



UNIVERSITÄT KARLSRUHE (TH)

INSTITUT FÜR WASSER UND GEWÄSSERENTWICKLUNG

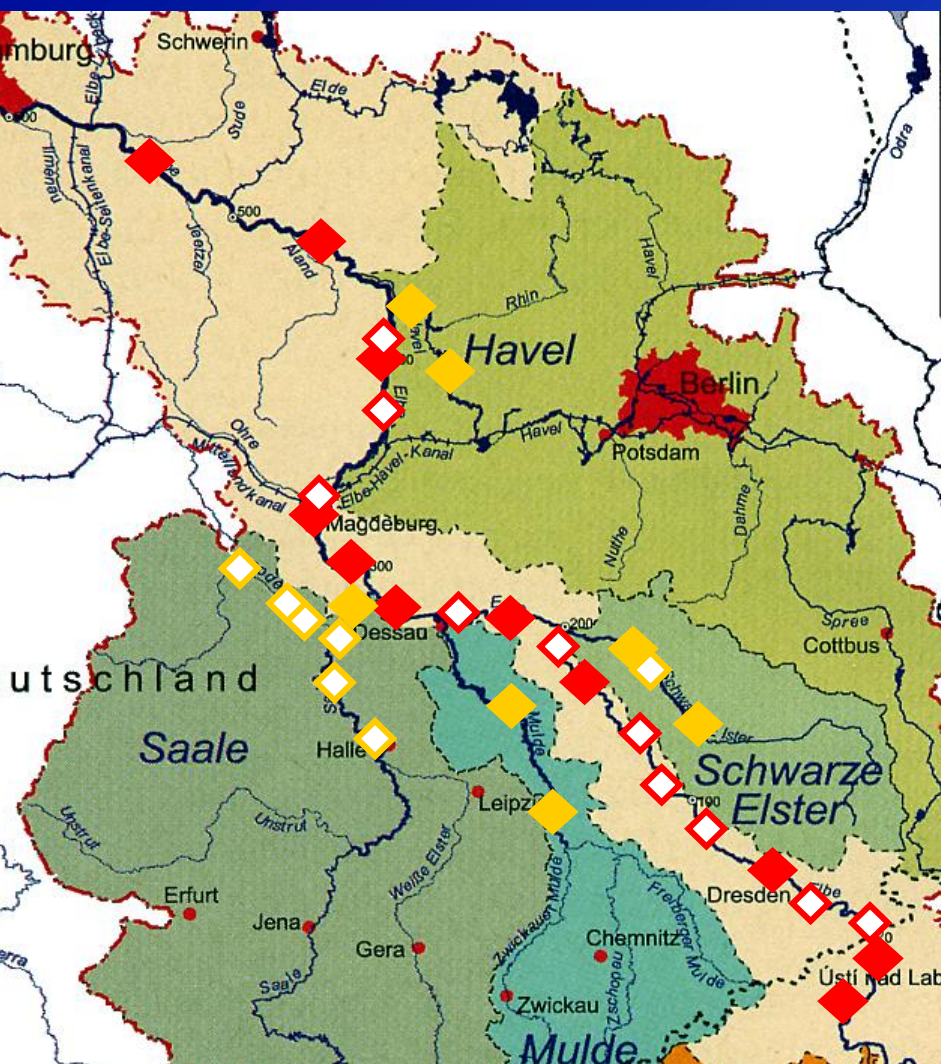
Bereich Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Franz Nestmann



Überarbeitung der Abflussreihen und -tafeln für die Elbe (Zeitraum 1890-2006)

Bereich Torgau - Dresden

M. Helms, R. Mikovec, J. Ihringer



Grundlagen für Bemessungs-HW und GLW:

- langfristig konsistente Abflussreihen.
- Nutzung zutreffender und hinreichend häufig aktualisierter Abflusskurven.

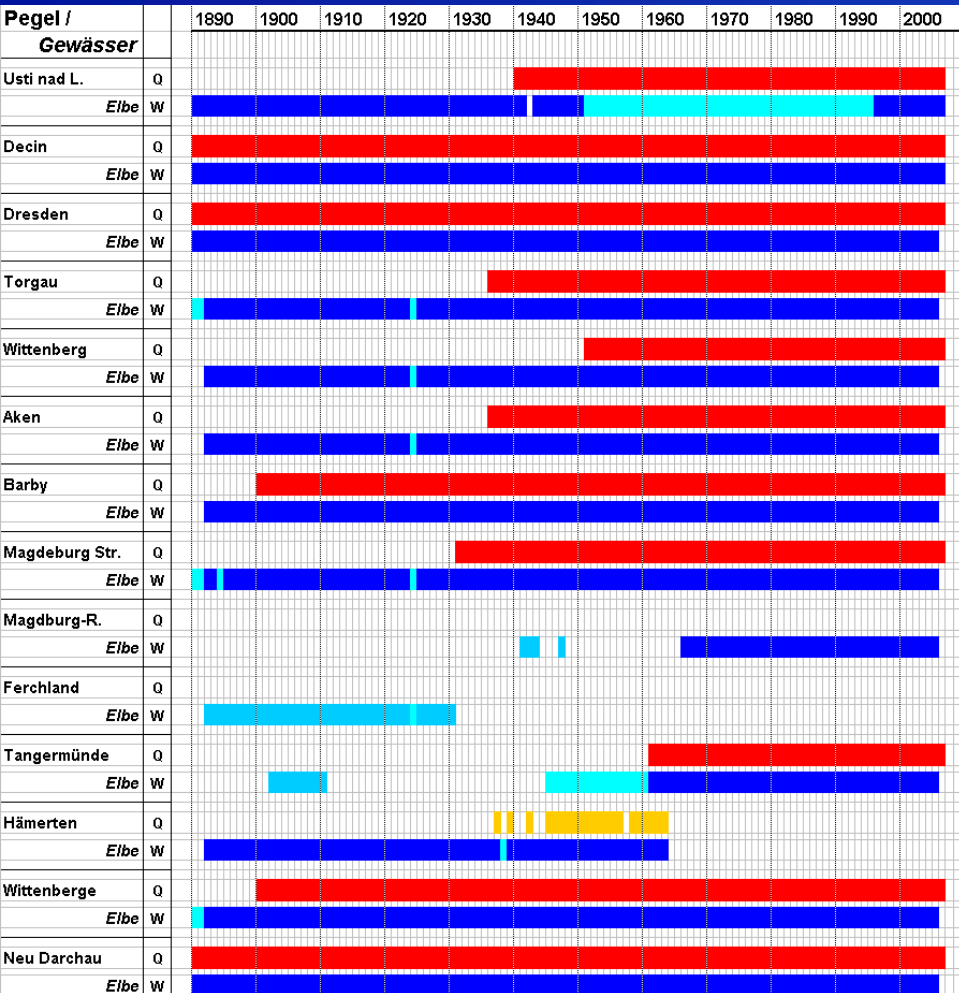
An der Elbe erforderlich:

- Erhebung und Zusammenführung relevanter Informationen. Zusammenarbeit mit Behörden.
- Plausibilisierung vorhandener Abflussreihen/-kurven.
- Rekonstruktion fehlender Abflussreihen/-kurven.
- Bezug auf alle deutschen Elbepegel. Zuverlässigster Referenzpegel: Dresden.
- Bezug auf alle Abflussbereiche, v.a. jedoch auf HW- und NW-Bereiche.
- Einbeziehung der wichtigsten Nebenflusspegel.

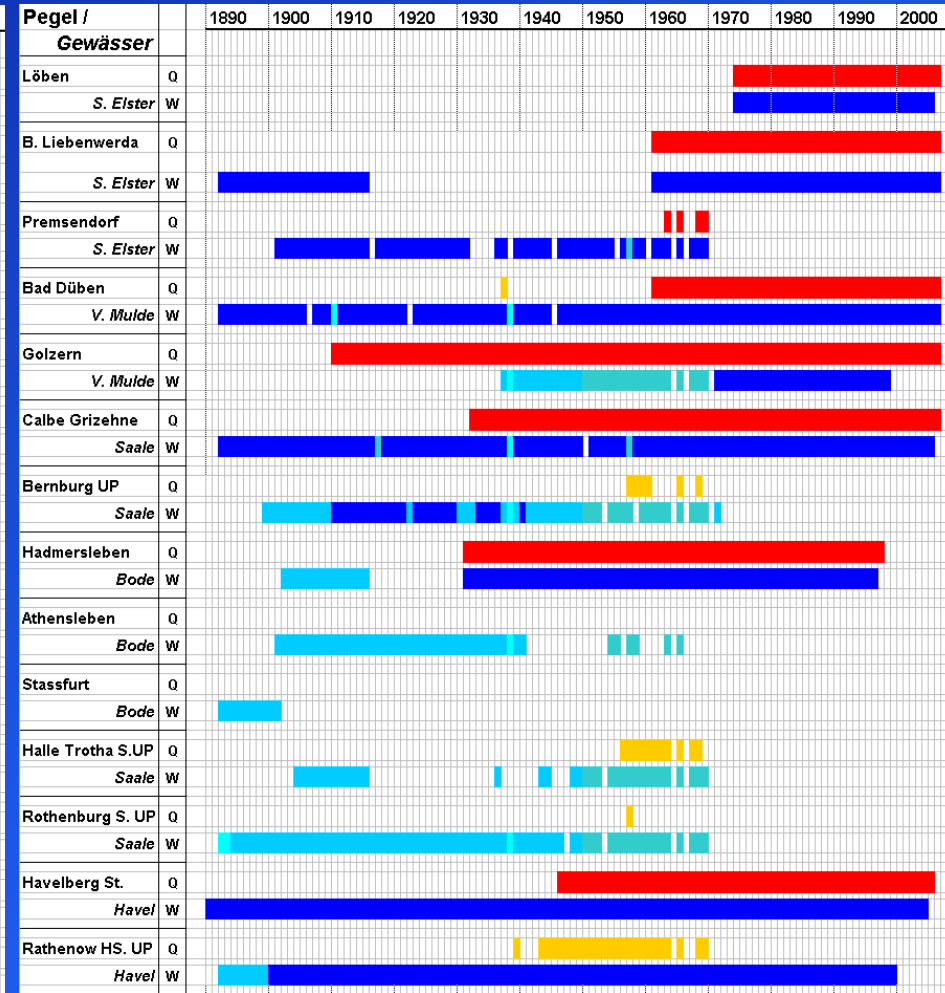
Ziele des Projekts:

- bilanzreine, widerspruchsfreie Abflussreihen und Kennwerte im Längsschnitt der Elbe im dt. Bereich;
- Homogenisierung der Abflussreihen dt. Elbepegel unter Annahme standfester Deiche.
- geeignete Lösungsmethode.

Elbepegel



Nebenflusspegel



Q-Reihe
dig. verfügbar



Q-Reihe
analog verfügbar



W-Reihe
dig. verfügbar



W-Reihe
analog verfügbar

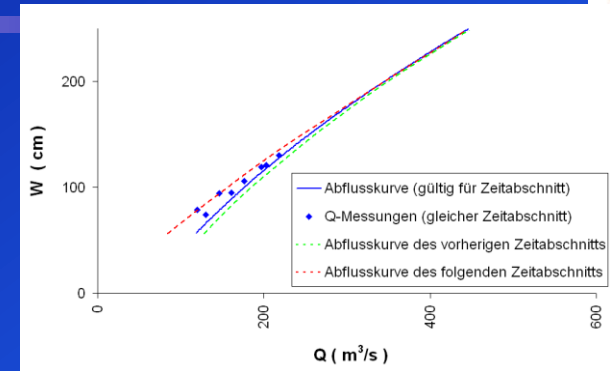


W-Reihe vermutl.
analog verfügbar

Methodik

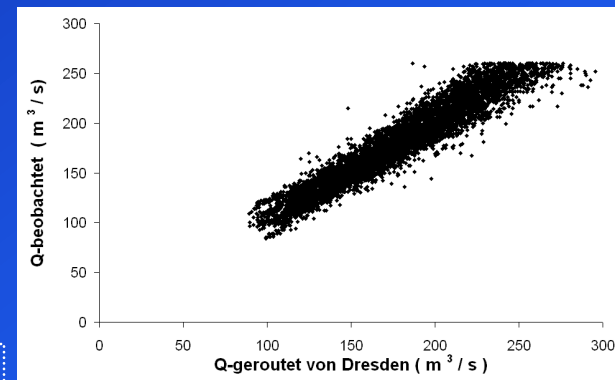
Diagnostische WQ-Diagramme:

- **Abflusskurven** eines Gültigkeitszeitraums (GZR) mit denen aus vorherigem und folgendem GZR
- Wertepaar der **W- und Q-Reihen** im GZR
- **Q-Messungen** mit entspr. W des GZR



Ganglinienrouting (ELBA) mit Diagnose:

- **Routing** von Elbe-/Nebenflussreihen zu unterl. Elbepegeln
- **Diagnose:** Streudiagramme: beob. Q vs. sim. Q
Differenzganglinien: (beob. Q – sim. Q) vs. Zeit
- **Bereiche:** gesamt, $\leq 2\text{MNQ}$, $2\text{MNQ} - \text{MHQ}$, $\geq \text{MHQ}$
- ggf. Einbeziehung spezif. Retentionsvolumina (z.B. Aug. 2002)



Streudiagr.:
beob. Q vs.
sim. Q

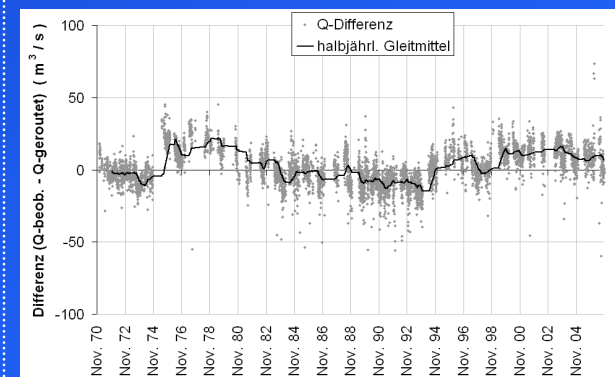
Bilanzierung unter benachbarten Pegelgruppen

- Bezug auf MoMQ und Füllen von (HW-)Ereignissen

Längsschnittentw. für statist. HW-Kennwerte

Modifikation von Abflusskurven u. ihrer Segmente

- Verschiebung, Rekombination, Anpassung an Q-Messungen, Interpolation, (Verformung)

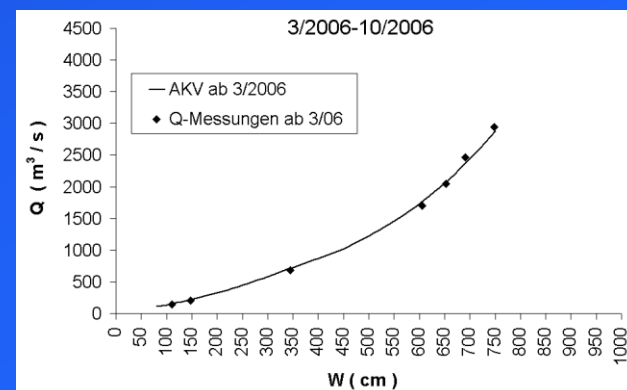
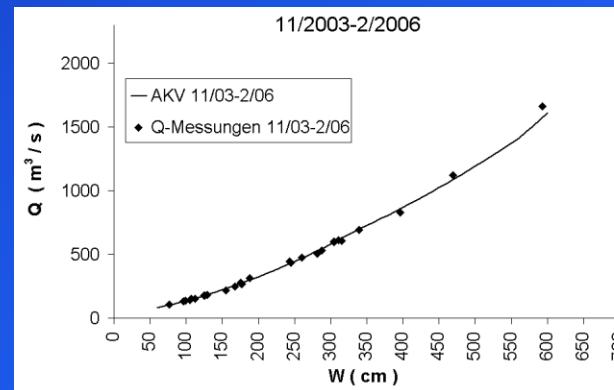
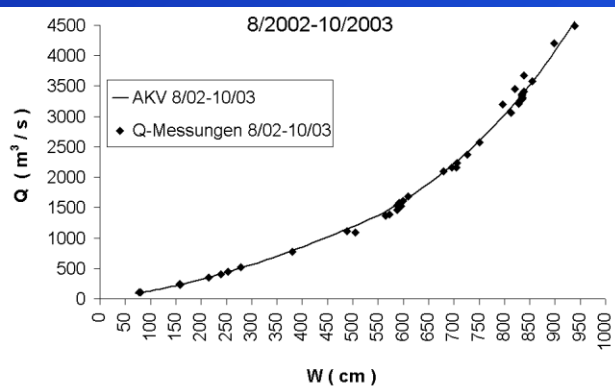
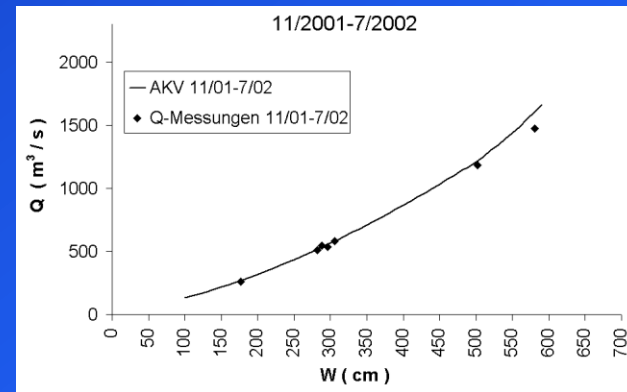
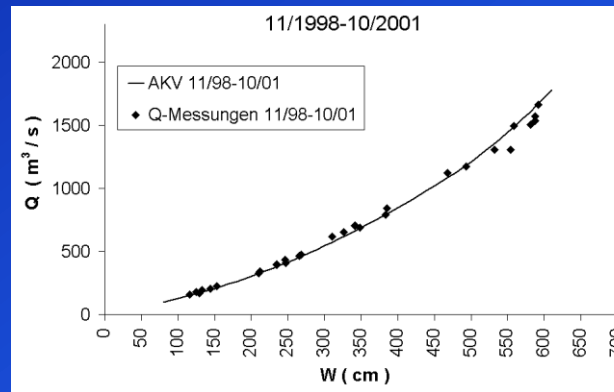
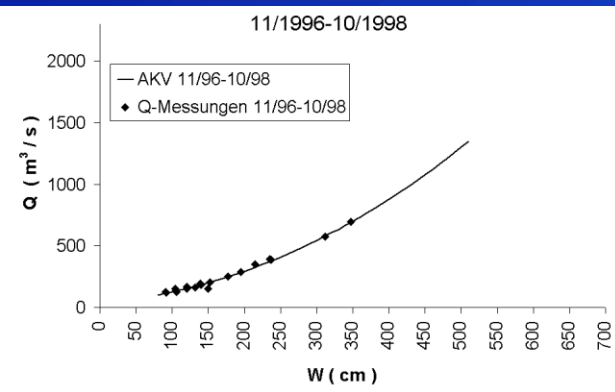
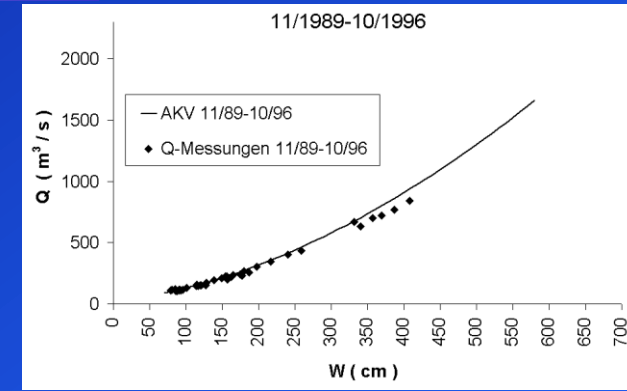
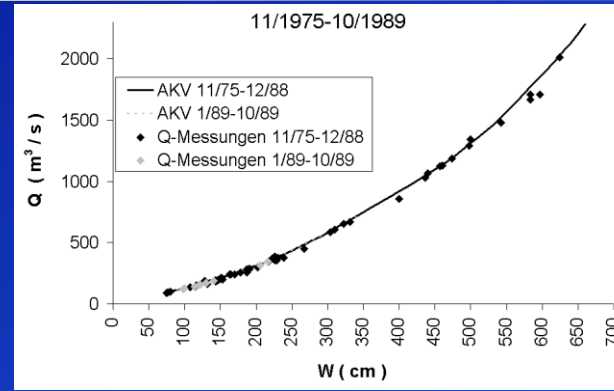
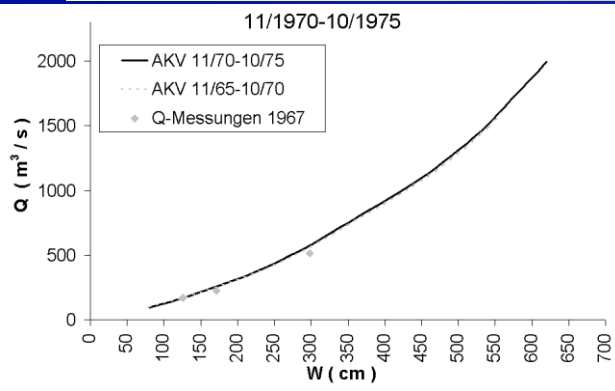


Differenz-
ganglinie:
(beob. Q -
sim. Q) vs.
Zeit

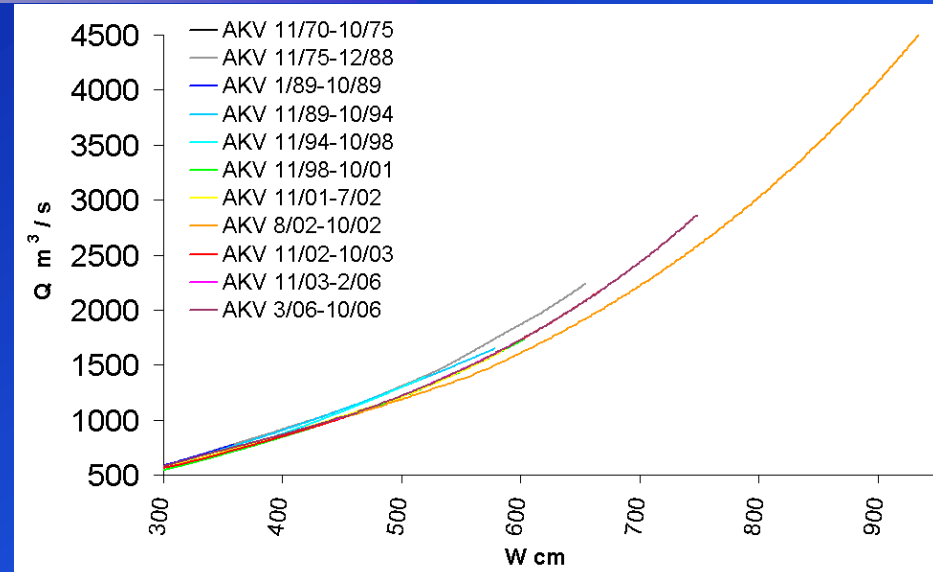
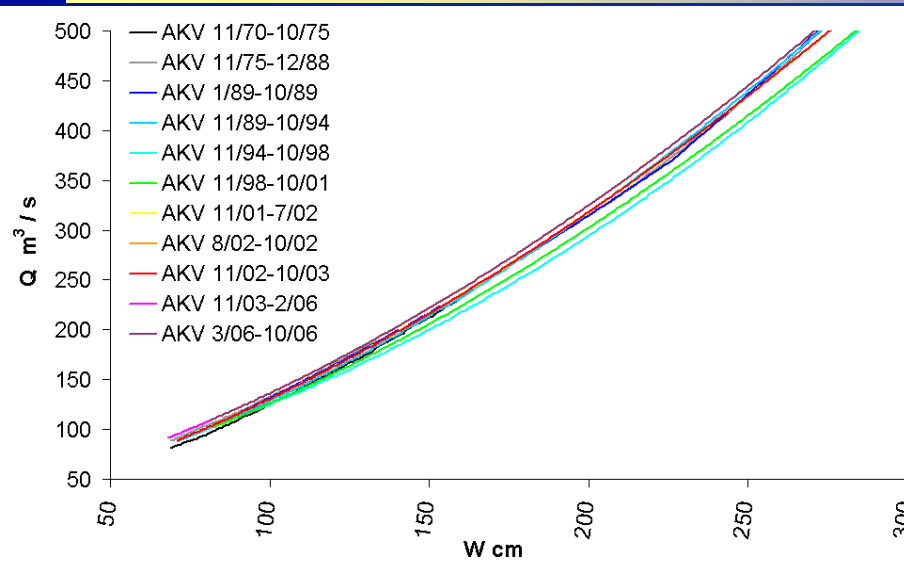
Interaktive Abstimmung im Gesamtansatz

Projektphasen: 1. 1971-2006 (bessere Informationslage) ; 2. 1890-2006 (mit Erkenntnissen aus Phase 1).

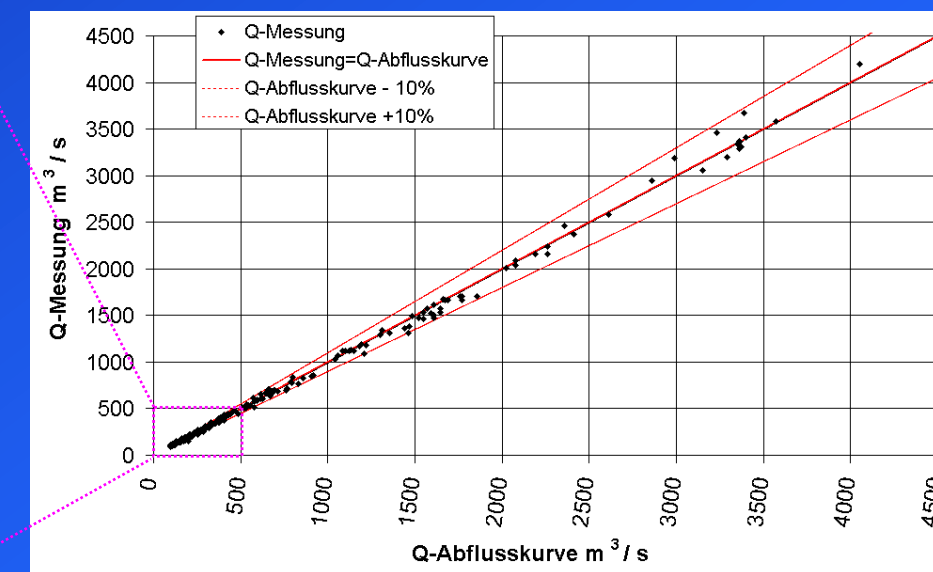
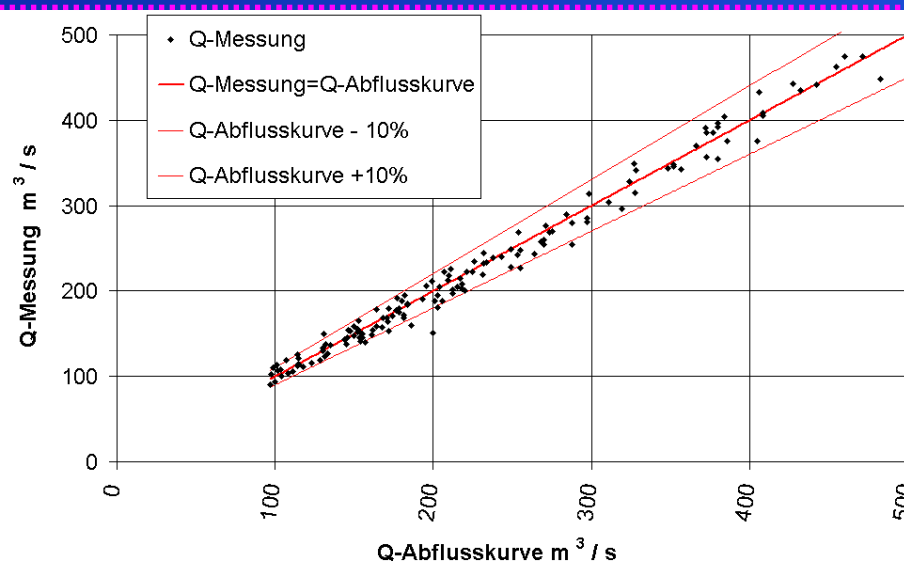
Pegel Dresden 1971-2006 (WQ-Diagramme / Q-Messungen)



Bewertung Pegel Dresden (Q-Messungen vs. Abflusskurven)

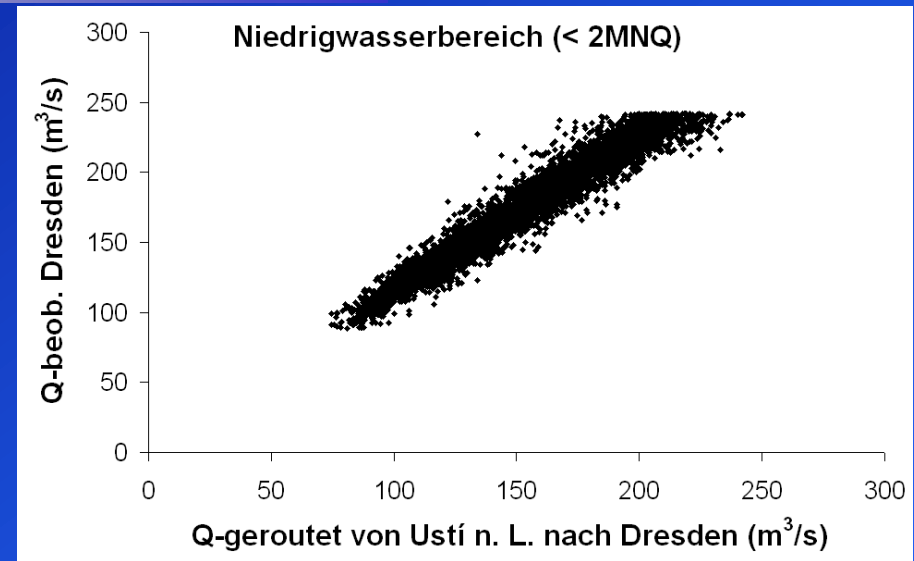
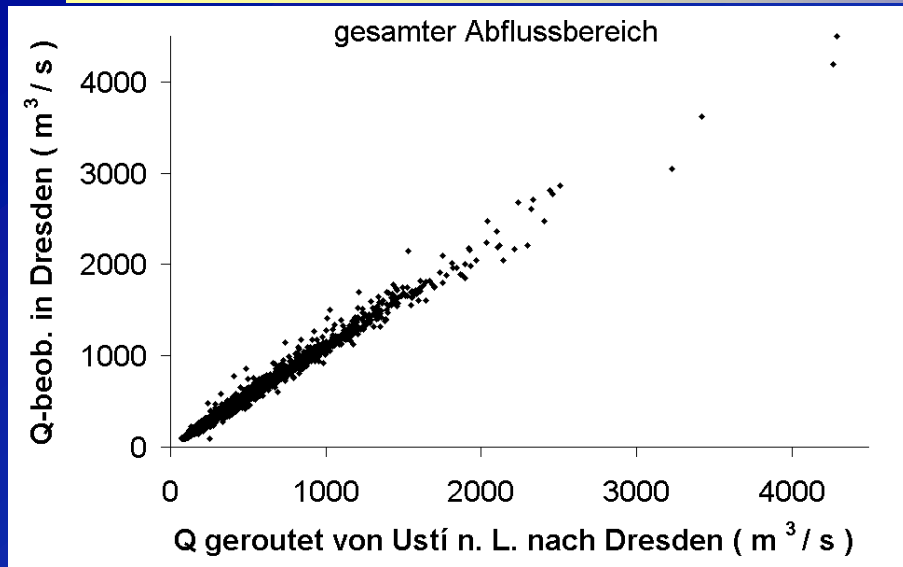


NW- und HW-Segmente der angewandten Abflusskurven (nach BfG, Vorzug vor BTU Abflusskurven).

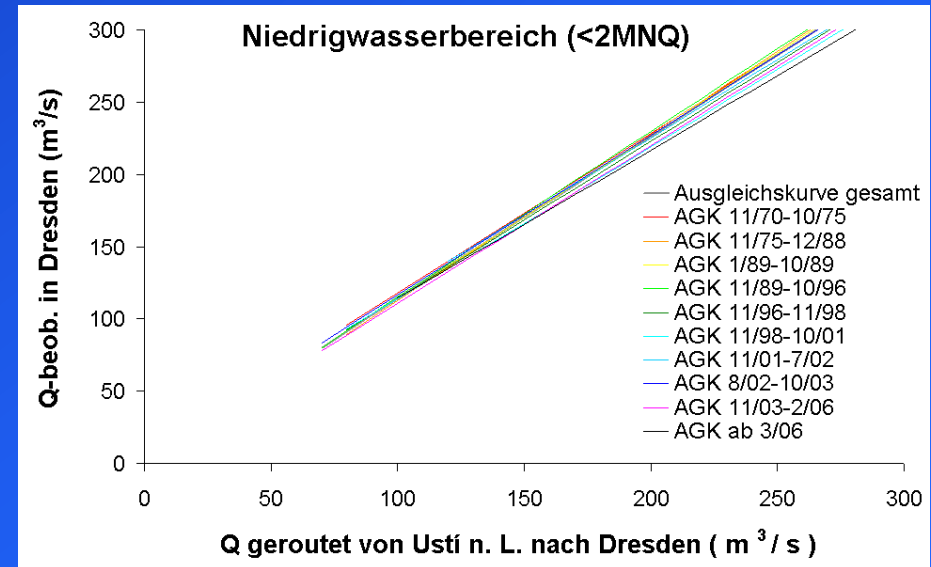
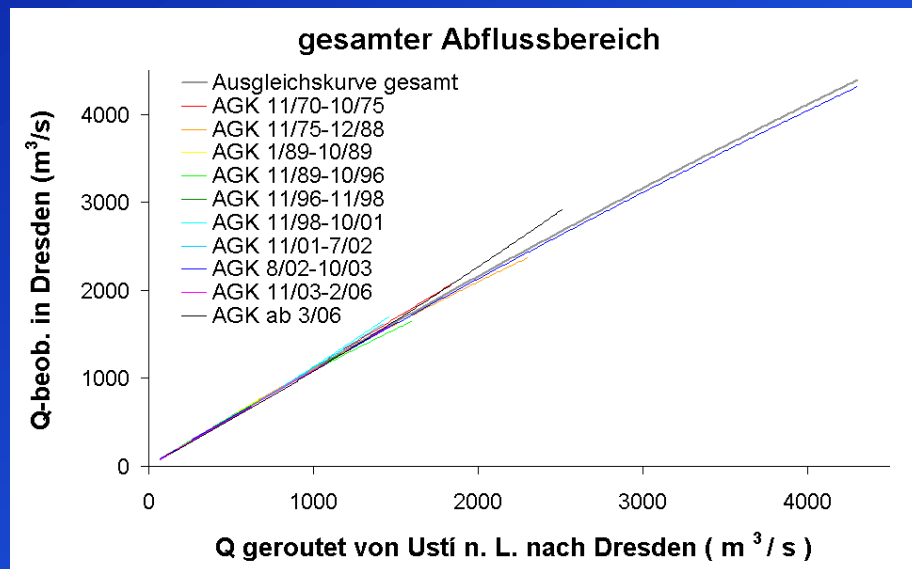


Diagnose der Abflussmessungen gegenüber den entsprechenden Abflusskurvenwerten.

Bewertung Pegel Dresden 1971-2006 (ggü. Pegel Ustí n.L.)

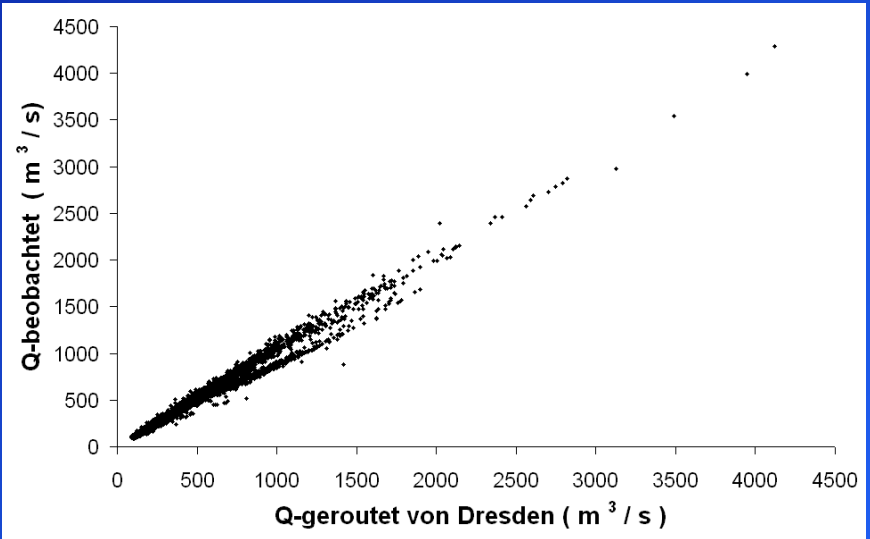
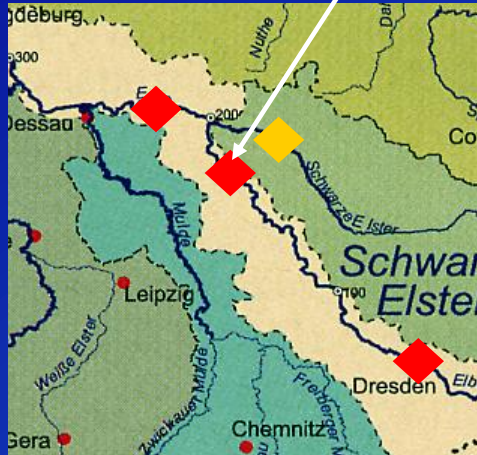


Streudiagramme: beob. Q in Dresden vs. gerouteter Q (Ustí n.L. → Dresden).

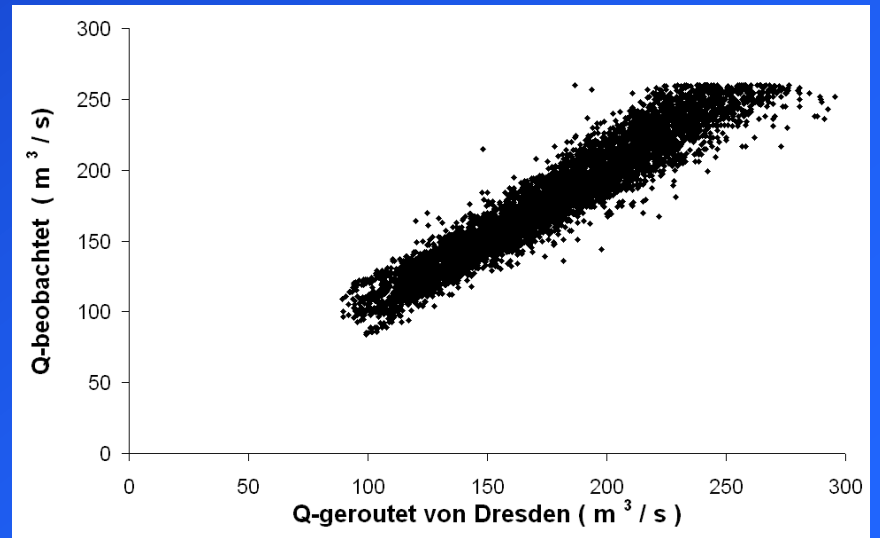
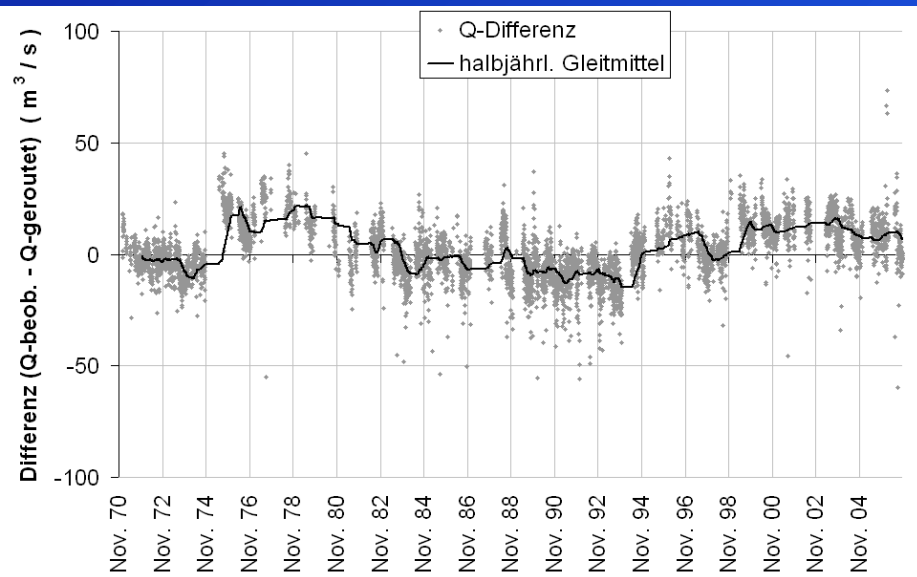


Streudiagramme: Ausgleichskurven für Gültigkeitszeiträume der Abflusskurven Dresdens.

Diagnose für Pegel Torgau (Ausgangsreihe 1971-2006)



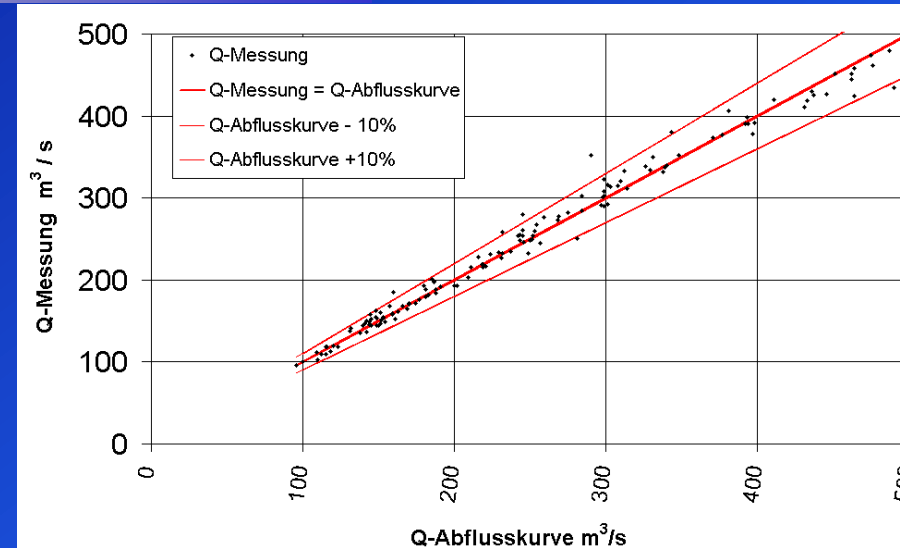
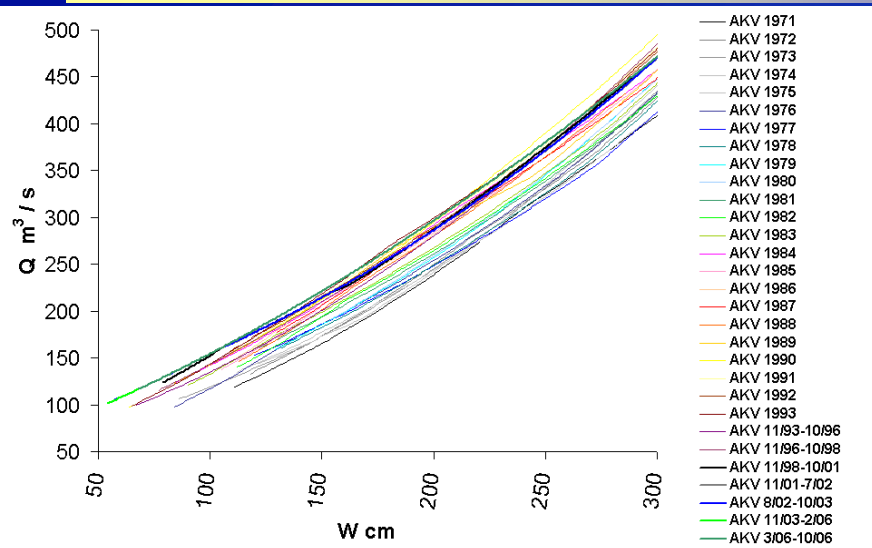
Streudiagramm für den gesamten Abflussbereich:
Q-beob. vs. Q-geroutet (von Dresden)



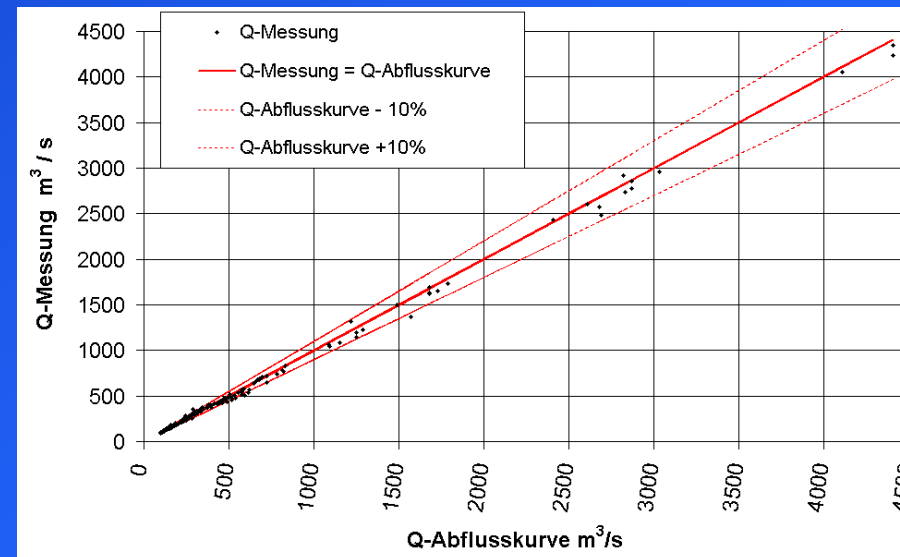
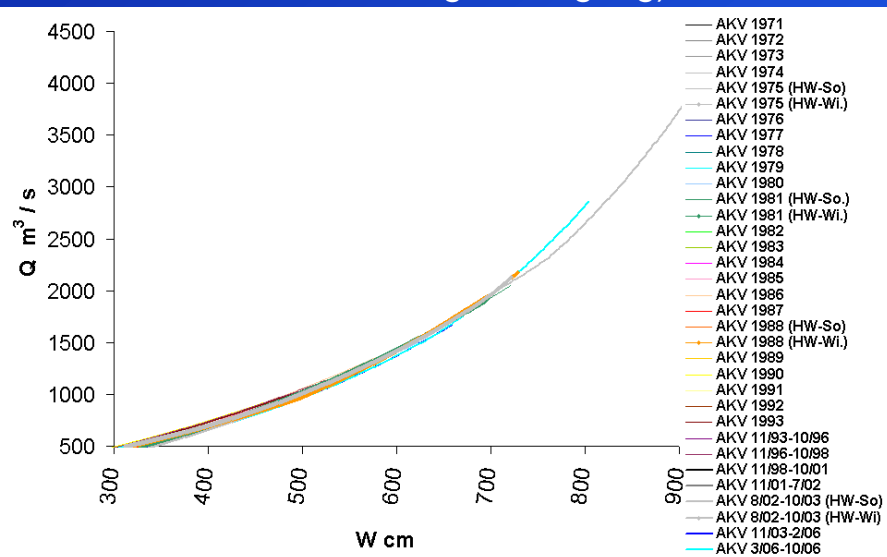
Streudiagramm für den Niedrigwasserbereich (<2MNQ):
Q-beob. vs. Q-geroutet (von Dresden)

Differenzganglinie für den Niedrigwasserbereich (<2MNQ):
Q-beob. - Q-geroutet (von Dresden)

Plausibilisierungen für den Pegel Torgau 1971-2006

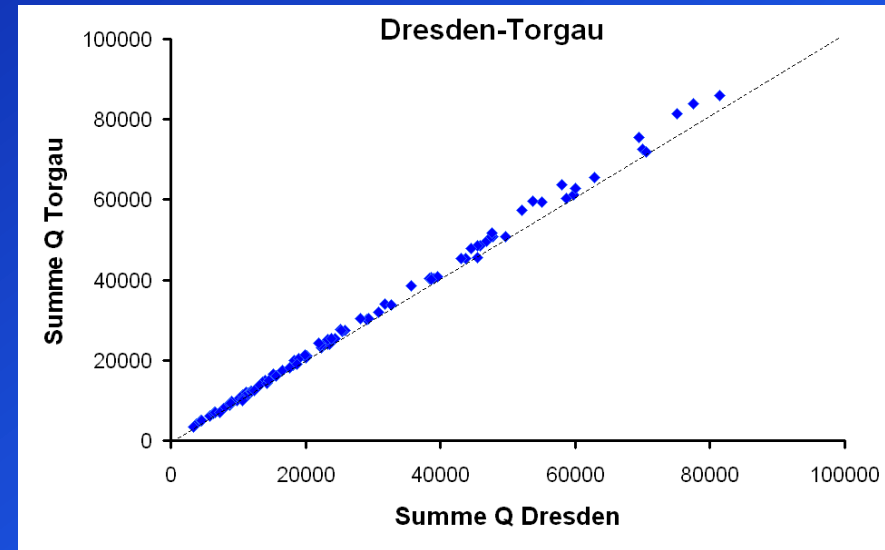
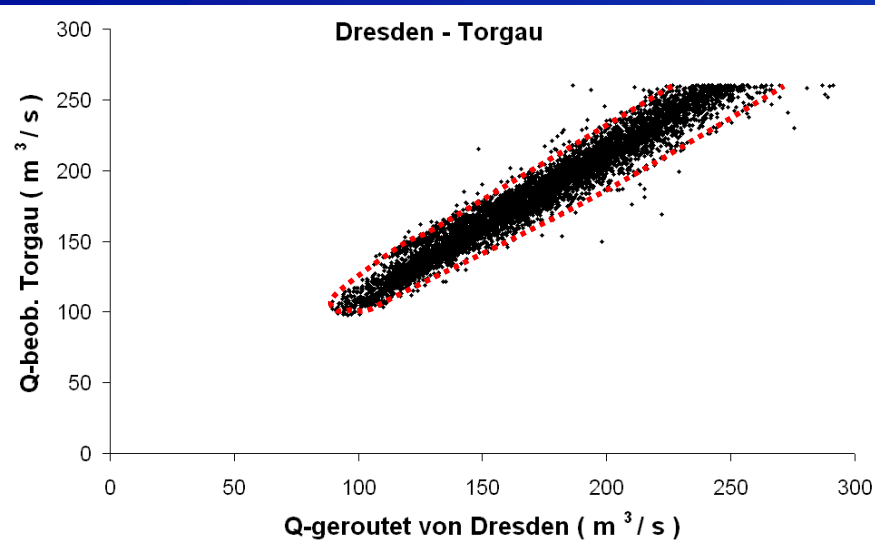


- Jahresweise Abflusskurven (AKV) 1971-93 (BfG 1041). Untere Segmente 1990-92 durch Segment 1993 ersetzt.
- 1994-2006: weitere Plausibilisierungen bisheriger AKV, im Einklang mit (sich abschwächender) Erosion, Sohlschwelleneinbau, Pegelverlegung)

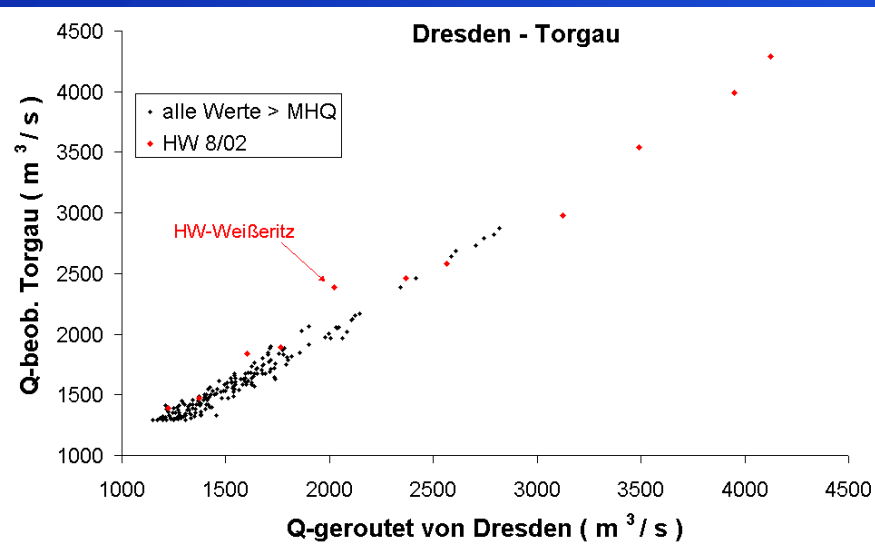


Abstimmung der Abflussreihen 1971-2006 von DD u. Torgau

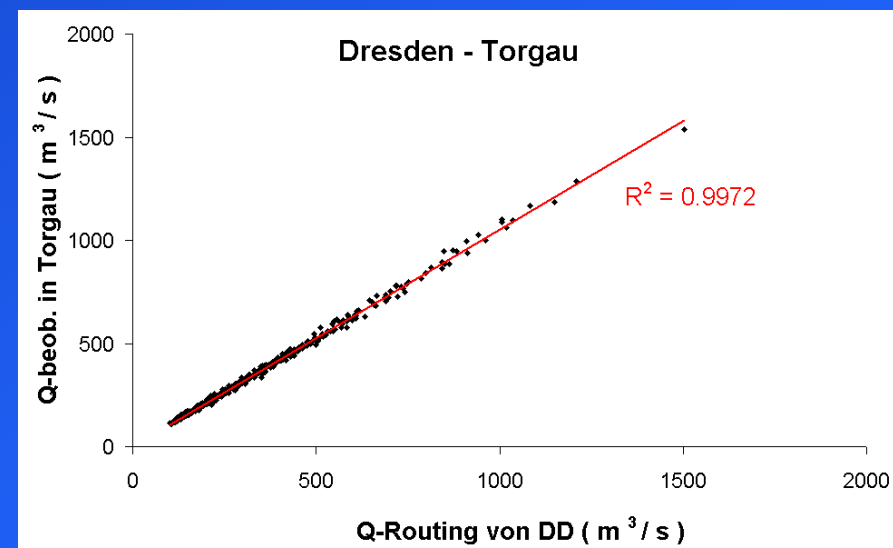
Streudiagramme: beobachteter Q vs. simulierter Q / plausibilisierter Zustand



Tägl. Q < 2 MNQ



Füllen ausgewählter Abflussereignisse



Tägl. Q > MHQ

MoMQ

Pegel Dresden / Torgau 1890-1970 (Ausgangsinformation)



Tägl. W-Reihen: Dresden: 1890-1970, bez. auf heutigen PNP (Quelle: BfG).

Torgau: 1892-1970, bez. auf heutigen PNP (Quellen: BfG, WSA-DD, eigene Digitalisierung von Jahrb. 1892-1919, '34, '35).
Fehlj. 1924.

1890/91: HW-Ereignisse Sep. 1890 u. Mz. 1891 (Quelle: Kgl. Elbe-Baustromverwaltung 1893).



Tägl. Q-Reihen: Dresden: 1890-1970 (Quelle: BfG, BTU-Cottbus).

Torgau : 1936-1970 (Quelle: BfG).

Tägl. Vereisungszustand (Dresden u. Torgau): nach Tab. des WSA-DD, Jahrbuch, diagnost. WQ-Streudiagr.,
in Torgau bis 1935 z. T. auch aus Ganglinienverlauf abgeleitet.

Abflusskurven: Dresden: 1890-1939: angewandte Abflusskurven mit 13 versch. Gültigkeitszeiträume aus
WQ-Diagrammen abgeleitet.

1939-1970: gegebene Abflusskurven aus 4 Gültigkeitszeitr. (BfG) wurden angewandt.

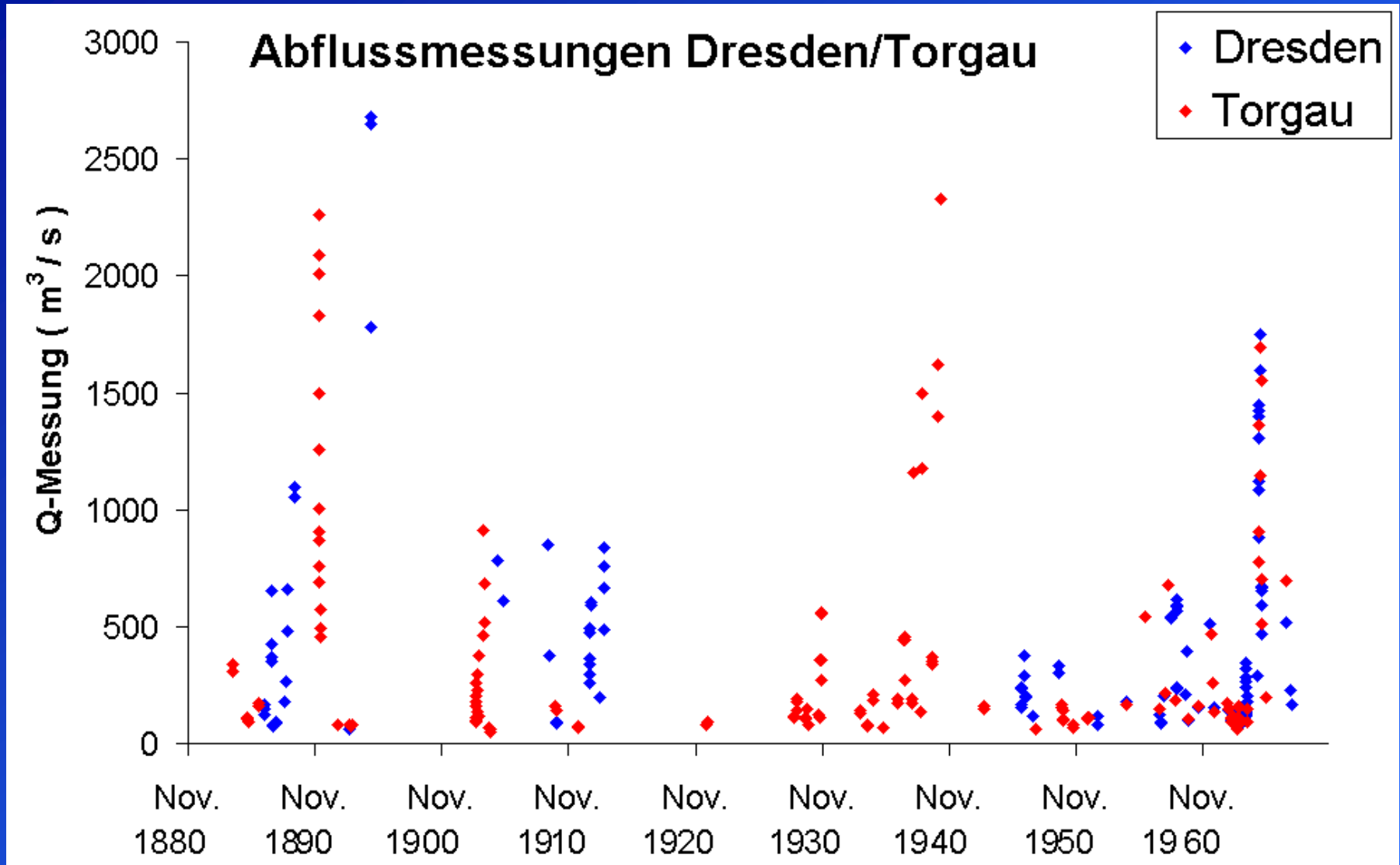
1890-1970: BTU-Abflusskurven für 14 versch. Gültigkeitszeiträume.

Torgau: 1936-1970: angew. Abflusskurven mit 8 versch. Gültigkeitszeiträumen aus WQ-Diagr.
abgeleitet, die nur z. T. den ab 1947 verfügbaren BfG-Abflusskurven
entsprechen (entspr. nur in Zeitraum 9/56-10/65).

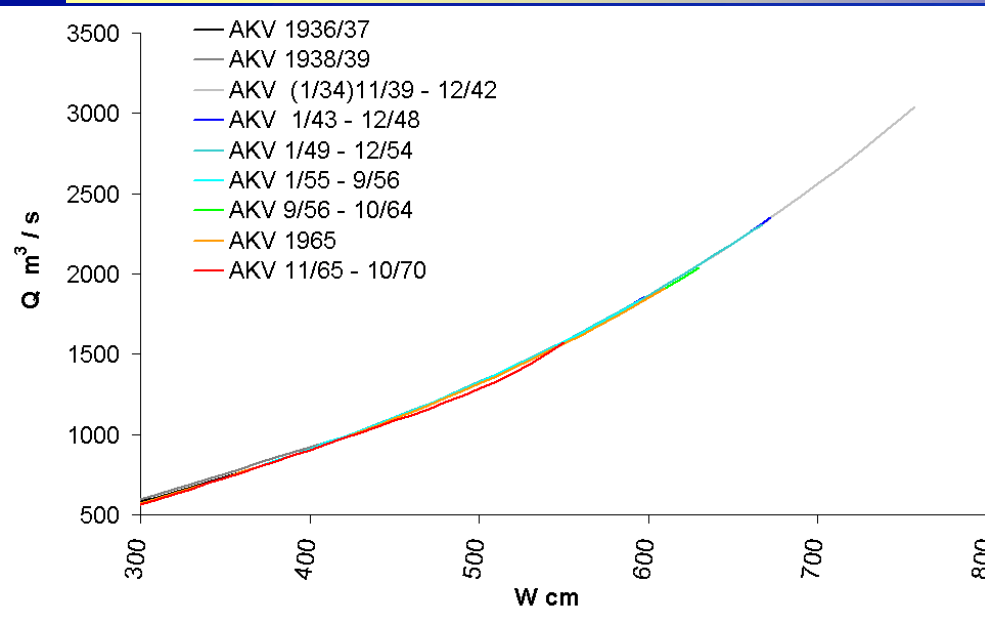
vor 1936: Abflusskurven nach Bölte (1910) und nach Elbestromwerk (1898)
sowie im HW-Bereich nach Schümberg (2005) für die Zeiträume
1901-09, 1910-20, 1921-29 und 1930-35.

Pegel Dresden / Torgau (Ausgangsinformation)

-Abflussmessungen (Dresden und Torgau): aus BfG-Unterl., WSA-Datei, Jahrbuch und Elbestromwerk.
Verteilung über Zeit und Abflussbereich: siehe Abb.



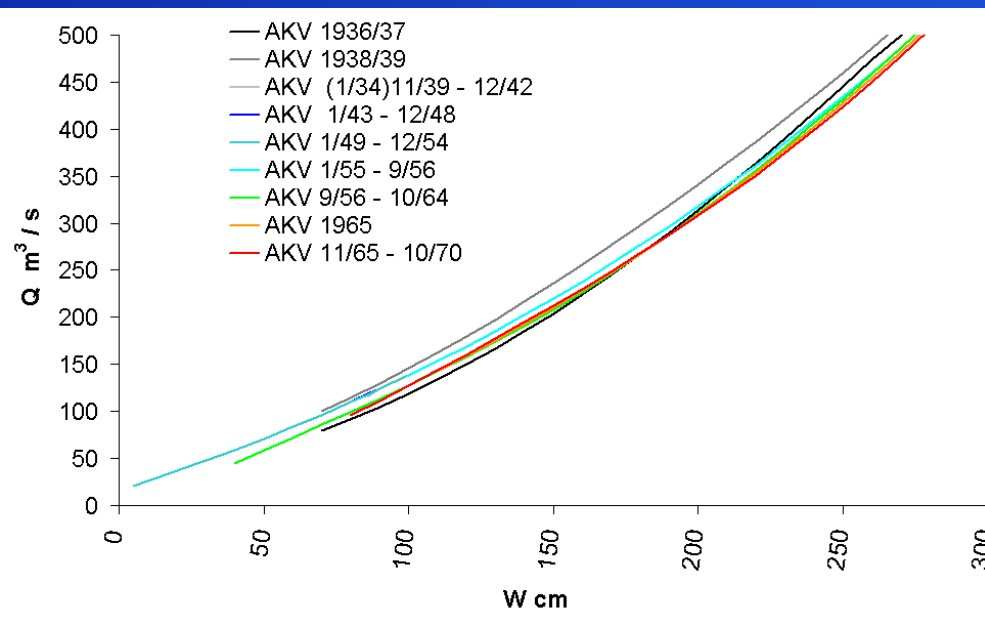
Plausibilisierung Pegel Dresden 1936-1970



Stärkere Gewichtung Dresdens als Leitpegel (ggü. Torgau) ab ca. 11/1939, 1936-1939 hingegen Torgau (mit verfügbaren Abflussmessungen) als Leitpegel stärker gewichtet

MW/HW-Bereich:

Ab 1966 Bestätigung bisher gültigen Segments (wie ab 1971, Projektphase 1), davor jedoch Verwendung der plausibleren Segmente der BTU

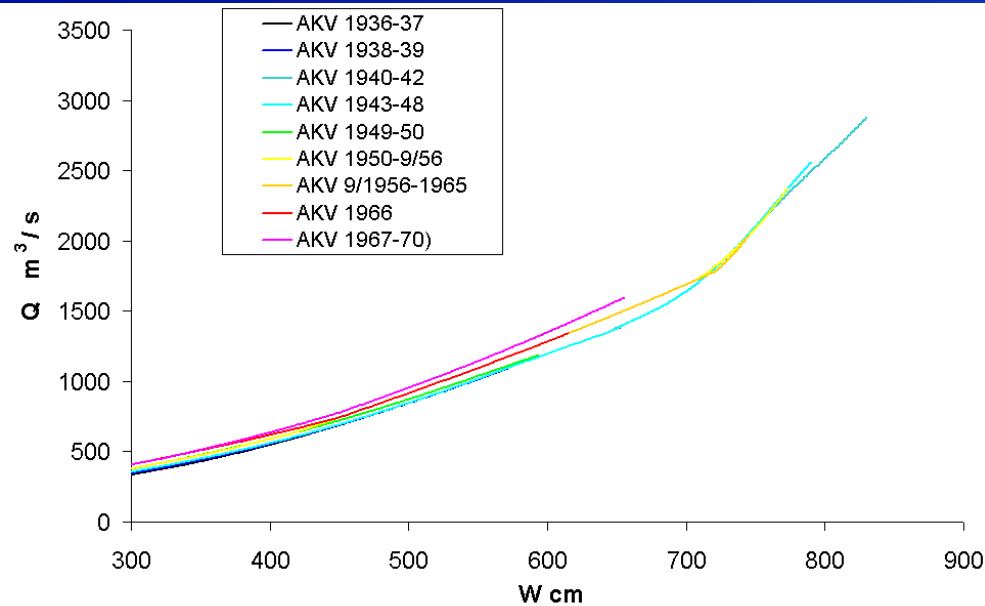


Kombination der Segmente zu Abflusskurven

MW/NW-Bereich:

Im gesamten Zeitraum 1936-70 Orientierung an bisher gültigen Segmenten, die meist zufriedenstellend bzw. besser als BTU-Segmente. Einzelne Plausibilisierungen.

Plausibilisierung Torgau 1936-70 (ab Beg. bisheriger Q-Reihe)

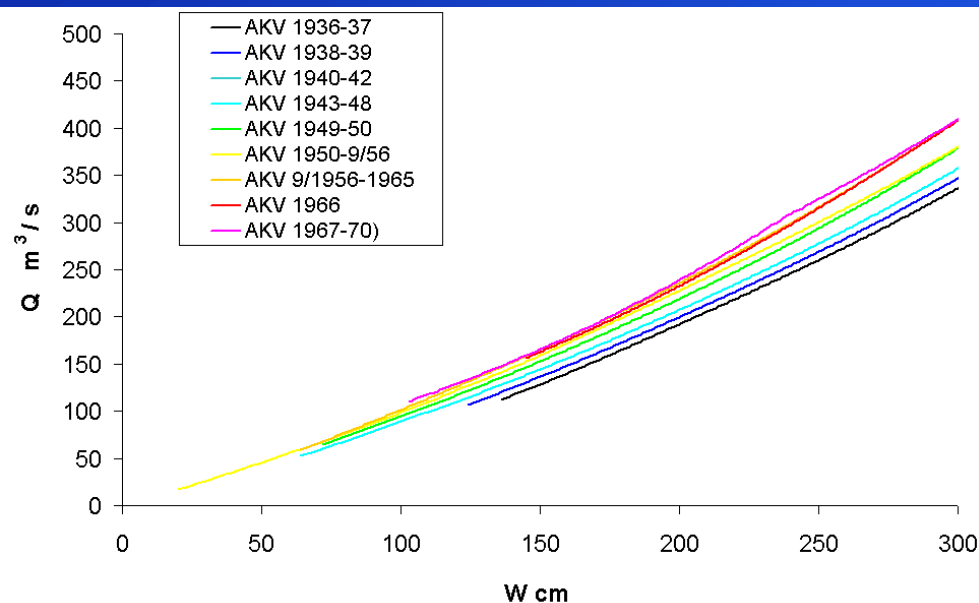


Ab ca. 1940 zunehmend am Leitpegel Dresden orientiert.

Davor jedoch hinsichtlich verfügbarer Abflussmessungen als Leitpegel stärker gewichtet als Dresden.

MW/HW-Bereich:

In den meisten Zeitbereichen waren Plausibilisierungen notwendig, v.a. deutliche Reduzierung im extremen Abflussbereich Anfang der 1940er Jahre.



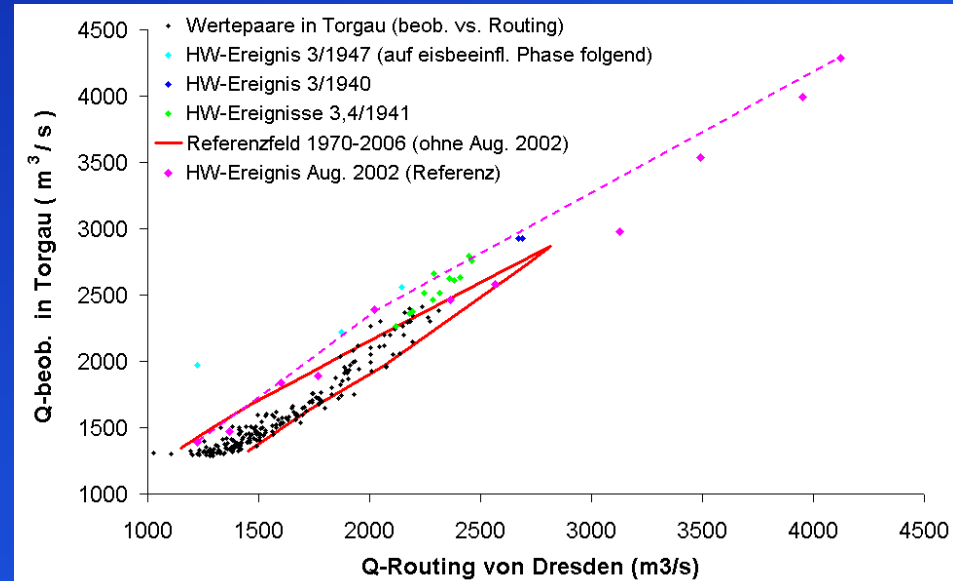
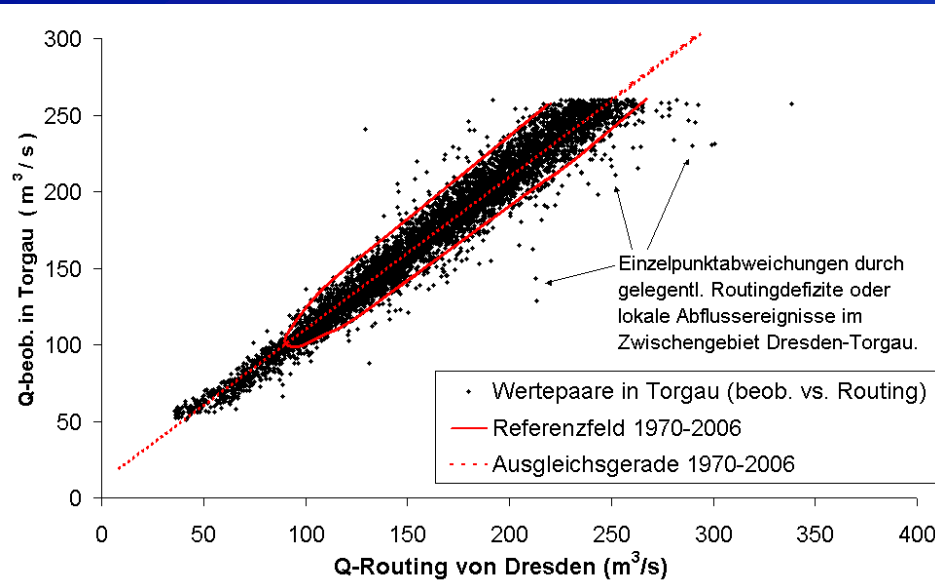
Kombination der Segmente
zu Abflusskurven

MW/NW-Bereich:

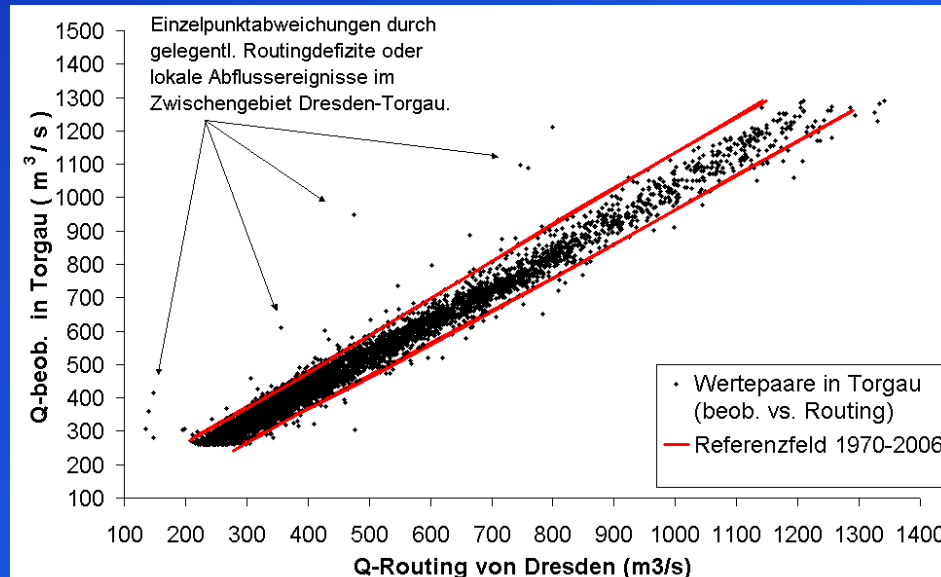
Zum Teil konnten bisher angewandte Segmente bestätigt werden, es waren jedoch verschiedene, z.T. deutliche Plausibilisierungen notwendig (anhand Diagnose ggü. DD und anhand von Abflussmessungen).

Nachweis der Abstimmung Dresden-Torgau 11/1935-10/1970

Zeitraum mit bisher verfügbaren Abflussreihen in Torgau.



$\leq 2 \text{ MNQ}$



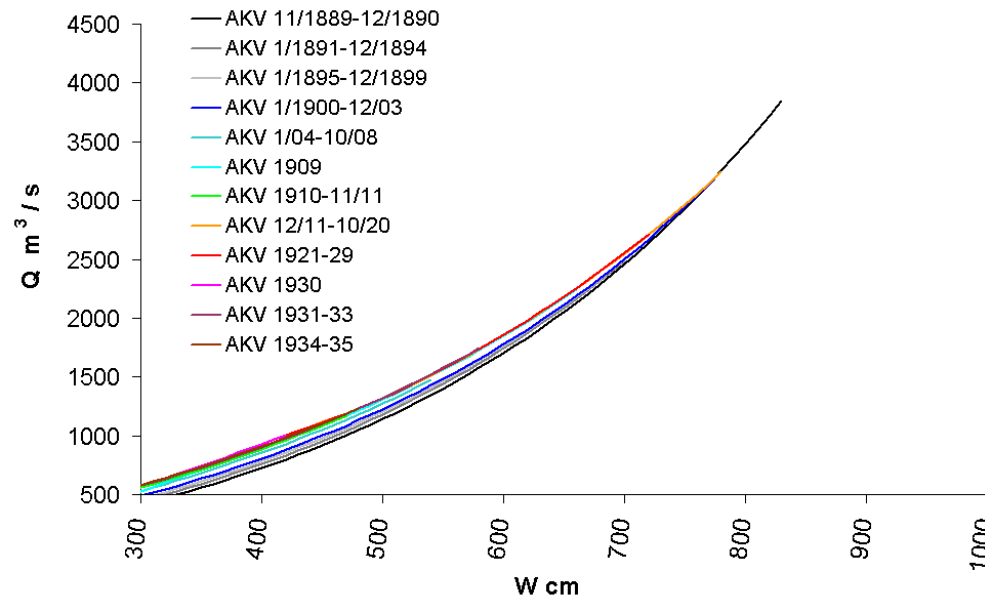
2 MNQ - MHQ

$\geq \text{MHQ}$

Einzelne Ereignisse mit leichter Abweichung von Referenzfeld 1970-2006 (ohne Aug. 2002).
März 1947: Unregelmäßigkeiten infolge einer eisbeeinfl. Phase.
Frühj. 1940/1941: evtl. hoher Zufluss aus dem Zw.'gebiet.

Erweitertes Referenzfeld 1970-2006 (mit Aug. 2002), das sonst im Extrembereich nur durch wenige Ereignisse belegt.

Plausibilisierung Pegel Dresden 1890-1935

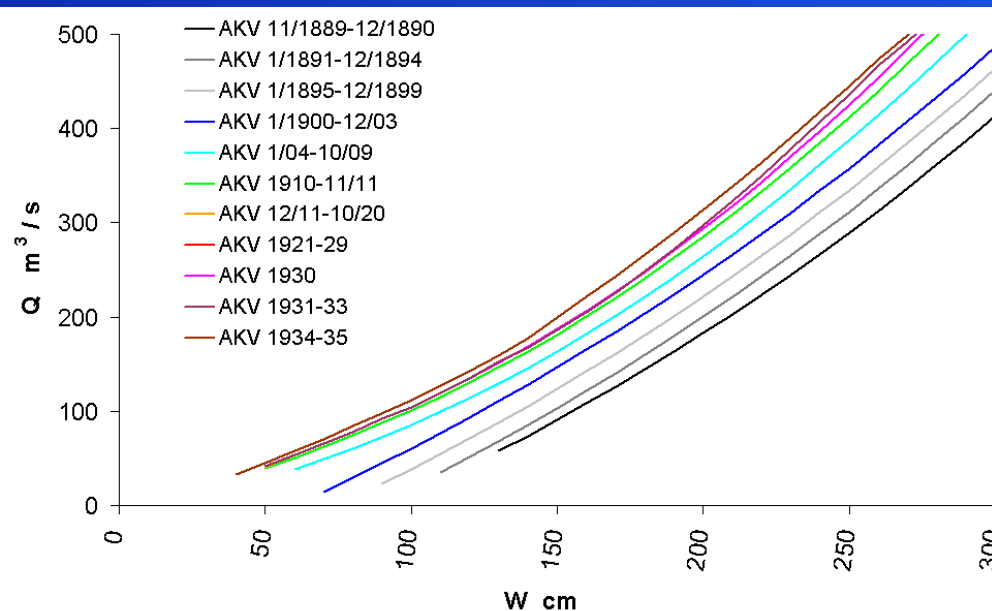


Wechselseitig stärkere Gewichtung von Dresden u. Torgau als Leitpegel (abh. v. Zeit u. Abflussbereich). Stärkere Gewichtung Dresdens v. a. in 1890er und 1910er J. sowie allgemein im HW-Bereich.

MW/HW-Bereich:

Weitgehende Bestätigung der von der BTU-Cottbus abgeleiteten Segmente.

Kombination der Segmente
zu Abflusskurven

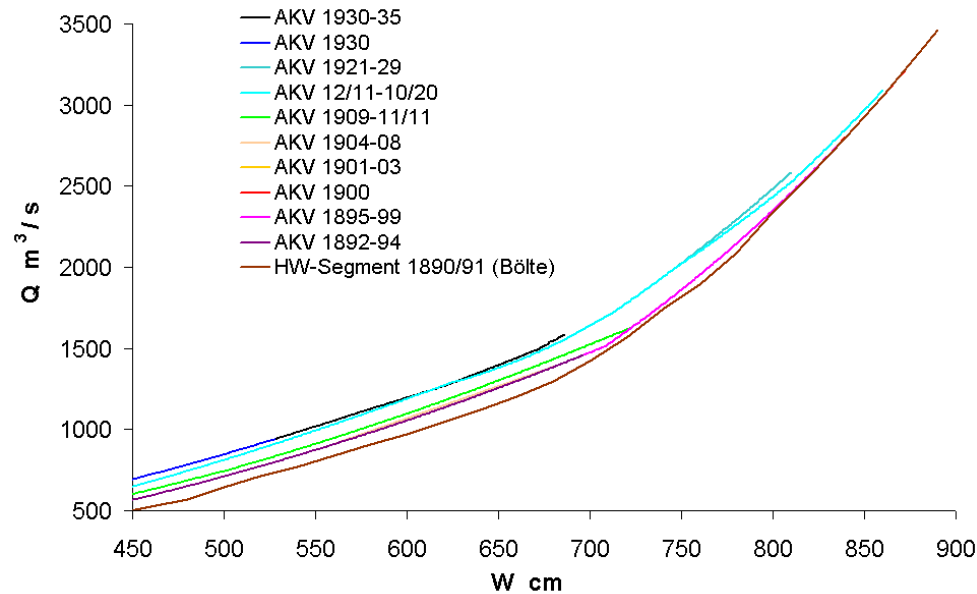


MW/NW-Bereich:

Im Zeitraum 1904-35 Orientierung an bisher gültigen Segmenten (statt an BTU-Segmenten), dabei aber mehrere, z. T. deutliche Modifikationen zur Plausibilisierung (Segmentverläufe, Gültigkeitszeiträume).

1890-1903 Verwendung der von der BTU abgeleiteten Segmente (wie auch im HW-Bereich).

Rekonstruktion Pegel Torgau 1890-1935



Wechselseitig stärkere Gewichtung von Dresden u. Torgau als Leitpegel (abh. v. Zeit u. Abflussbereich).

Stärkere Gewichtung Torgaus im NW-Bereich in 1920/30er J. sowie 1901-11.

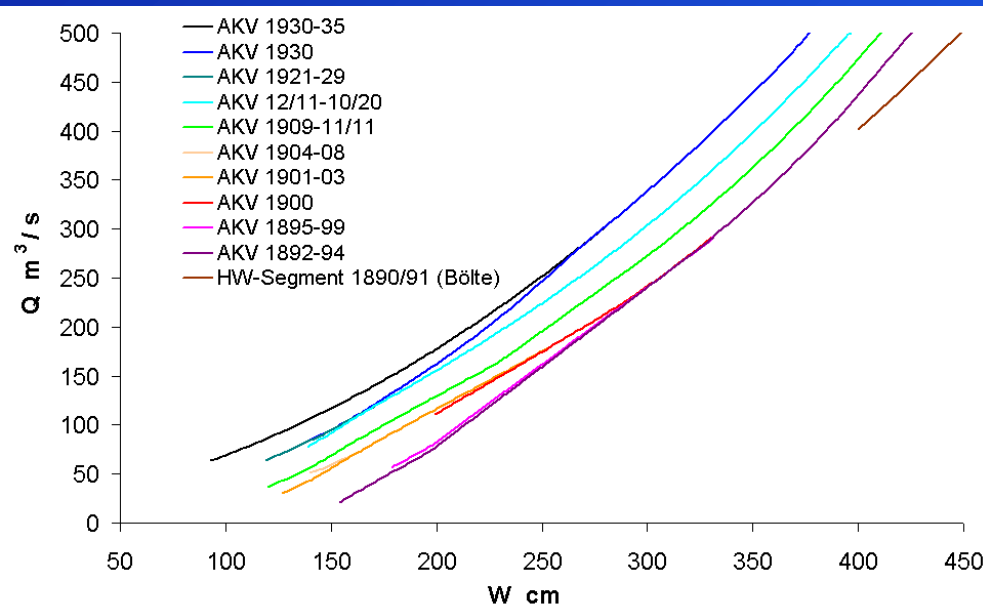
MW/HW-Bereich:

Rekonstr. Abflussreihen und –kurven unter Nutzung

- der Abflussmessungen,
- der Referenz von Pegel DD (v. a. BTU-Version)
- der Literatur/Vorarbeiten (Schümborg 2005, Bölte 1910, Elbestromwerk 1898)

→ Segmente der Vorarbeiten wurden durch leichte Modifikationen plausibilisiert.

Kombination der Segmente
zu Abflusskurven



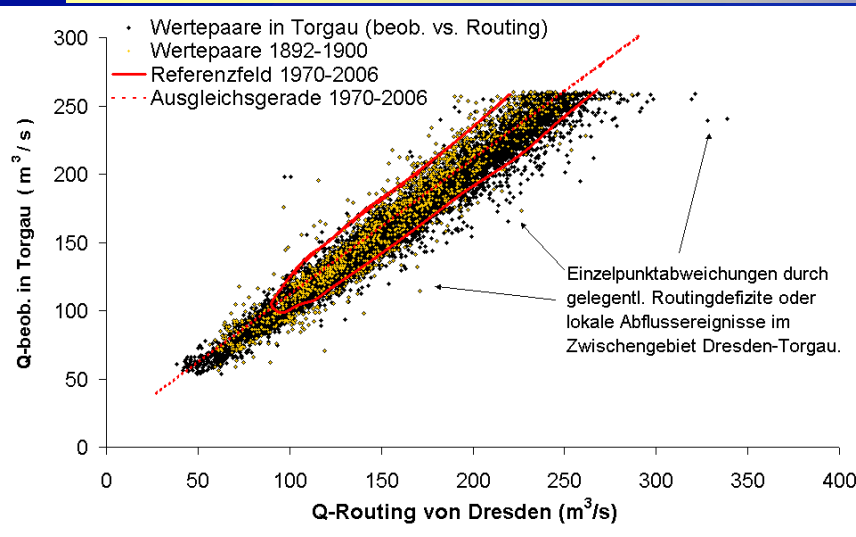
MW/NW-Bereich:

Rekonstr. Abflussreihen und –kurven unter Nutzung

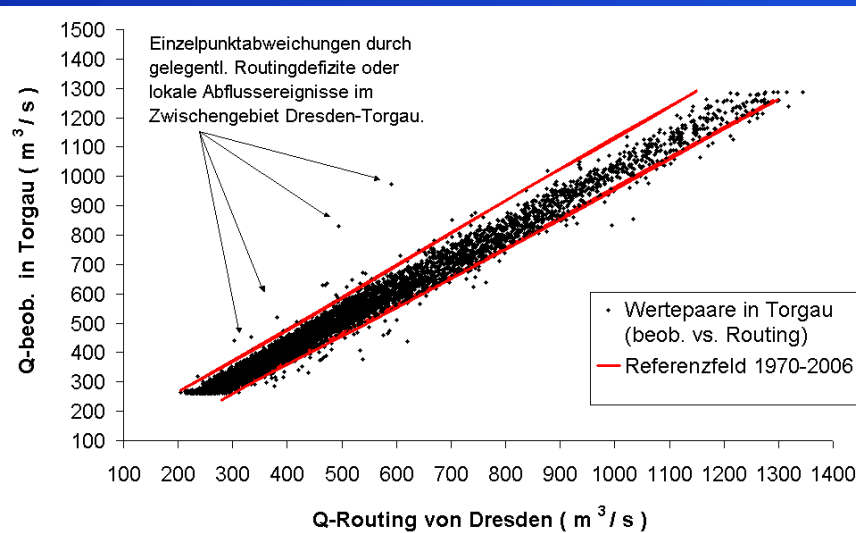
- der Abflussmessungen,
- der Referenz von Pegel DD
- Anschlüsse der HW-Segmente

→ Neu abgeleitete Segmente. Segmente der historischen Literatur (Bölte, ESW) verworfen.

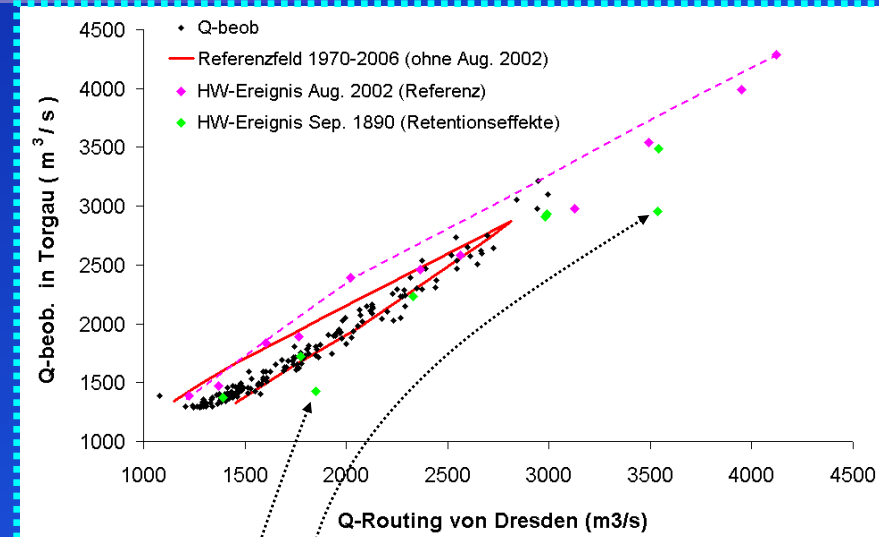
Nachweis der Abstimmung Dresden-Torgau 11/1889-10/1935



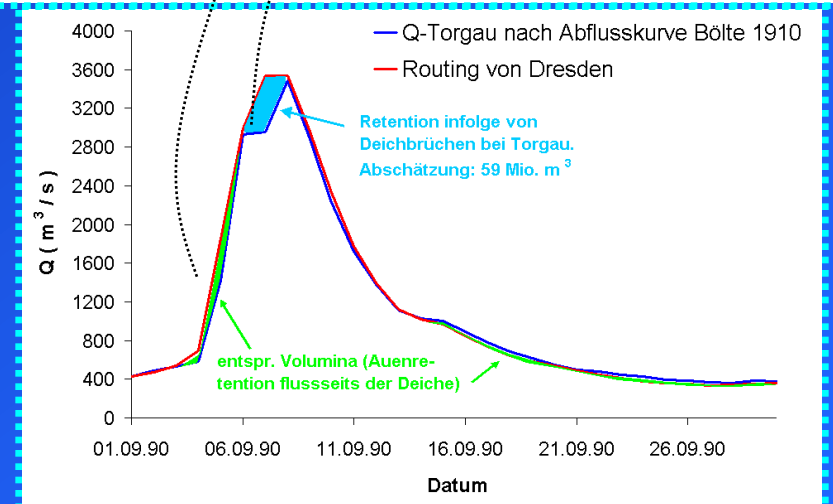
≤ 2 MNQ



2 MNQ-MHQ

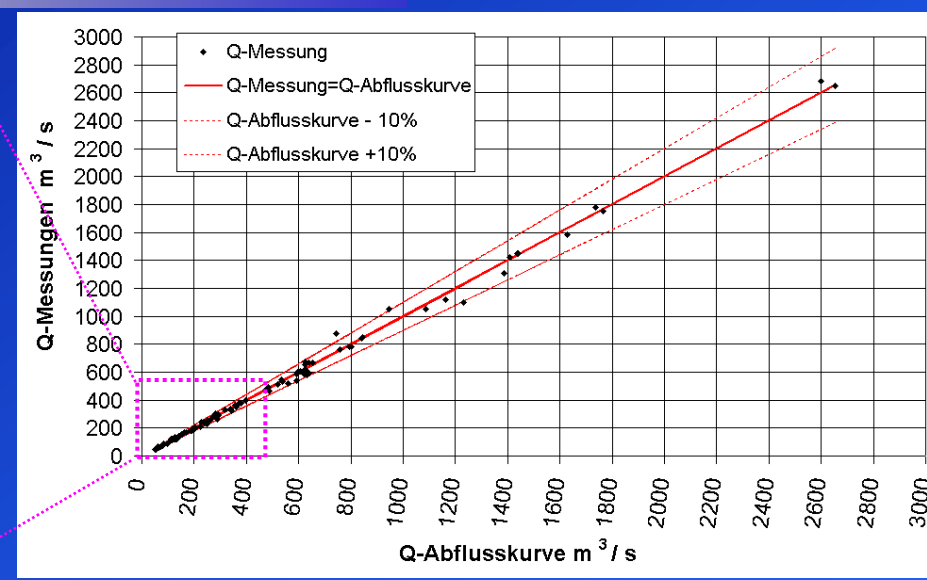
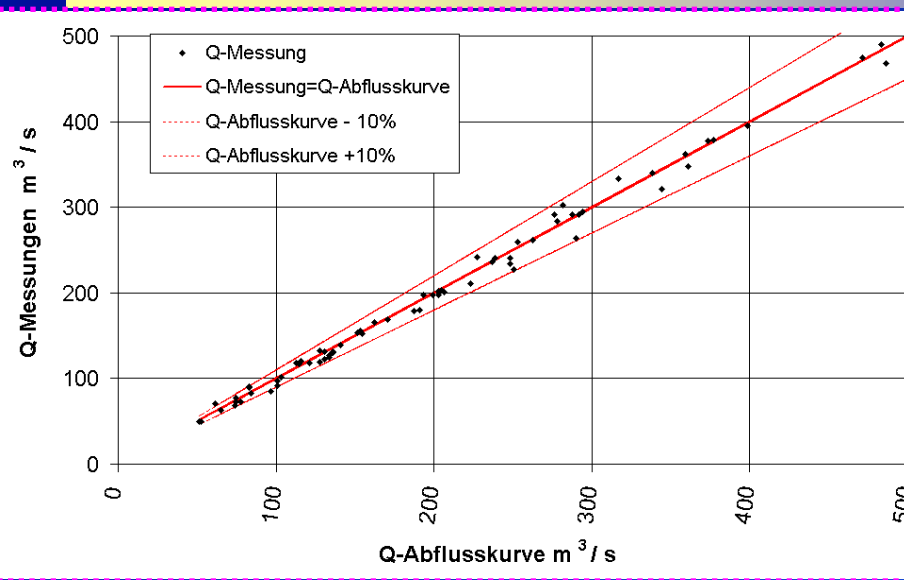


≥ MHQ

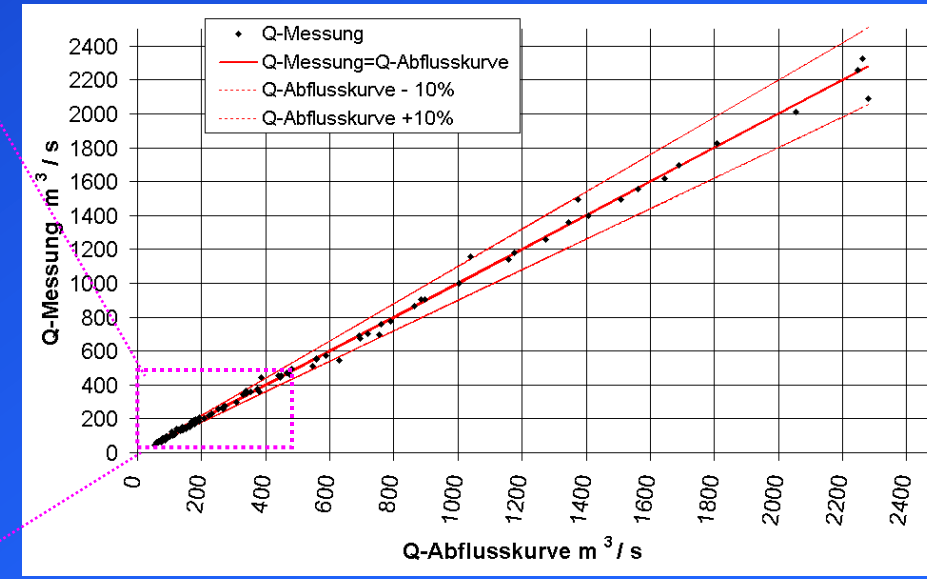
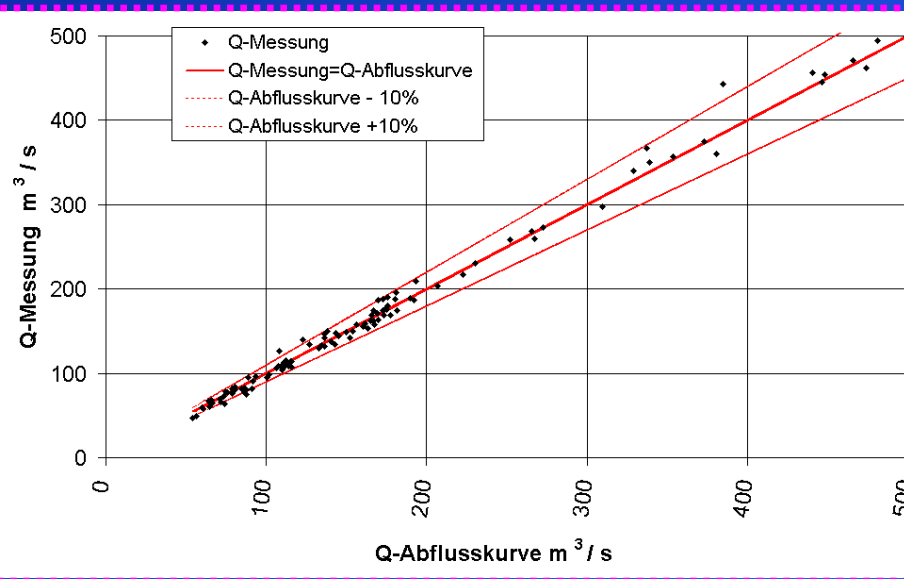


- Erweitertes Referenzfeld 1970-2006 (mit Aug. 2002), da ohne Aug. 2002 im Extrembereich nur wenige Ereignisse.
- HW-Ereignisse 1890-1935 plausibel ggü. (erw.) Referenzfeld. Ausnahme: Sep. 1890 infolge spezif. Retentionseffekte (v.a. nach Deichbruch)

Bewertung DD u. Torgau (Q-Messungen vs. Abflusskurven)



Dresden

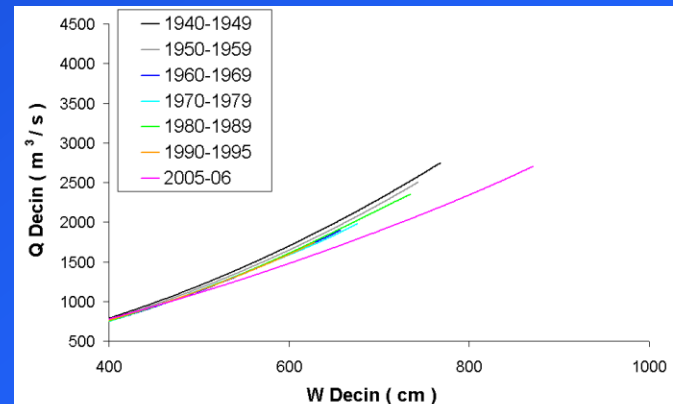
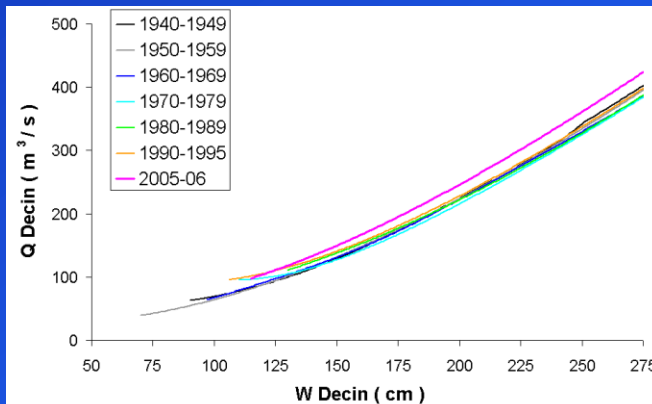
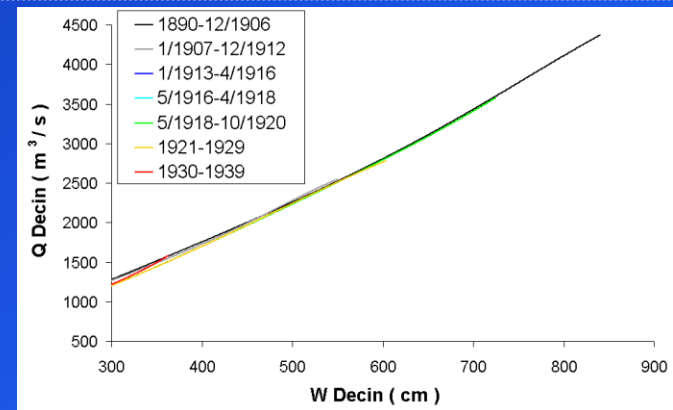
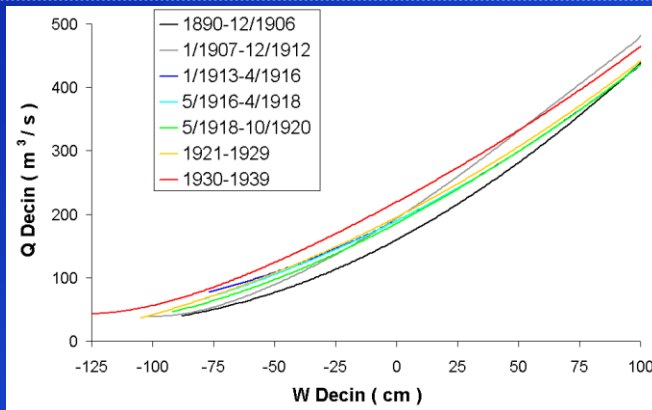
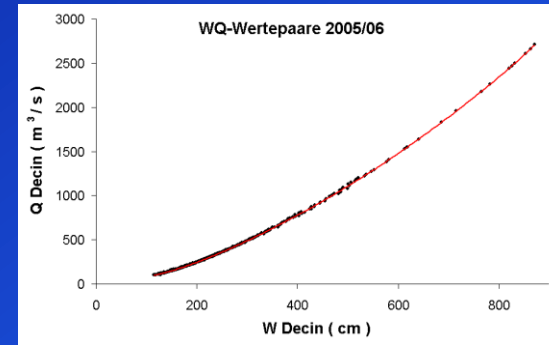
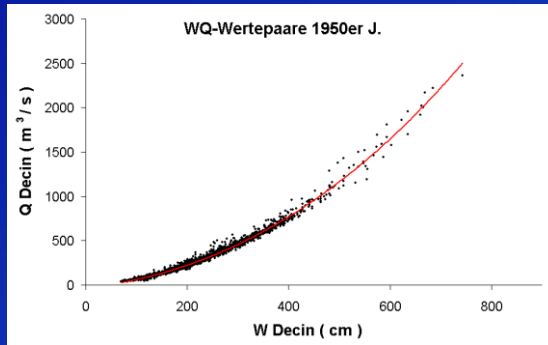


Torgau

Tschechischer Referenzpegel Děčín

Aus verfügbaren W- und Q-Reihen rekonstruierte Abflusskurven.

Dabei von 1920er bis 1990er J. Streuung der Wertepaare (Hysterese). 2005/06 nicht mehr



- Methodik zur Konsistenzprüfung der Elbe-Abflüsse entwickelt und erfolgreich angewandt.
- Abflusskurven und -reihen der Pegel Dresden und Torgau plausibilisiert bzw. rekonstruiert und dabei aufeinander abgestimmt (gegenseitige und umfassendere Bestätigung).
 - verlässliche Basis für Konsistenzanalysen an Elbe-Pegeln unterstrom.
- Plausibles Gesamtbild an gesamter dt. Elbe (ab 1971) bzw. bis Pegel Barby (1890-1970) verleiht Abflussreihen Dresdens und Torgaus weitere Unterstützung und weiteres Gewicht.
- Grundlage für Abstimmung Dresdens auch mit tschechischen Pegeln (Děčín, Ústí n. L.)
 - ab 1971 durchgeführt (Dresden vs. Ústí n. L.).
 - Abflussreihe Dresdens 1890-1970/2006 für Diagnose/Validierung tschech. Pegel bereit.
 - weitergehende Validierung der Abflussreihe Dresdens m. H. abgesicherter tschechischer Abflussreihen möglich (erfordert tägl. Abflussreihe, Begleitinformationen, Dokumentation).