>(alt) für HQ<sub>n</sub>(alt)&gt;Median</b>	0,32	0,32	0,52	0,66	0,71

HQn(neu)/HQn(alt) für HQn(alt) < Median

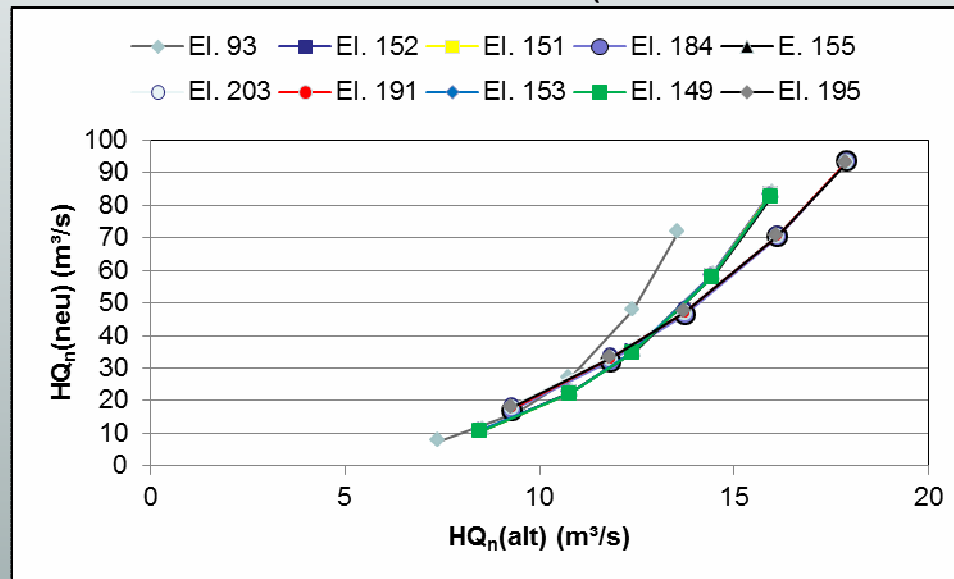


### Ursachen der Streuung

- Modellunsicherheiten
- Nachführung
- Methodik der Ableitung, v.a. Anpassung an theor. Verteilungsfunktion
- Anpassung durch Ausreißer beeinflusst
- Spezifische Abläufe der enthaltenden Einzelereignisse
- Methodik der Ableitung aus den Gebietsdaten (HQ-REGIO)

## Betrachtung von Einzelementen

Elemente mit maximalen positiven Abweichungen  
 $HQ_n(\text{neu}) / HQ_n(\text{alt})$

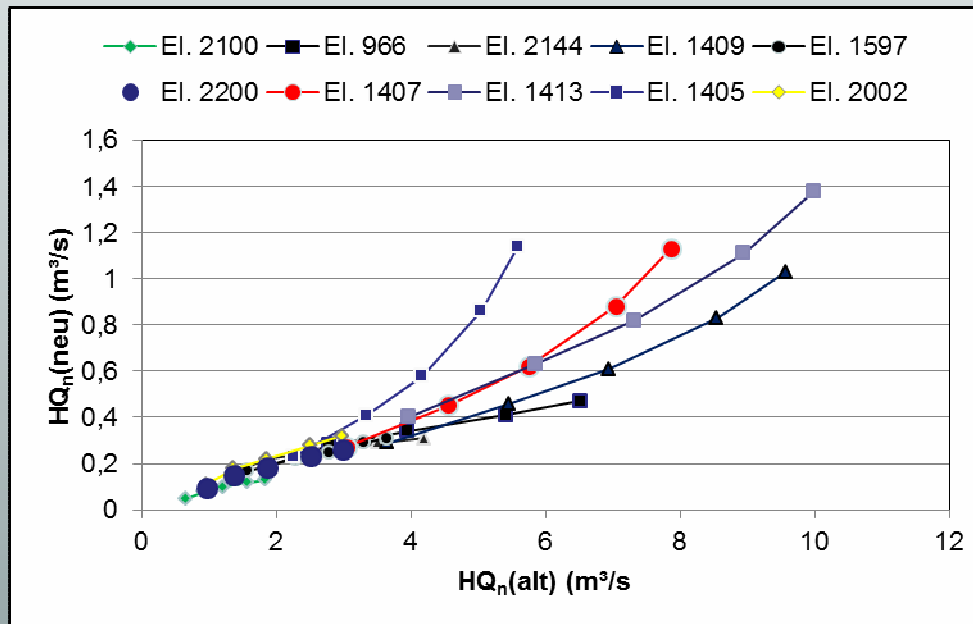


### Bobenthal/ Wieslauter (El. 152)

- keine Nachführung,
- $Q_{\text{max}}$  bei hohen Vorhersagetiefen,
- Pegel mittlerweile neugeeicht

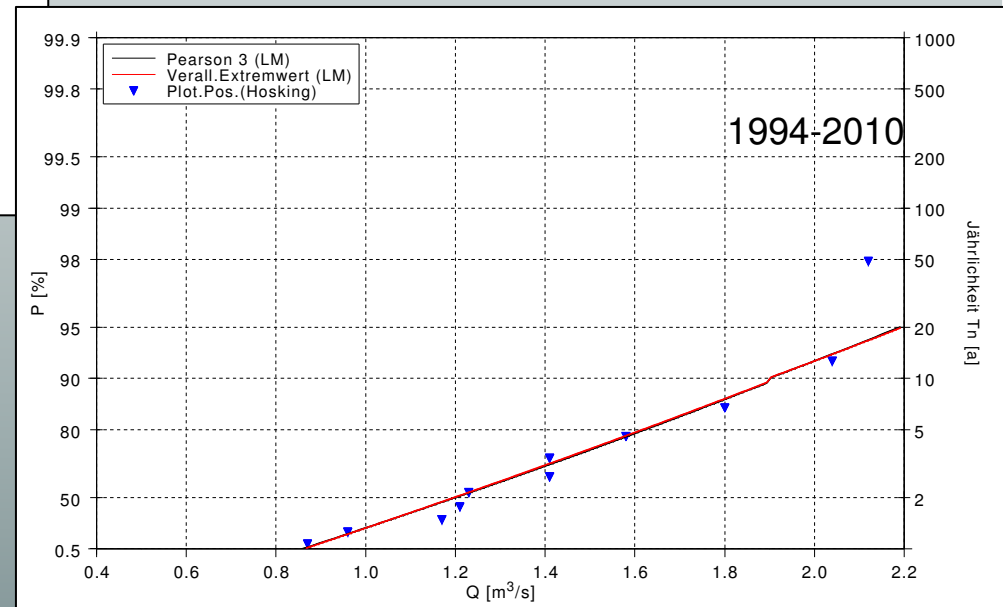
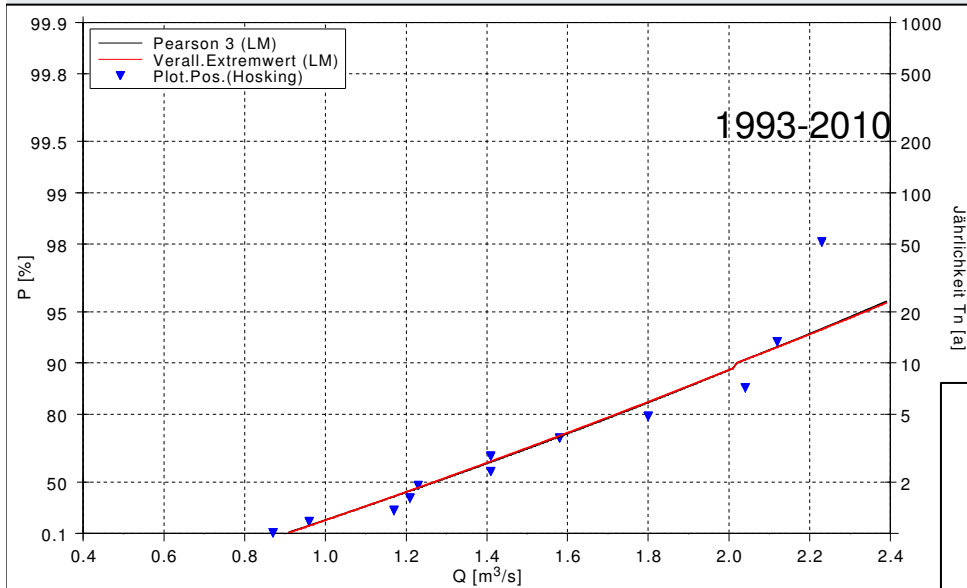
## Betrachtung von Einzelementen

Elemente mit maximalen negativen Abweichungen  
 $HQ_n(\text{neu}) / HQ_n(\text{alt})$



# Ableitung regionaler HQ-Statistiken für die Frühwarnung

## Ausreißer: Beispiel Element 1384



Berechnet durch TU KL FWW mit HyStat

### Nutzung der Ergebnisse

- Verifikation der HQ-Regio-Statistik mit dem Ziel, Fehlalarme und verpasste Ereignisse in der Frühwarnung zu minimieren
- Alternative zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeiten mit HQ-Regio
- Parallele Nutzung beider Statistiken in der Frühwarnung
- Detektion von Unsicherheiten der Abflussvorhersage auf Ebene von Elementen und Teilgebieten



### **Laufende/ geplante Arbeiten:**

- Neuberechnung auf Basis einer Offline-Simulation WHM-RLP (20 Jahre)
- Vergleich mit vorliegender HQ-Statistik
- Betrachtung von Elementen und Teilgebieten mit großen Abweichungen
- Vergleich der Häufigkeiten der Warnungen (Warnstatistik)
- Einfluss der Vorhersagetiefen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!