

# W-Q-Elbe 1890

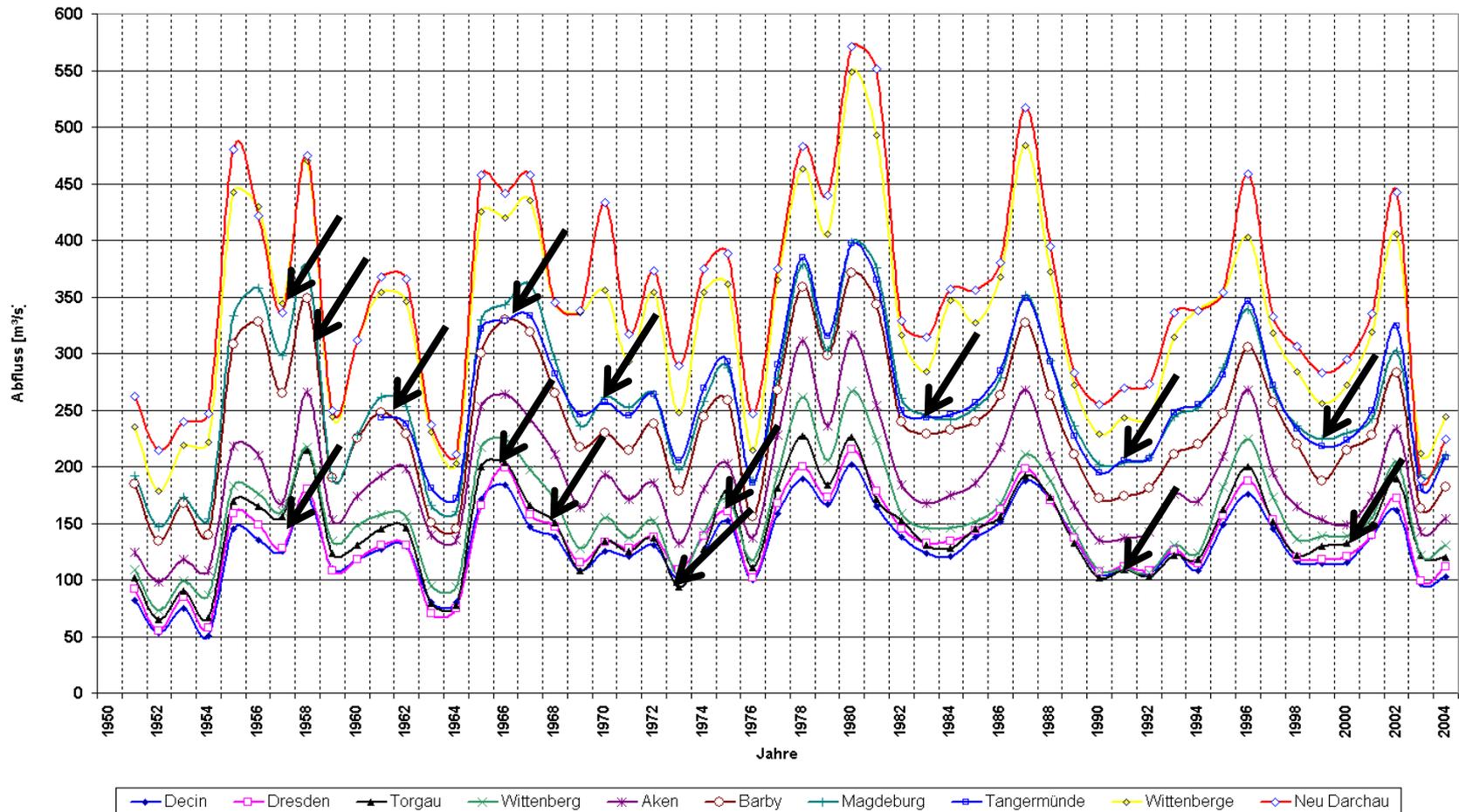
## Projekt und Ergebnisse



Jörg Uwe BELZ  
Bundesanstalt für Gewässerkunde  
August 2019

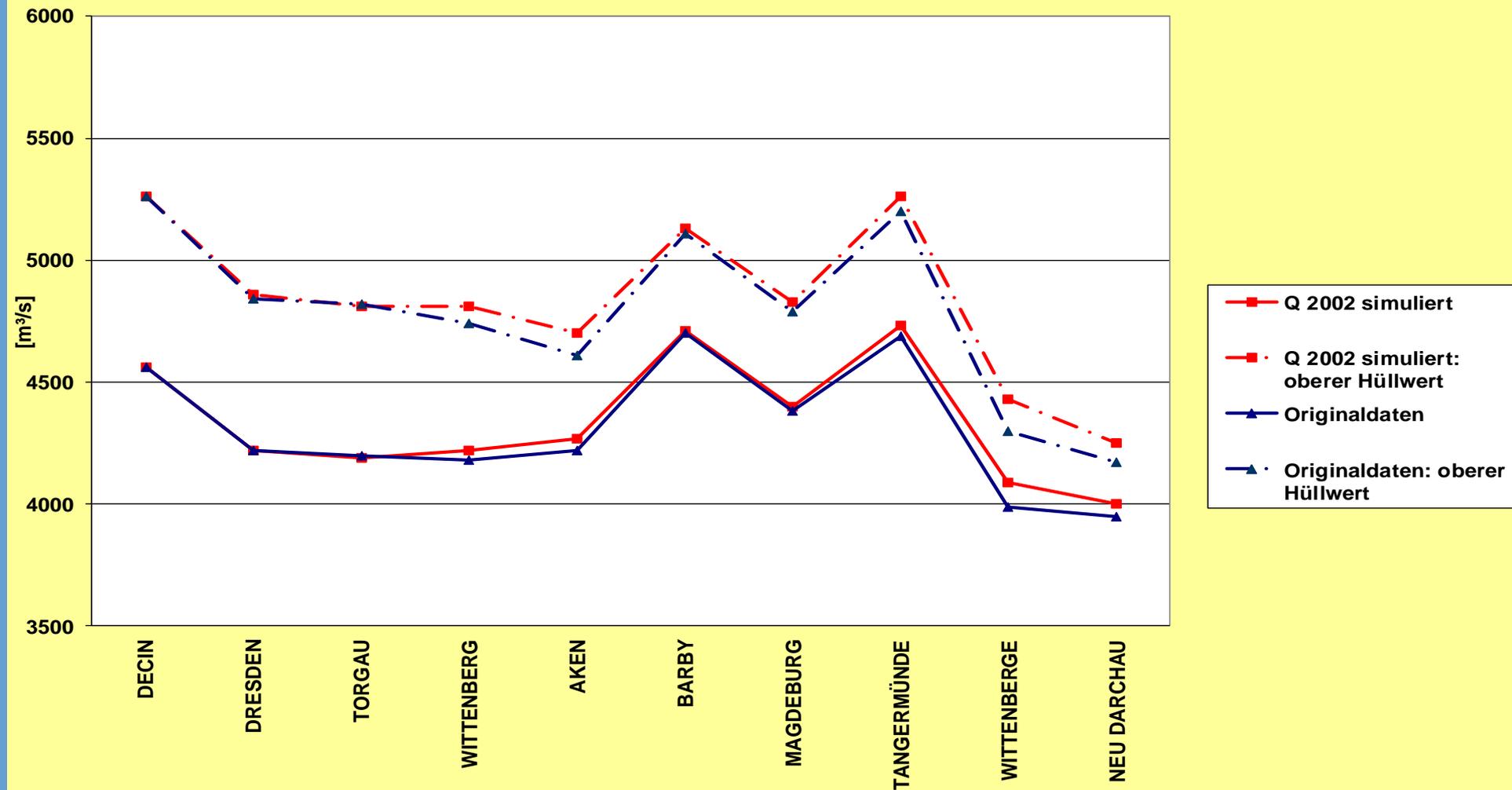
# W-Q Elbe 1890: Ausgangssituation Inkonsistenzen in den Durchflussdaten

An 20 Tagen/Jahr unterschrittene Abflüsse, ermittelt aus täglichen Werten



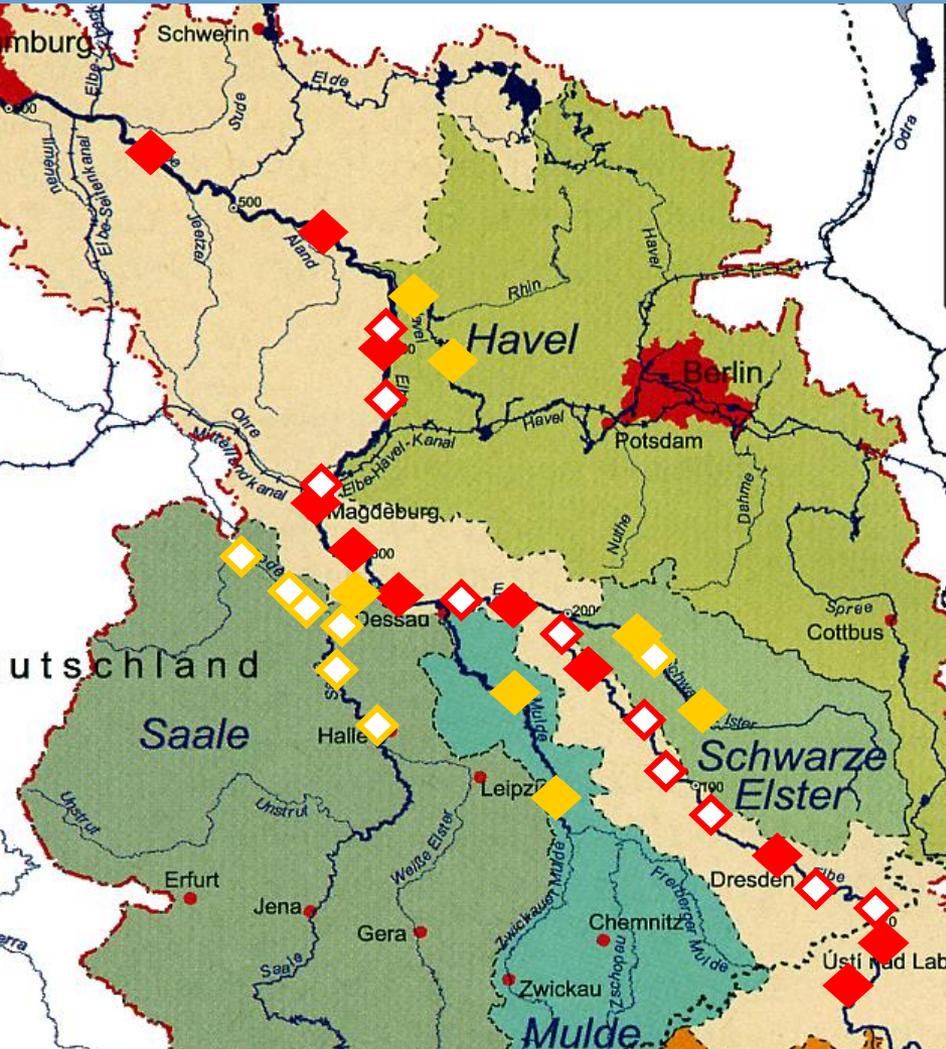
# W-Q Elbe 1890: Ausgangssituation Inkonsistenzen in den Durchflussdaten

**ELBE: Längsprofil (unmaßstäblich) für HQ100**  
Berechnungsgrundlage: Daten der Periode 1890(1892)-2006



## Gründe für Fehler und Inkonsistenzen in den Q-Reihen der Elbepegel

- **Zu wenig Durchflussmessungen (teils zu selten durchgeführt, oft aber auch in Kriegswirren oder Verwaltungsumorganisationen verloren gegangen)**
- **Aktualisierung von Abflusstafeln (zeitlich) nicht passend zur Morphodynamik**
- **Unzutreffende Extrapolationen**
- **Falsche Anwendung von Abflusstafeln (Nichtbeachtung von Gültigkeitszeiträumen)**
- **Unzutreffende Eiskorrekturen**
- **Schreibfehler, Übertragungsfehler etc.**



**Hauptziel:**  
**bilanzreine, widerspruchsfreie und vollständige Abflussreihen und ihrer Kennwerte im Längsschnitt der deutschen Elbe für die Periode 1890-2006**

**Zielpegel:**  
**Dresden, Torgau, Wittenberg/L., Aken, Barby, Magdeburg-Strombrücke, Tangermünde, Wittenberge, Neu Darchau**

-  Elbe-Pegel
-  ergänzender Elbe-Pegel
-  Nebenfluss-Pegel
-  erg. Nebenfluss-Pegel



**...die Konsolidierung eines soliden  
Datenfundaments für hydrologisches  
Arbeiten und darauf aufbauendes  
Verwaltungshandeln an der deutschen Elbe**

### Hauptziel:

...vollständige, widerspruchsfreie und  
...Abflussreihen und  
...Schnitt

### Zielpegel:

Dresden, Torgau, Wittenberge, ...  
Aken, Barby, Magdeburg-  
Strombrücke, Tangermünde,  
Wittenberge, Neu Darchau

- ◆ Elbe-Pegel
- ◆ ergänzender Elbe-Pegel
- ◆ Nebenfluss-Pegel
- ◆ erg. Nebenfluss-Pegel

- Erhebung und Zusammenführung relevanter Informationen, Zusammenarbeit mit Behörden.

- Planung der Abflussreihen/-kurven.

- R

- Bezugnahme auf  
Referenzpegel: Dresden.

- Bezug auf alle Abflussbereiche, v.a. jedoch auf HW und

- Einbeziehung der wichtigsten Nebenflusspegel.

**...2007-2015: ständige Abstimmung der Arbeitsergebnisse mit den regional tätigen GewässerkundlerInnen (WSV, Länder, Universitäten)**

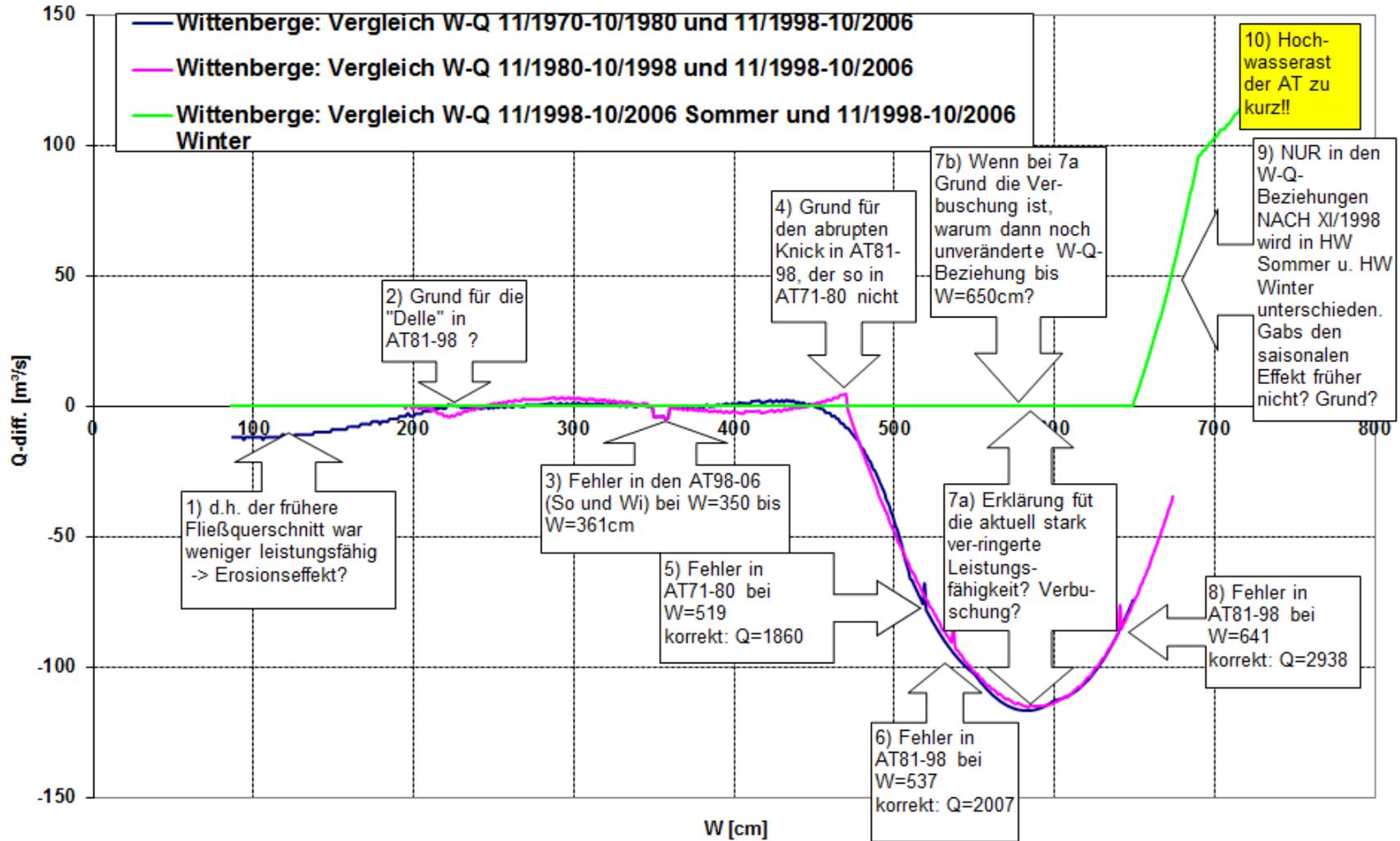
1. Ergänzung bisher verfügbarer Reihen (W, Q, Q-Messungen etc.) in Zusammenarbeit mit den Fachbehörden, aus historischen Jahrbüchern und weiteren Quellen. Digitalisierung bisher nur in analoger Form verfügbarer Daten.
2. Analyse und Plausibilisierung der vorliegenden W-Q-Kurven anhand vorliegender Abflussmessungen (mit zugehörigen W) in diagnostischen Diagrammen Q vs. W.
3. Routing von Oberliegerpegeln (mit Nebenflüssen) zum Untersuchungspegel und zwar so, dass dadurch "geroutete" Q ( $Q_{sim}$ ) mit den Abflussmessungen ( $Q_{beob}$ ) in einem Streudiagramm (Punktwolke) verglichen werden.  
Der Gedanke beim Routing (mit Modell Elba) ist, dass automatisch die Fließzeit berücksichtigt wird und dass das Modell bilanzrein rechnet.
4. Detaillierte Analyse und Rekonstruktion des Ablaufs des extremen Hochwasserereignisses Aug. 2002 durch Anwendung von Elba gemeinsam mit der Ermittlung von Retentionsvolumina infolge von Deichbrüchen.
5. Bilanzierung: wird indirekt bei 2. mitgemacht (extra nur für Jahres-MQ, HW-Füllen und monatl. MoMQ).
6. Längsschnittentwicklung zur Ableitung statistischer Kennwerte (speziell HW). Dabei wird auf die Plausibilität des räumlichen Musters geachtet.
7. Interaktive Abstimmung der Einzelanalysen unter 2.-6. im Rahmen eines schrittweise entwickelten Gesamtkonzepts.
8. Modifikation/Plausibilisierung der W-Q-Kurven bzw. ihrer Segmente  
Verschieben der gesamten Kurve
  - a) Neuberechnung aus Abflussmessungen
  - b) Rekombination von Kurventeilen aus verschiedenen Gültigkeitsperioden
  - c) Interpolation (zwischen Kurven verschiedener Gültigkeitsperioden)
  - (d) Verformung )
9. Erneuter Durchlauf der unter 2.-7. genannten Analysen mit den ggf. modifizierten Abflussreihen, um deren Plausibilität nachzuweisen.
10. Ergebnis: Die plausibilisierten Abflussreihen und –kurven zeigen eine deutlich verbesserte Übereinstimmung zu durchgeführten (direkten) Abflussmessungen. Weiterhin zeigt sich, dass die Streudiagramme deutlich schmalere Punktwolken bzw. –bänder sind. D.h. geroutete und gemessene Werte passen deutlich besser zueinander, womit (wegen Bilanzreinheit des Modells Elba) auch die Bilanz plausibler wird.

1. Ergänzung bisher verfügbarer Reihen (W, Q, Q-Messungen etc.) in Zusammenarbeit mit den Fachbehörden, aus historischen Jahrbüchern und weiteren Quellen. Digitalisierung bisher nur in analoger Form verfügbarer Daten.
2. Analyse und Plausibilisierung der vorliegenden W-Q-Kurven anhand vorliegender Abflussmessungen (mit zugehörigen W) in diagnostischen Diagrammen Q vs. W.

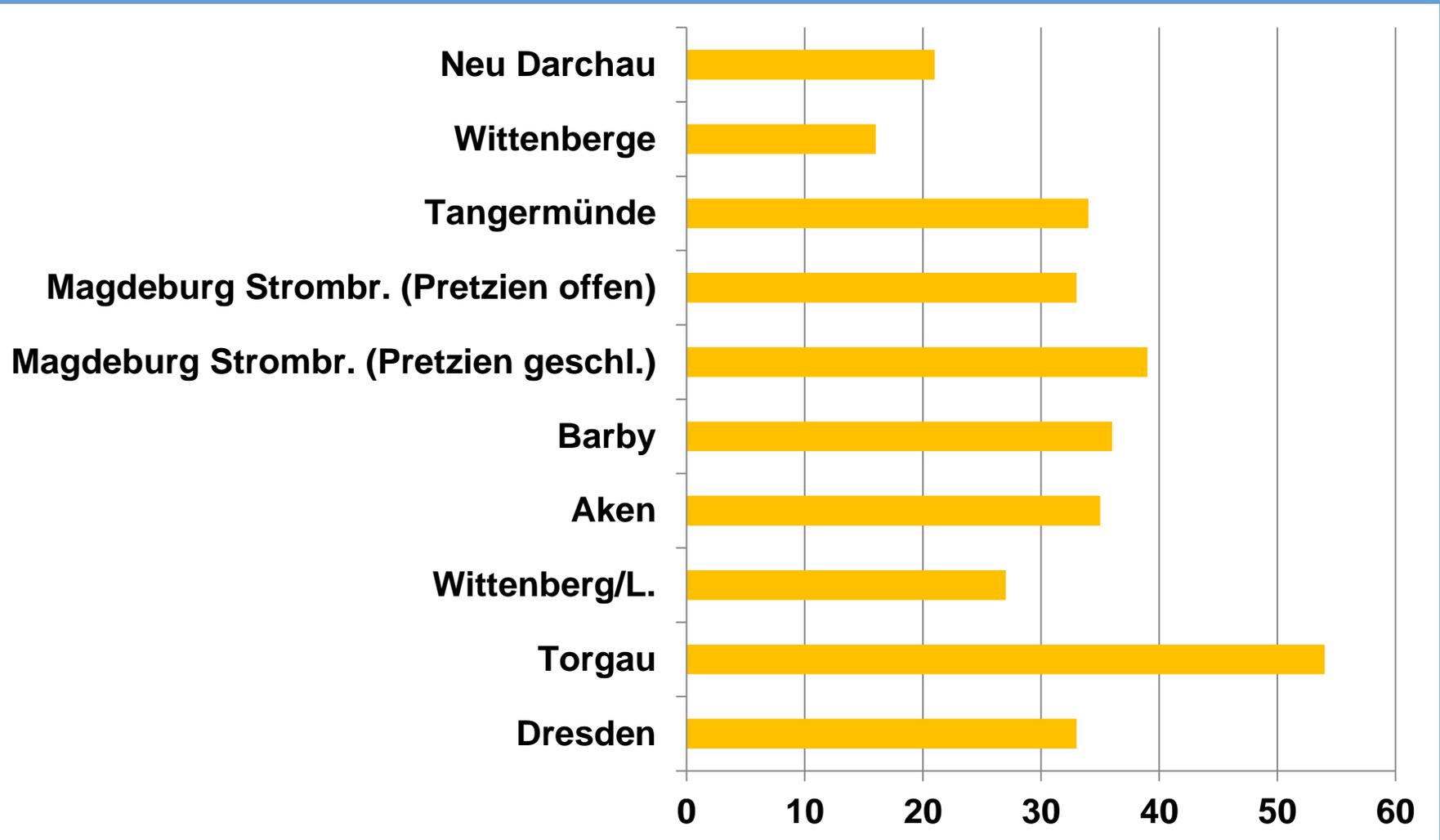
## 3. **10 Schritte / dabei wichtigste Instrumente:**

4. **■ Analyse und Plausibilisierung der vorliegenden W-Q-Kurven anhand vorliegender Abflussmessungen (mit zugehörigen W) in diagnostischen Diagrammen Q vs. W**
- 5.
6. **■ Routing (TD-Modell: Fließzeitenberücksichtigung, Bilanzreinheit) von Oberliegerpegeln (mit Nebenflüssen) zum Untersuchungspegel und zwar so, dass dadurch "geroutete" Q ( $Q_{sim}$ ) mit den Abflussmessungen ( $Q_{beob}$ ) in einem Streudiagramm (Punktwolke) verglichen werden.**
- 7.
- 8.
9. **■ Modifikation der W-Q-Kurven bzw. ihrer Segmente, erneute**
10. **Plausibilisierung**

Weiterhin zeigt sich, dass die Streudiagramme deutlich schmalere Punktwellen bzw. -bänder sind. D.h. geroutete und gemessene Werte passen deutlich besser zueinander, womit (wegen Bilanzreinheit des Modells Elba) auch die Bilanz plausibler wird.



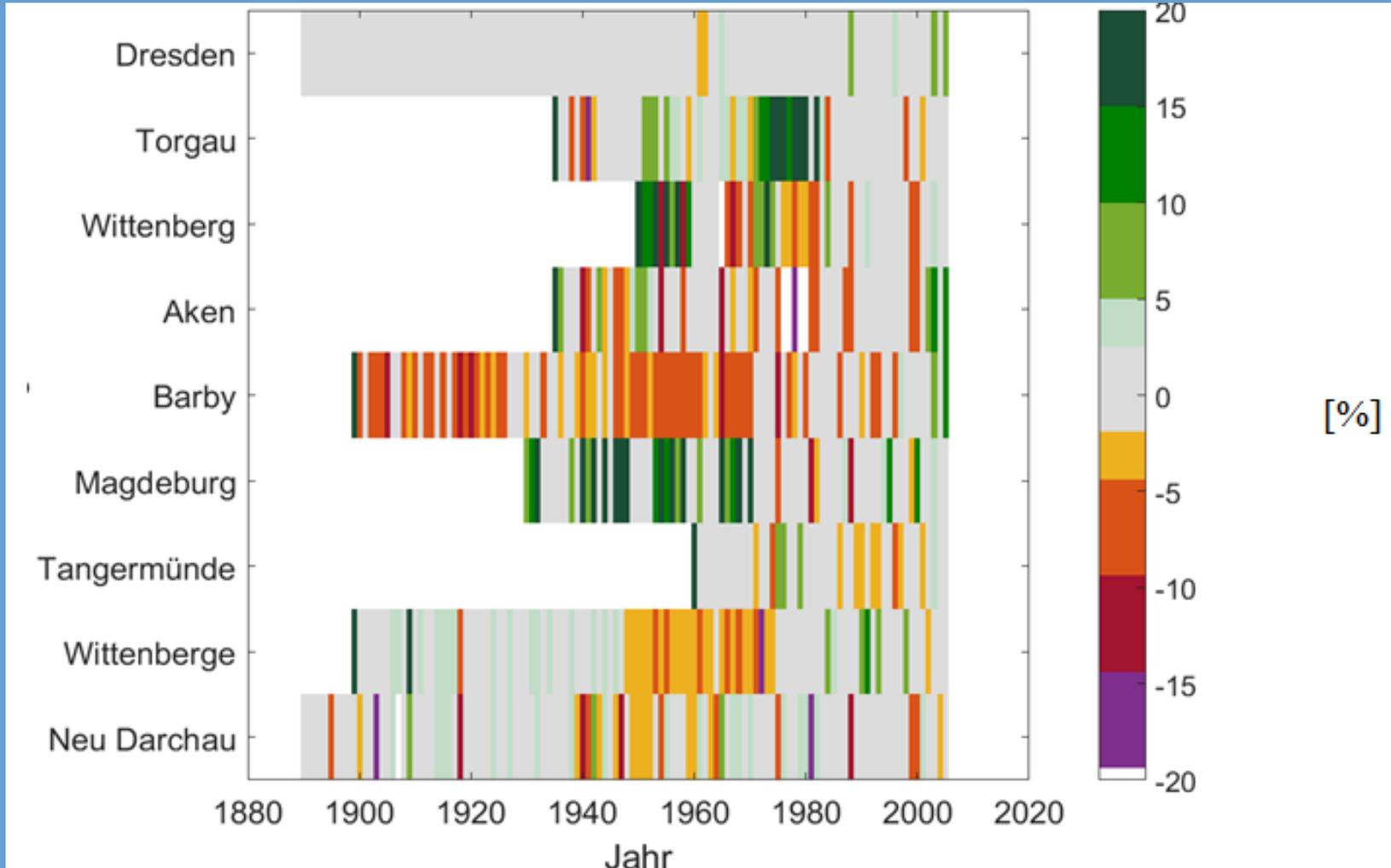
## 328 neu aufgestellte bzw. überarbeitete Abflusstafeln



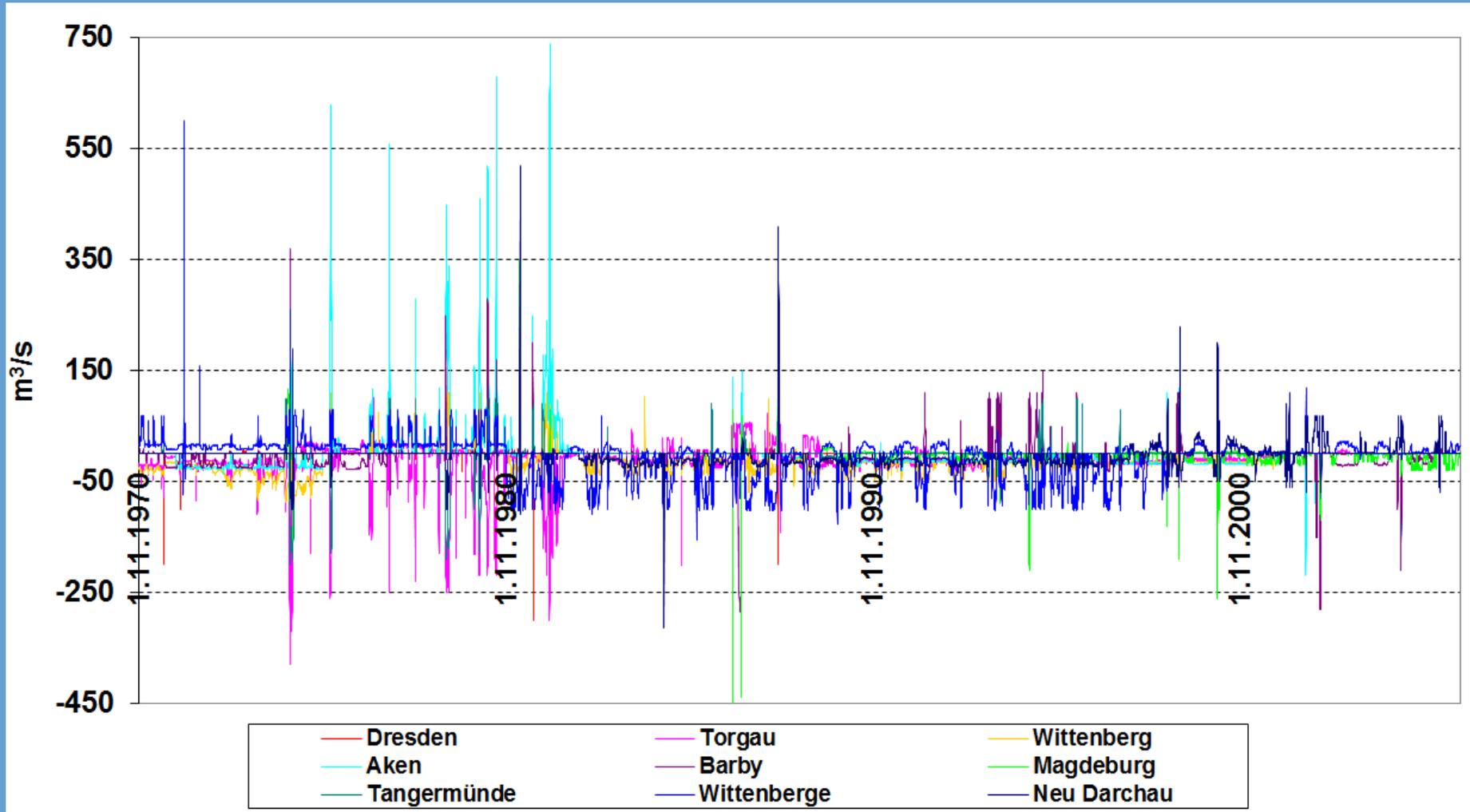
## W-Q Elbe 1890: Ergebnisse

### Elbepegel: Datenvergleich Originalreihen - korrReihen

tQ(max)(a), unterschiedliche Bezugsperioden, jährl. Abweichungen in %

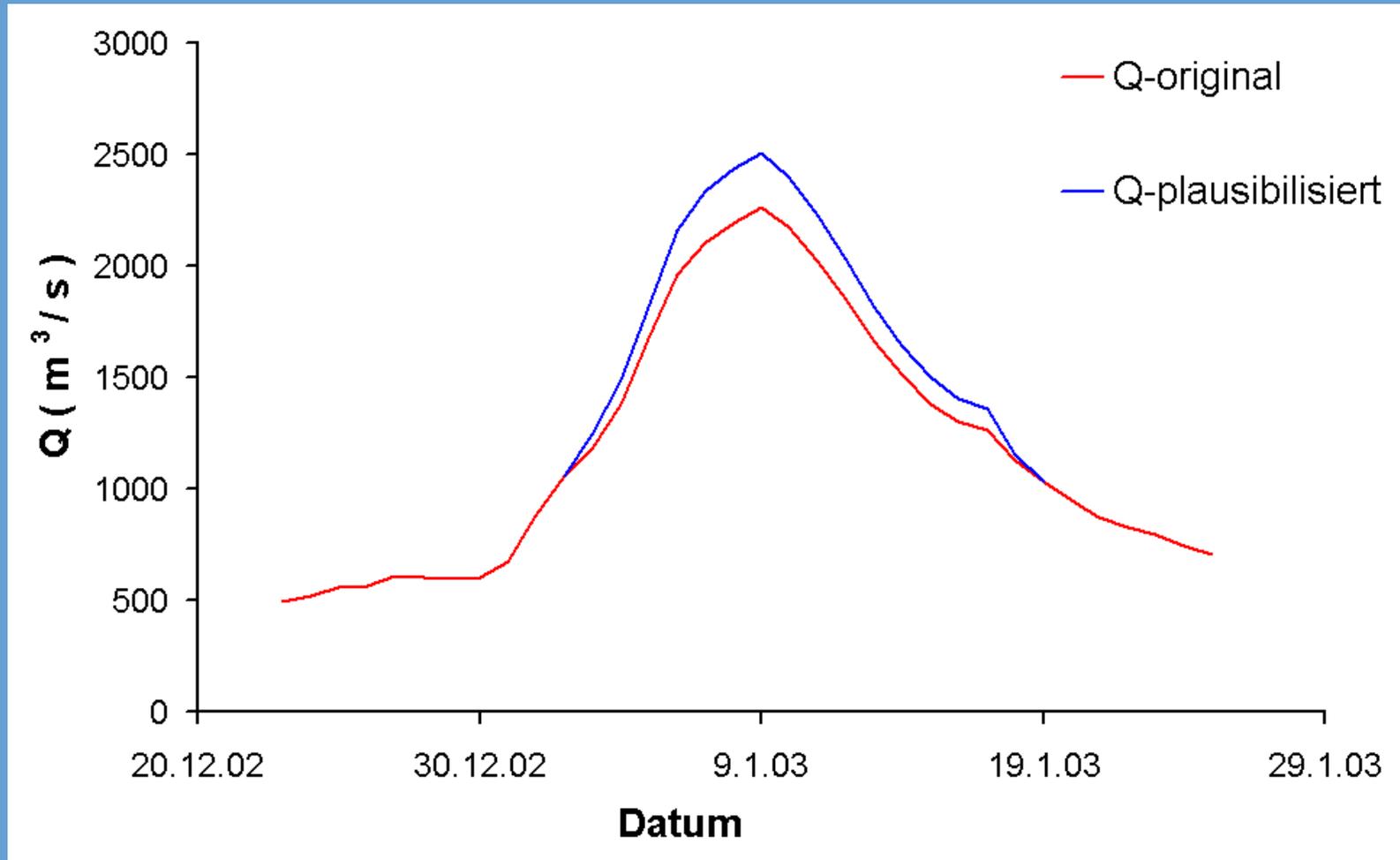


## Elbepegel: Datenvergleich Originalreihen - korrReihen Tagesmittel des Abflusses - Periode 1971-2006



# W-Q 1890: Ergebnisprüfung

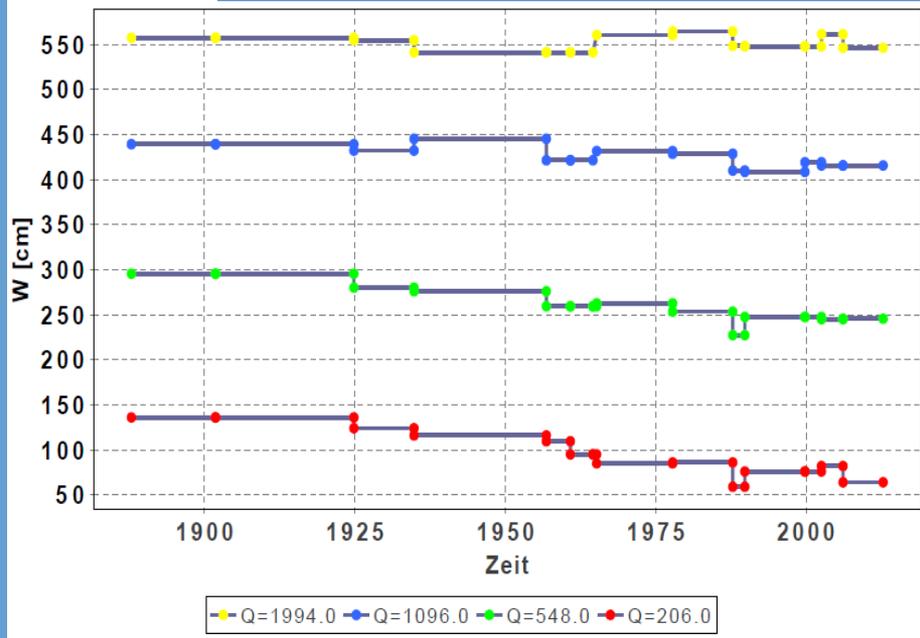
## Beispiel Aken – Januarhochwasser 2003



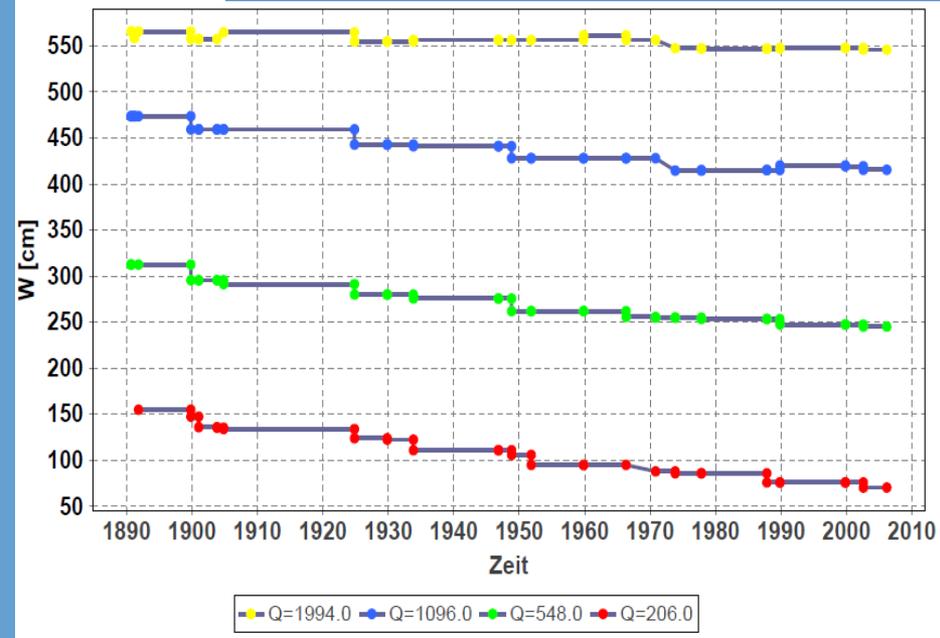
# W-Q Elbe 1890: Ergebnisse

Beispiel Barby: Qualitätskontrolle durch Epochenvergleich der kennzeichnende Durchflüsse MNQ, MQ, 2MQ, MHQ mit dem System FLYS

## ALT

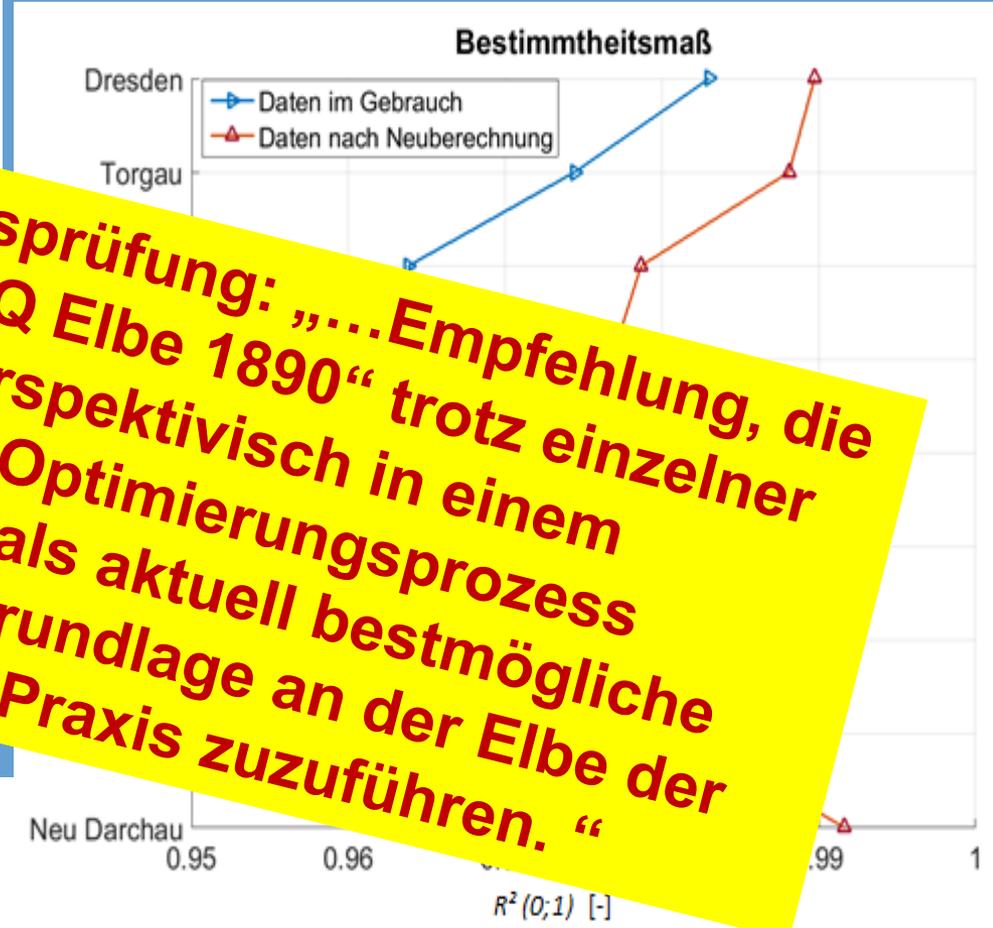
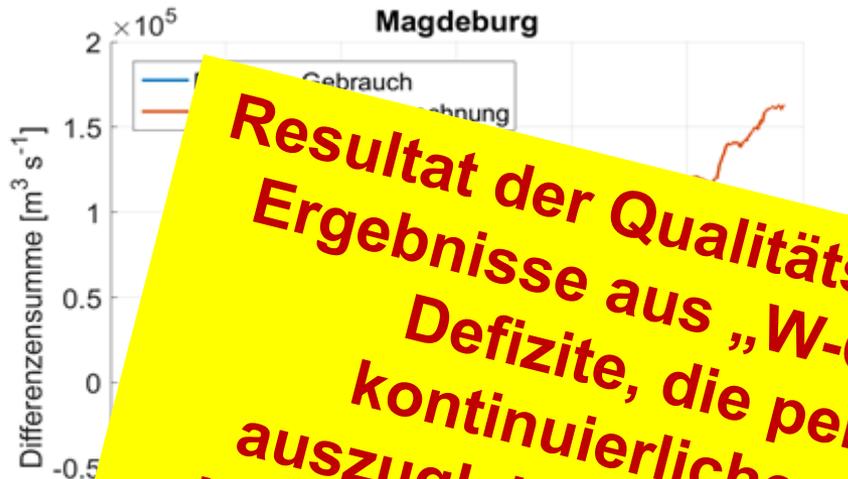


## NEU



(Berechnung/Darstellung: FLYS)

Abschließende Qualitätskontrolle in Gestalt eines BfG-Prüfberichts, abgestützt auf unterschiedliche Prüfmethoden (Beispiele)



**Resultat der Qualitätsprüfung: „...Empfehlung, die Ergebnisse aus „W-Q Elbe 1890“ trotz einzelner Defizite, die perspektivisch in einem kontinuierlichen Optimierungsprozess auszugleichen sind, als aktuell bestmögliche hydrologische Datengrundlage an der Elbe der Verwendung in der Praxis zuzuführen.“**

Summenlinien der Abweichung zum Oberliegerpegel

Bestimmtheitsmaße der Werte des Zielpegels zu Ober- und Unterliegerpegel.

- Bis in die erste Dekade des 20. Jh. hinein bestand an den gewässerkundlich wesentlichen Elbepegeln eine teils inkonstistente, teils unvollständige Datenlage Q
- Das BfG-Projekt W-Q Elbe 1890 hatte deshalb zum Ziel, für die Pegel Dresden, Torgau, Wittenberg/L., Aken, Barby, Magdeburg-Strombrücke, Tangermünde, Wittenberge und Neu Darchau ein solides Datenfundament für hydrologisches Arbeiten und darauf aufbauendes Verwaltungshandeln an der deutschen Elbe zu gewährleisten (Bezugsperiode 1890-2006)
- Die auftragnehmerseitig (KIT) vorgelegten Ergebnisse bestehen aus 328 neuen Abflusskurven bzw. -tafeln mit entsprechenden tQ-Reihen. Sie wurden durch die BfG während und nach Abschluss des Projekts umfangreich qualitätsgeprüft und mit den regionalen ExpertInnen abgestimmt
- Die abschließende Qualitätsprüfung kam dabei im Resultat zu der Empfehlung, die Ergebnisse aus „W-Q Elbe 1890“ trotz einzelner Defizite, die perspektivisch in einem kontinuierlichen Optimierungsprozess auszugleichen sind, als aktuell bestmögliche hydrologische Datengrundlage an der Elbe der Verwendung in der Praxis zuzuführen (im Jahre 2018 entsprechende Voten von WSV und FGg)
- Die Verwendung der Datenbasis aus W-Q Elbe 1890 führt bei der Hochwasserstatistik zur Berechnung von tendenziell niedrigeren HQ(T), als es bei Zugrundelegung der bisher genutzten Originaldaten der Fall wäre.

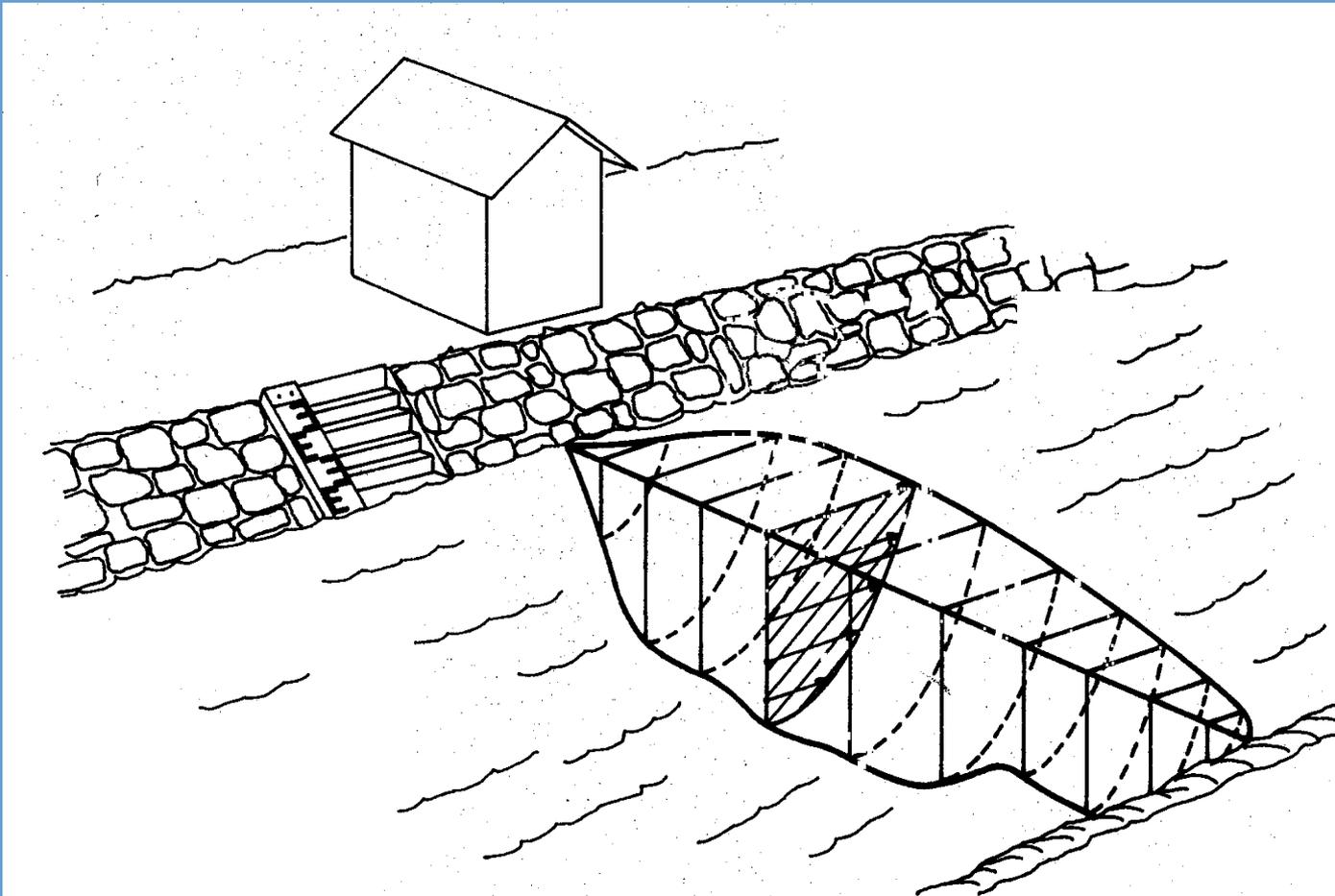
# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Jörg Uwe Belz**  
Bundesanstalt für Gewässerkunde – Ref. M1



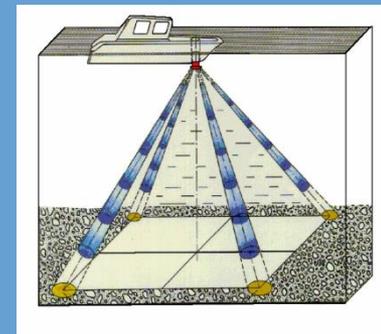
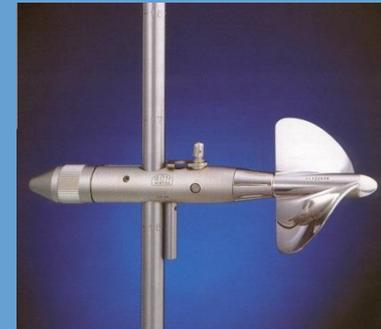
# Exkurs: Die W-Q-Beziehung ( $\Rightarrow$ Abfluss- bzw. Durchflusskurven, Schlüsselkurven)

$$Q = F \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$



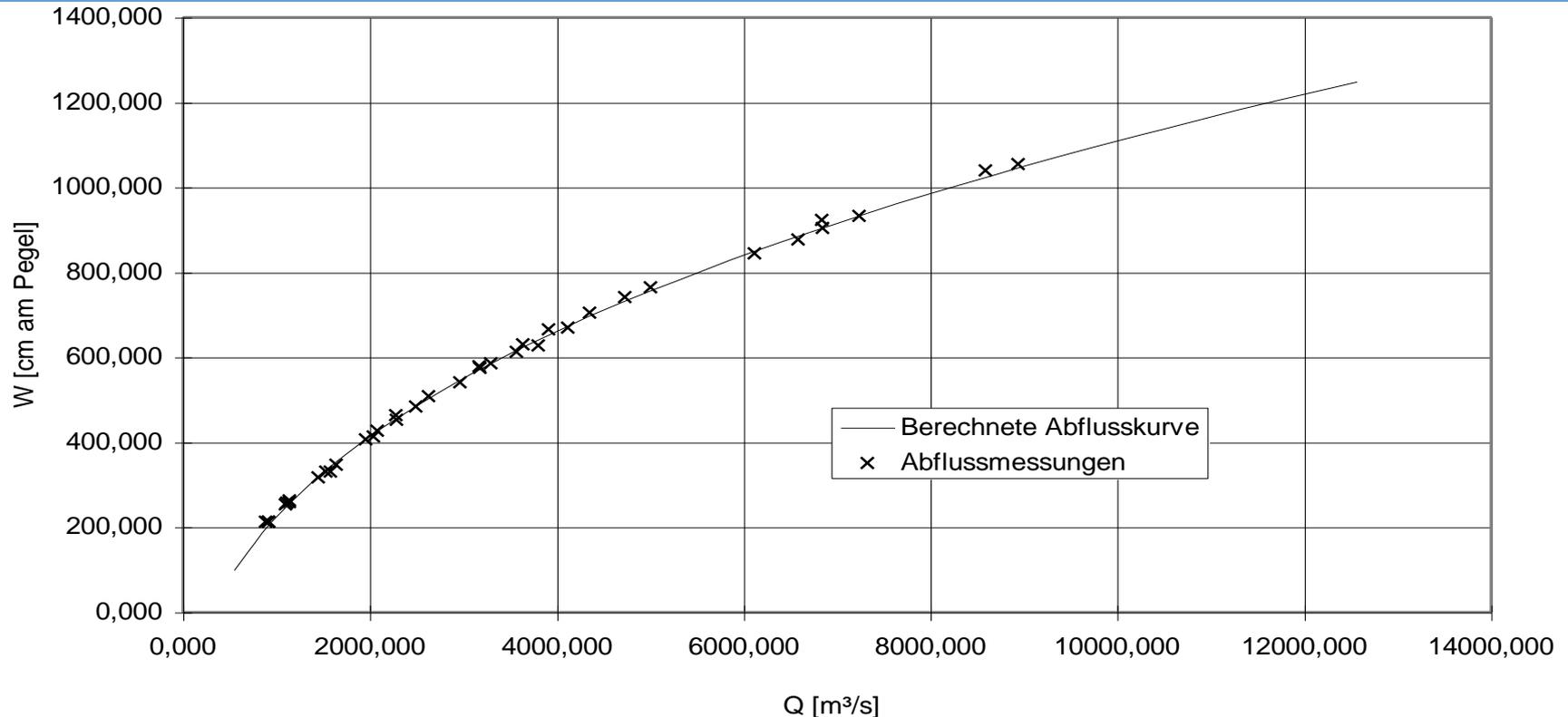
Q:

**Personal- und  
zeitaufwändige  
Messverfahren**



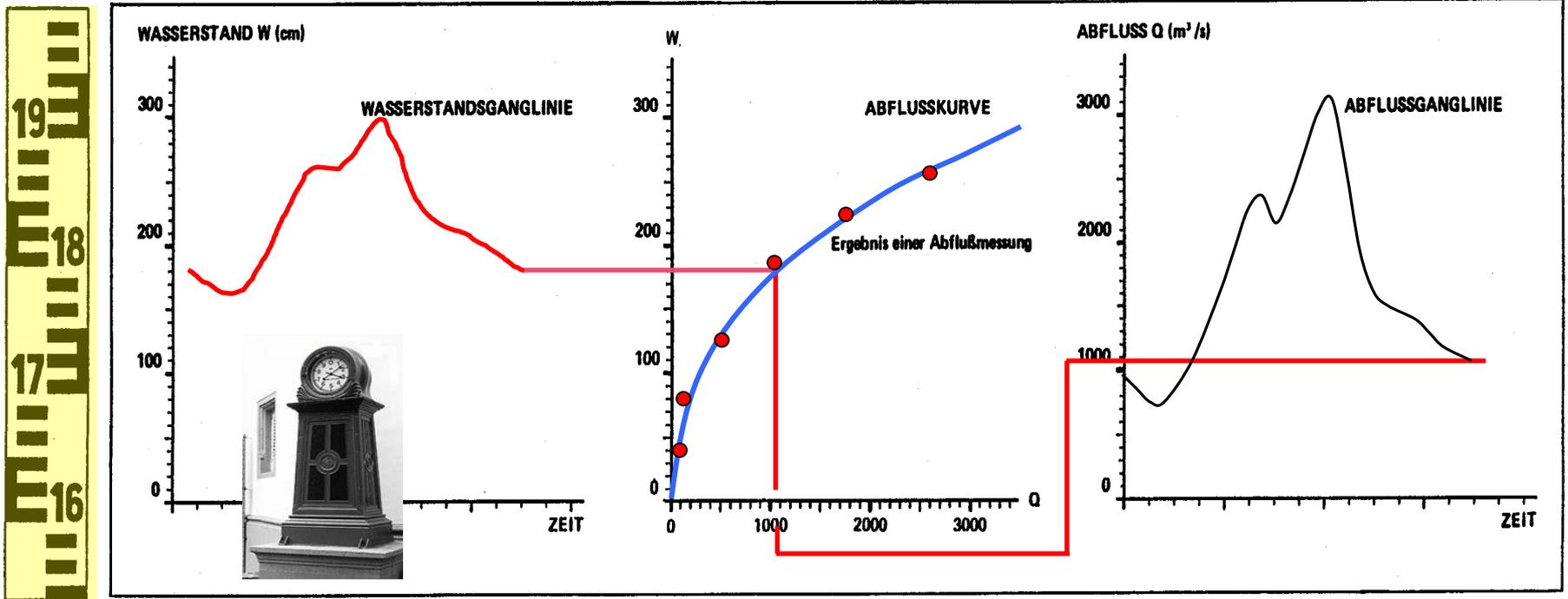
# Exkurs: Die W-Q-Beziehung ( $\Rightarrow$ Abfluss- bzw. Durchflusskurven, Schlüsselkurven)

$$W = f(Q)$$



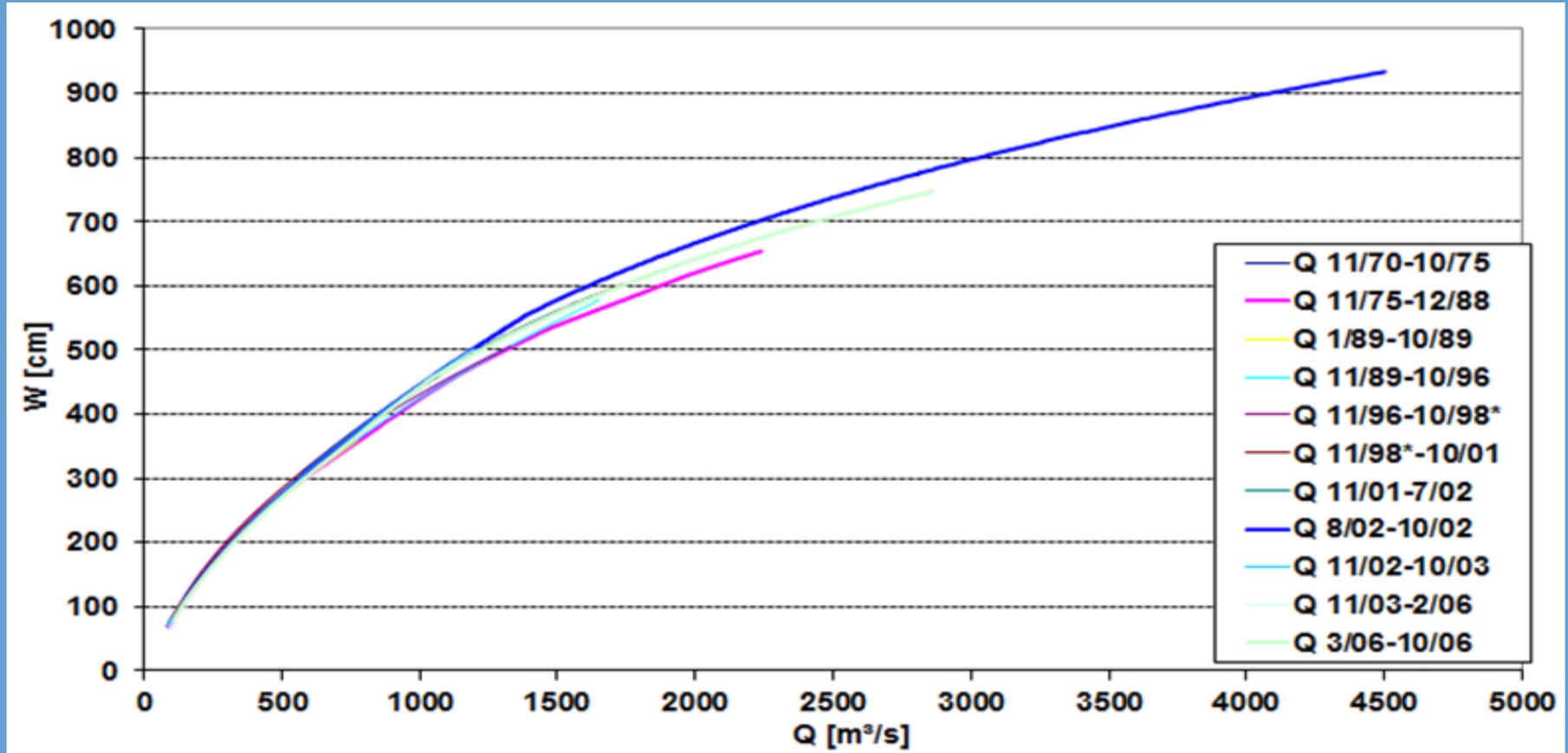
**Durchflusskurve (=Abflusskurve, Schlüsselkurve)  
Ausgleichsfunktion zu den vorgenommenen Q-Messungen bei definierten W**

# Exkurs: Die W-Q-Beziehung ( $\Rightarrow$ Abfluss- bzw. Durchflusskurven, Schlüsselkurven)



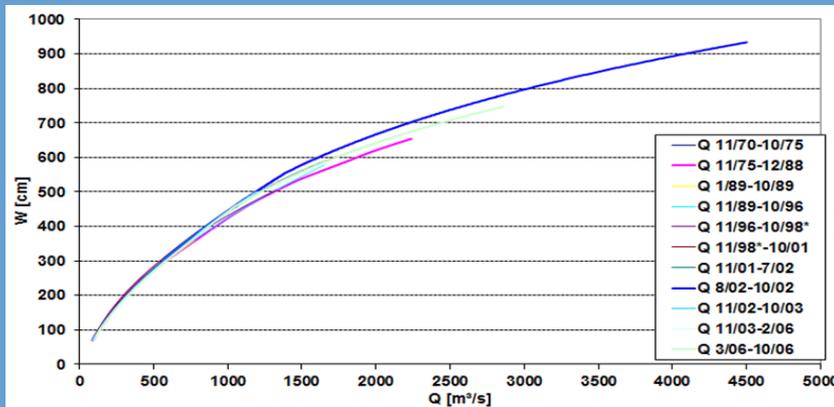
## Kontinuierliche Abflussermittlung

# Exkurs: Die W-Q-Beziehung ( $\Rightarrow$ Abfluss- bzw. Durchflusskurven, Schlüsselkurven)



**Abflusskurve : Regelmäßige Überprüfung notwendig; ggf. Aktualisierung**

# Exkurs: Die W-Q-Beziehung ( $\Rightarrow$ Abfluss- bzw. Durchflusskurven, Schlüsselkurven)



| <b>Abflusstafel</b>     |                                     | Gewässer: | RHEIN            | PNP     | 51,47 |     |     |     |     |     |  |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------|------------------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Messstelle:             | ANDERNACH (W)                       | Brohl (Q) | Messstellen-Nr.: | 2710040 |       |     |     |     |     |     |  |
| Abflusstafel gültig ab: |                                     |           |                  |         |       |     |     |     |     |     |  |
| Aufgestellt:            | WSD Südwest                         | am        | AEO              | 139549  |       |     |     |     |     |     |  |
| Bemerkung:              | ab 1009 m <sup>3</sup> extrapoliert |           | Fluß km          | 613,8   |       |     |     |     |     |     |  |
| W                       | Abfluss [m <sup>3</sup> /s]         |           |                  |         |       |     |     |     |     |     |  |
|                         | 0                                   | 1         | 2                | 3       | 4     | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |  |
| 0                       | 515                                 | 518       | 521              | 524     | 527   | 530 | 533 | 537 | 540 | 543 |  |
| 10                      | 546                                 | 549       | 552              | 556     | 559   | 562 | 565 | 568 | 572 | 575 |  |
| 20                      | 578                                 | 581       | 584              | 588     | 591   | 594 | 598 | 601 | 604 | 607 |  |
| 30                      | 611                                 | 614       | 617              | 621     | 624   | 627 | 631 | 634 | 638 | 641 |  |
| 40                      | 644                                 | 648       | 651              | 655     | 658   | 662 | 665 | 669 | 672 | 676 |  |
| 50                      | 679                                 | 683       | 686              | 690     | 694   | 697 | 701 | 705 | 708 | 712 |  |
| 60                      | 716                                 | 719       | 723              | 727     | 730   | 734 | 738 | 742 | 746 | 749 |  |
| 70                      | 753                                 | 757       | 761              | 765     | 769   | 773 | 777 | 781 | 785 | 789 |  |
| 80                      | 793                                 | 797       | 801              | 805     | 809   | 813 | 817 | 821 | 826 | 830 |  |
| 90                      | 834                                 | 838       | 842              | 847     | 851   | 855 | 860 | 864 | 868 | 873 |  |
| 100                     | 877                                 | 881       | 886              | 890     | 895   | 899 | 904 | 908 | 913 | 917 |  |

## Tabellarische Umsetzung der graphischen Abflusskurve in eine Abflusstafel

# W-Q Elbe 1890: Ergebnisse im Hinblick auf die HQ-Homogenisierung

## Niedrigere HQ(a) im Vergleich zu den Originaldaten (Beispiel Wittenberge)

