

# At site and regional indices of low flow and drought periods

by

W. Finke

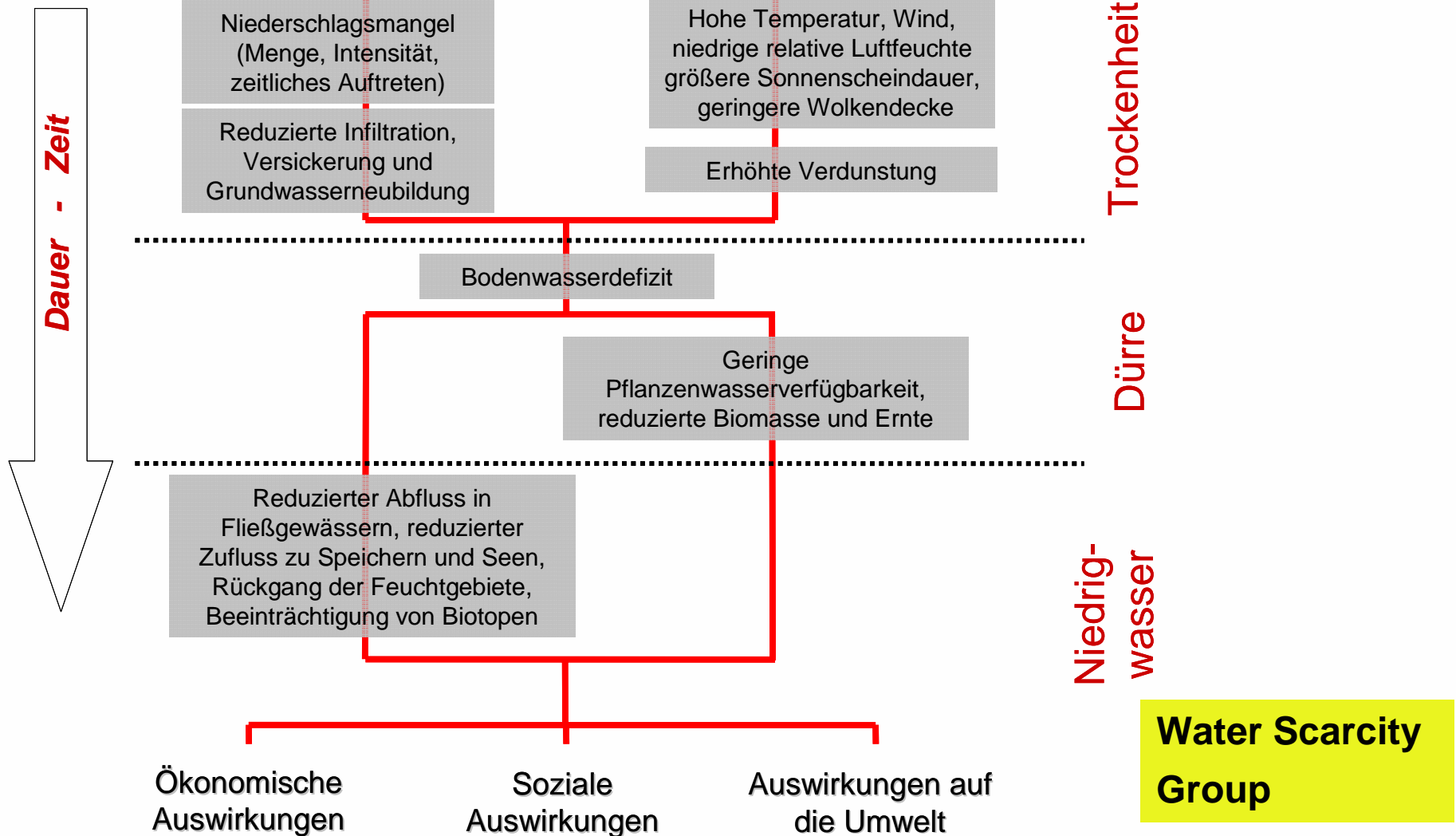
German Federal Institute of Hydrology, Koblenz

- **Mean minimum flow**
- **Threshold-related characteristics**
- **Percentiles from FDC and other**
- **Regionalisation**
- **Applications**

# Low flow and drought

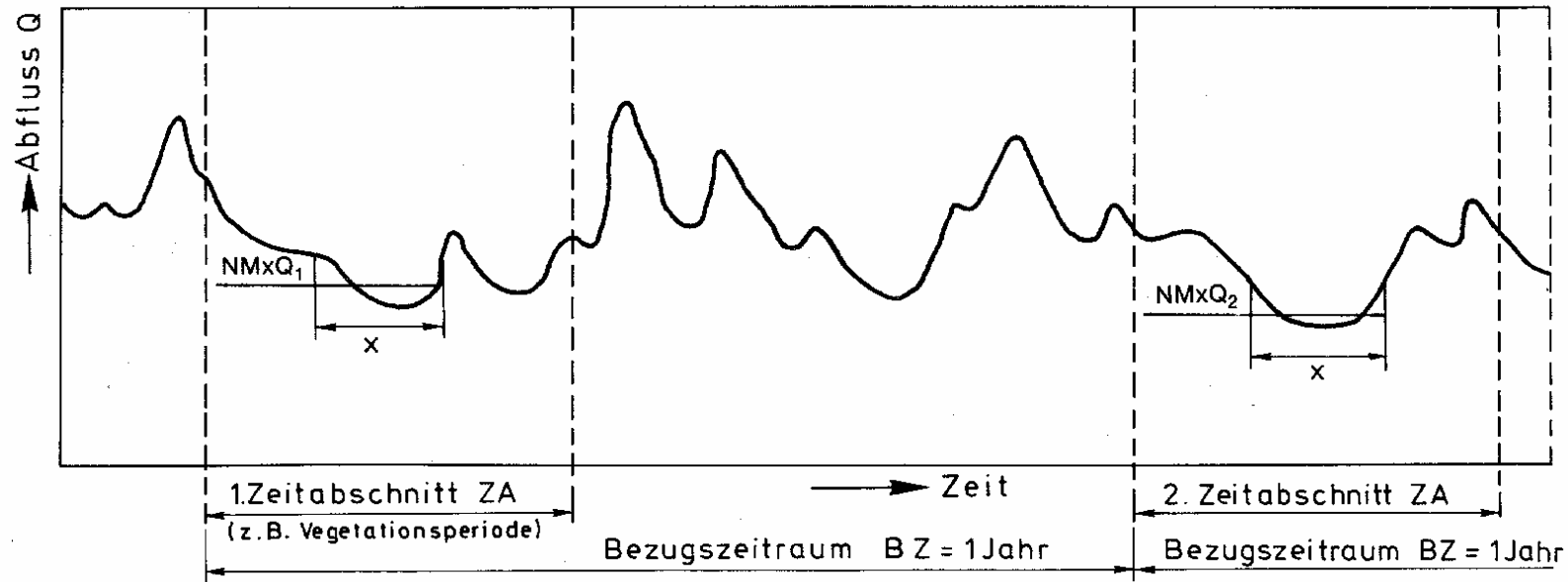
## Natürliche Klimavariabilität

## DEFINITION



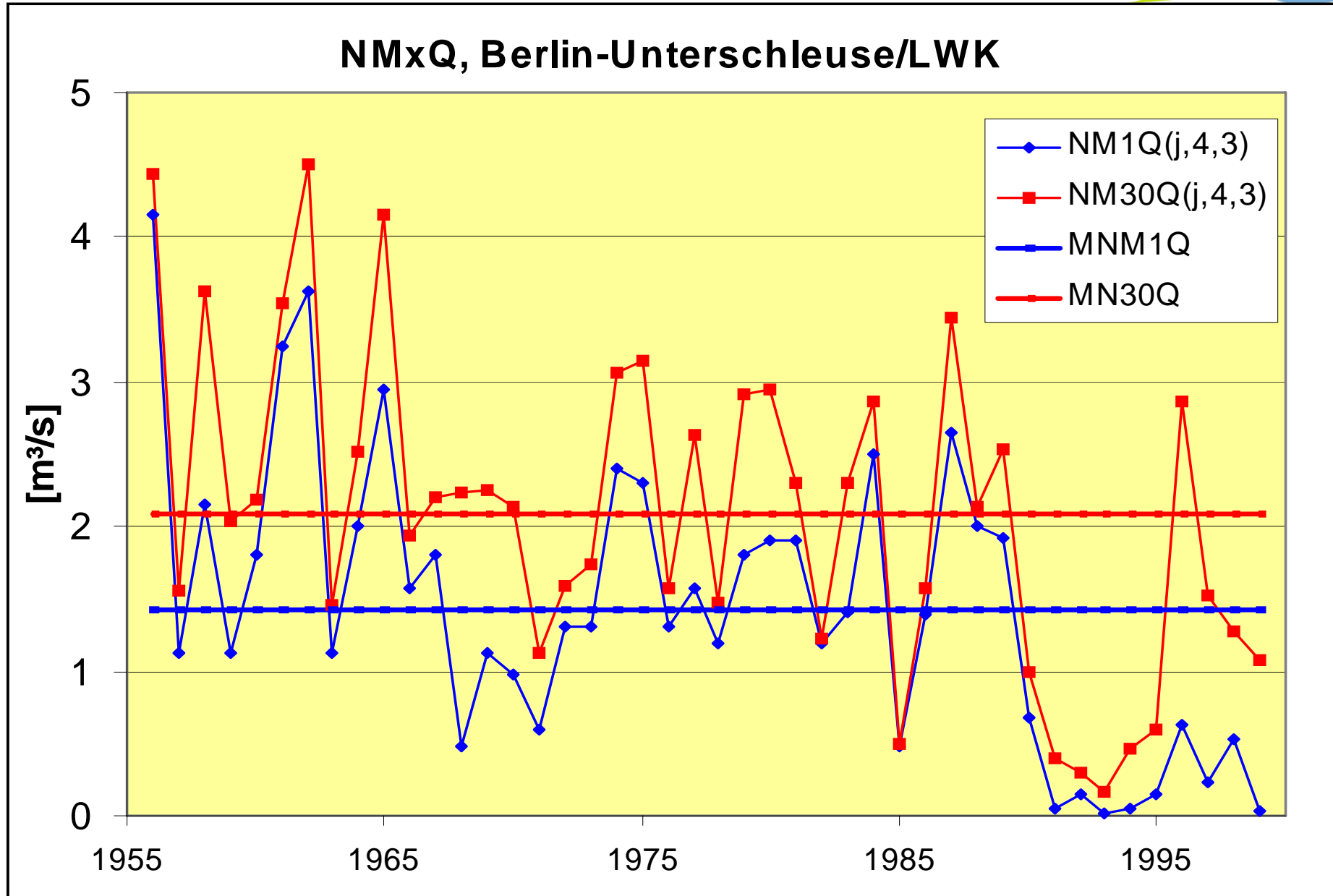
# Mean minimum flow

Nach DVWK (1983), entspricht MA(n-day)



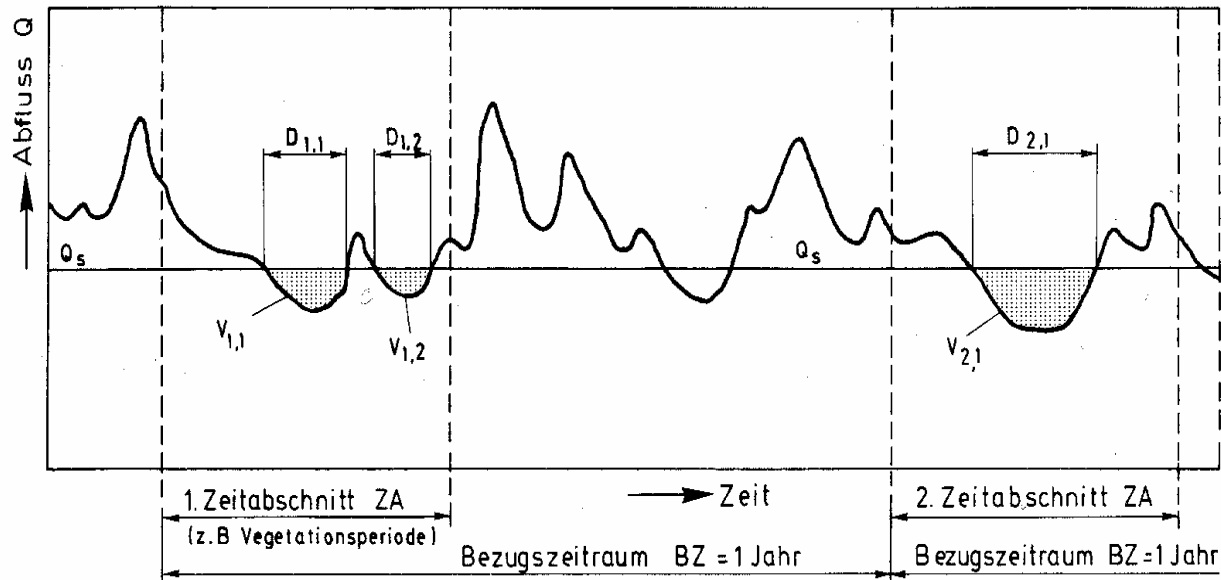
- NMxQ** - niedrigstes arithmetisches Mittel von x aufeinander folgenden Tageswerten des Durchflusses innerhalb des Zeitabschnittes ZA
- BZ** - Bezugszeitraum, abhängig vom Niedrigwasserregime des Flusses; gewöhnlich das Wasserhaushaltsjahr (1. April bis 31. März)
- ZA** - Zeitabschnitt: Jahr, Sommerhalbjahr, Winterhalbjahr, Vegetationsperiode
- x** - 1, 7, 10, 30 oder auch 5, 14, 15, 20, ... Tage

# Mean minimum flow



# Threshold-related characteristics

## Nach DVWK (1992)

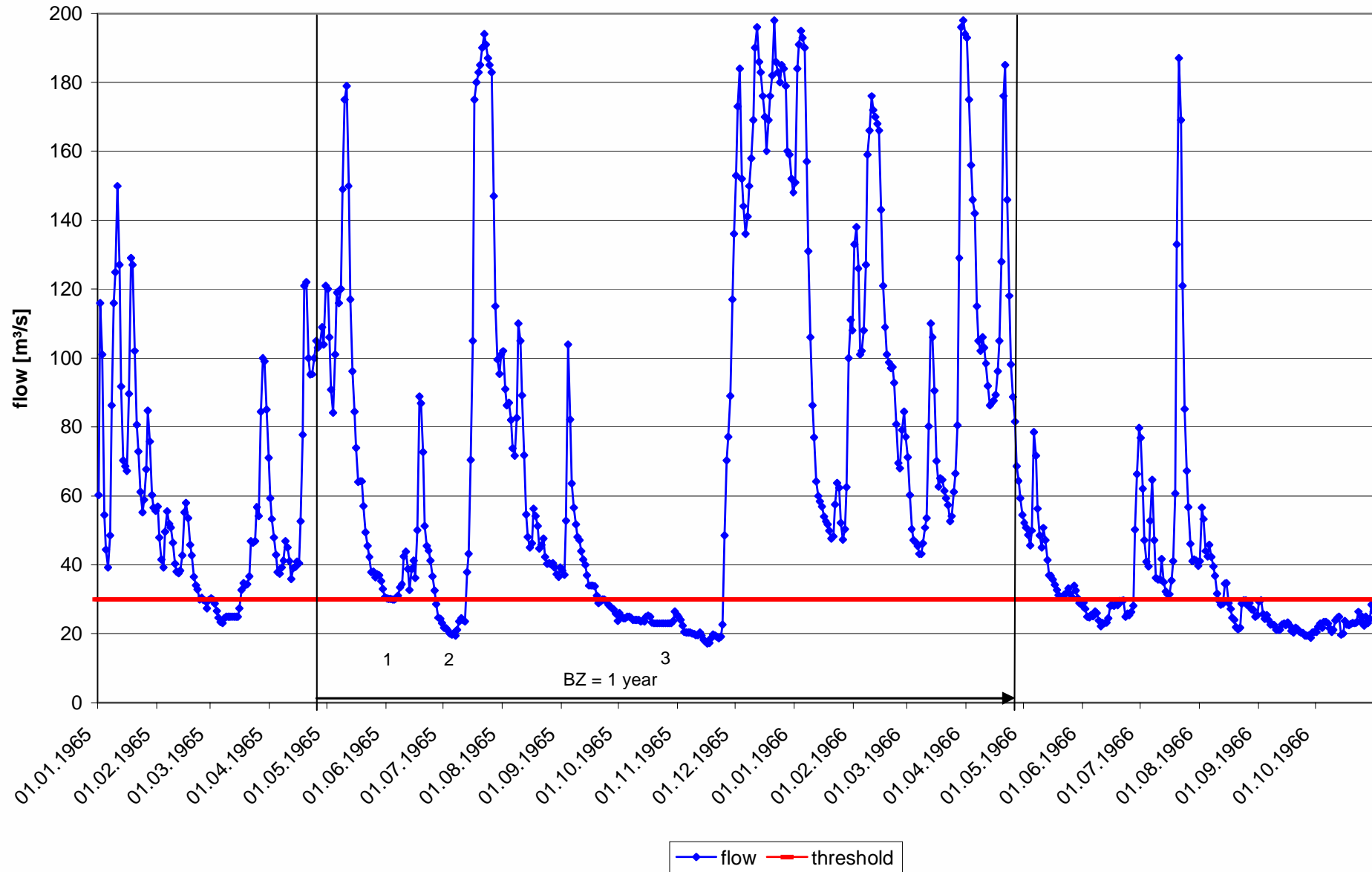


$$\begin{aligned} \max D_1 &= D_{1,1} \\ \Sigma D_1 &= D_{1,1} + D_{1,2} \\ \max V_1 &= V_{1,1} \\ \Sigma V_1 &= V_{1,1} + V_{1,2} \end{aligned}$$

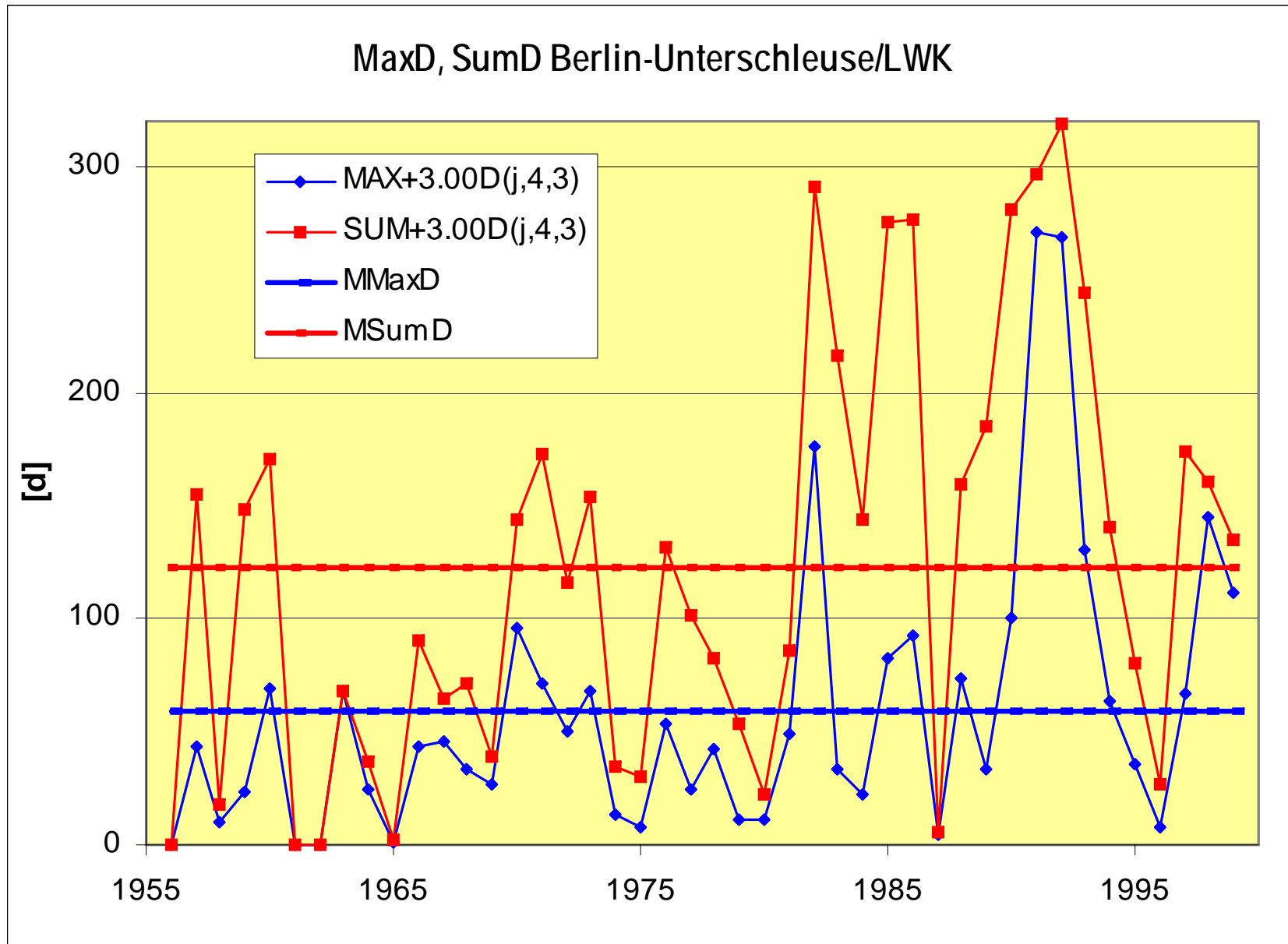
$$\begin{aligned} \max D_2 &= D_{2,1} \\ \Sigma D_2 &= D_{2,1} \\ \max V_2 &= V_{2,1} \\ \Sigma V_2 &= V_{2,1} \end{aligned}$$

- MaxD** - längste Unterschreitungsdauer eines Schwellwertes  $Q_s$  innerhalb des Zeitabschnitts ZA in Tagen
- SumD** - Summe aller Unterschreitungsdauern des  $Q_s$  innerhalb ZA in Tagen
- MaxV** - größte Fehlmenge zwischen Ganglinie und  $Q_s$  innerhalb ZA in mm oder  $hm^3$
- SumV** - Summe aller Fehlmengen zwischen Ganglinie und  $Q_s$  innerhalb ZA

# Threshold-related characteristics

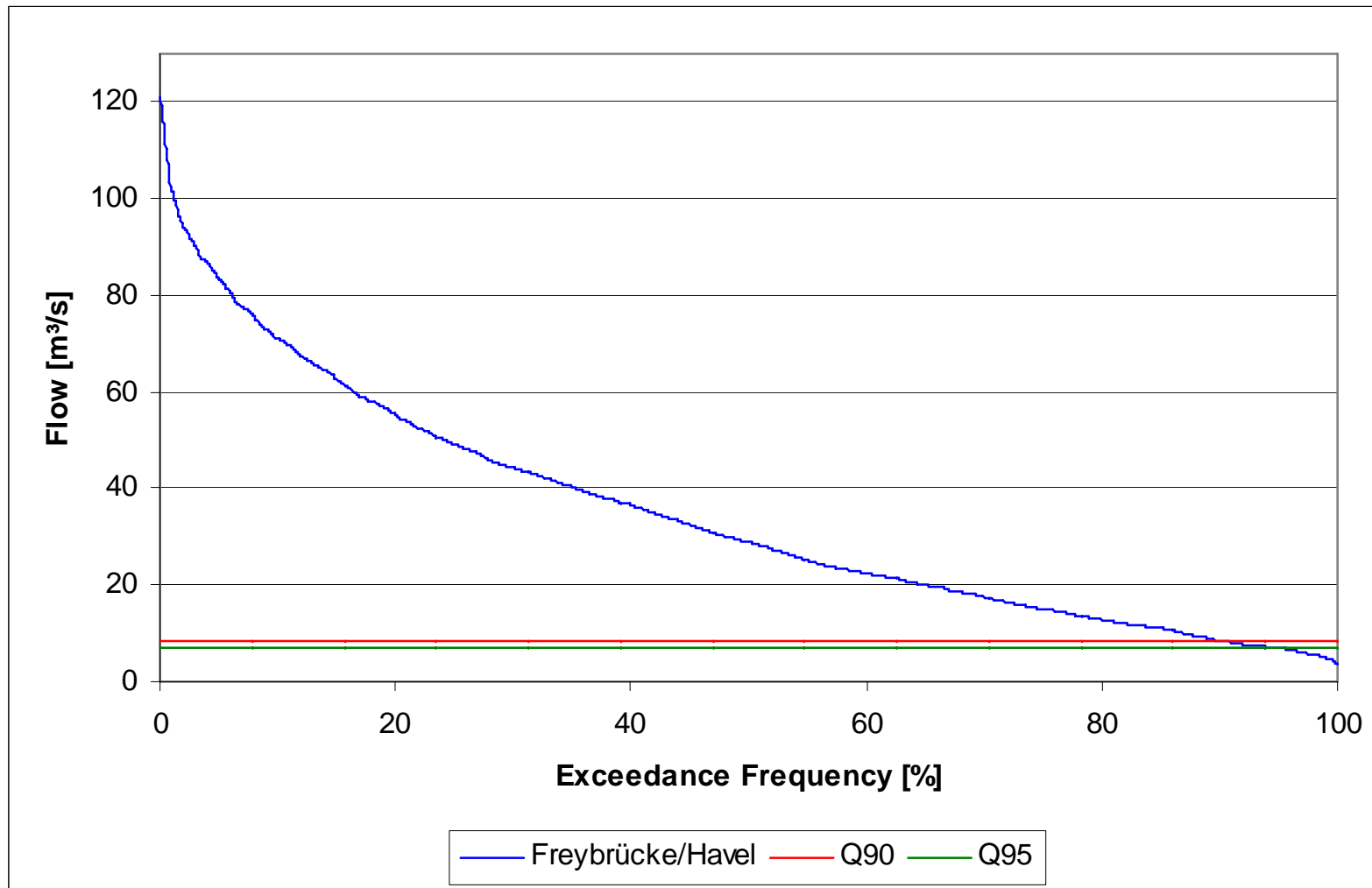


# Threshold-related characteristics





# Percentiles from FDC



**Q90 - 90% Überschreitung**

**Q<sub>347</sub> - 347 d Überschreitung**

- **BF - Basisabfluss**
- **BFI – Basisabflussanteil am Gesamtabfluss**
- **K - Rückgangskonstante linearer Speicher**
- **A – Rückgangskonst. nicht linearer Speicher**
- **$\alpha$  - Auslaufkoeffizient**

Deutsche Arbeiten dazu von z. B. Demuth (1993),  
Willems & Kleeberg (1999) und Wittenberg (1997, 1999)

# Low-flow indices

Index	Dimension	Anwendung
<b>MNQ</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	EU-WRRL, Hydrologische Statistik, Planung, Bemessung
<b>NMxQ, MNMxQ</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Niedrigwasserstatistik, Planung, Bemessung
<b>MaxD, SumD</b>	<b>d</b>	Niedrigwasserstatistik, Planung für Ökologie, Schifffahrt, Wasserkraftanlagen
<b>MaxV, SumV</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	Niedrigwasserstatistik, Speicherbewirtschaftung, Niedrigwasseraufhöhung
<b>Q90, Q<sub>347</sub></b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Niedrigwasserstatistik, Planung, Bemessung z. B. für Wasserkraftanlagen
<b>K, A</b>	<b>d</b>	Grundwasserdargebot, Niedrigwasserstatistik, Planung, Bemessung
<b>BFI, α</b>		Grundwasserdargebot, Niedrigwasserstatistik, Planung, Bemessung

**Aufgabe:** regionale Übertragung oder flächenhafte Verallgemeinerung  
einer Größe oder eines Parameters (Becker 1992)

## Methoden

- Einfache Übertragungsverfahren
- Multiple Regression
- Index-Verfahren
- Räumliche Interpolation
- Berechnung mit Wasserhaushaltsmodellen

DWA-AG mit Koehler, Belke, (Demuth), Draschoff, Ebner von Eschenbach, Finke, Laaha, Lorenz,  
Prellberg, Walther, Willems

## Niedrigwasserperiode 2003 in Deutschland – Ursachen, Wirkungen, Folgen

AN: Uni. Kaiserslautern

AG: BfG für DWA

Lit.: BfG-Mitteilungen Nr. 27 (2006);

Hy+Wa 51(2007)3, 118-129

Aufgabe: Analyse der Trockenperiode 2003 hinsichtlich meteorologischer Ursachen, Folgen; regionale Vergleiche; Vergleich mit Vergangenheit; einheitliche Methodik für Deutschland

Untersuchte Größen:

meteorologische Größen

MQ, MQWinter, MQSommer

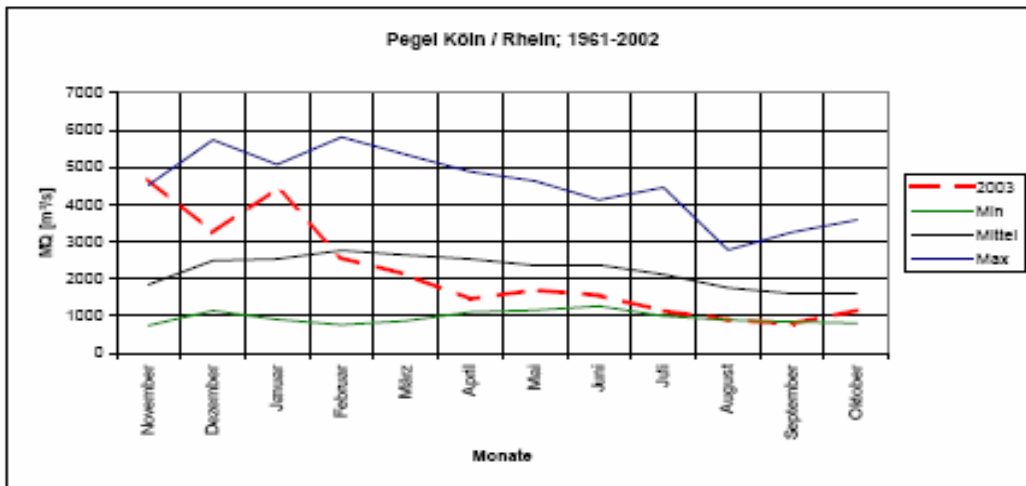
**MNQ, NM7Q, NM30Q**

# Application: Characterization year 2003

Abfluss-Analysen Gewässer Rhein  
Pegel Köln

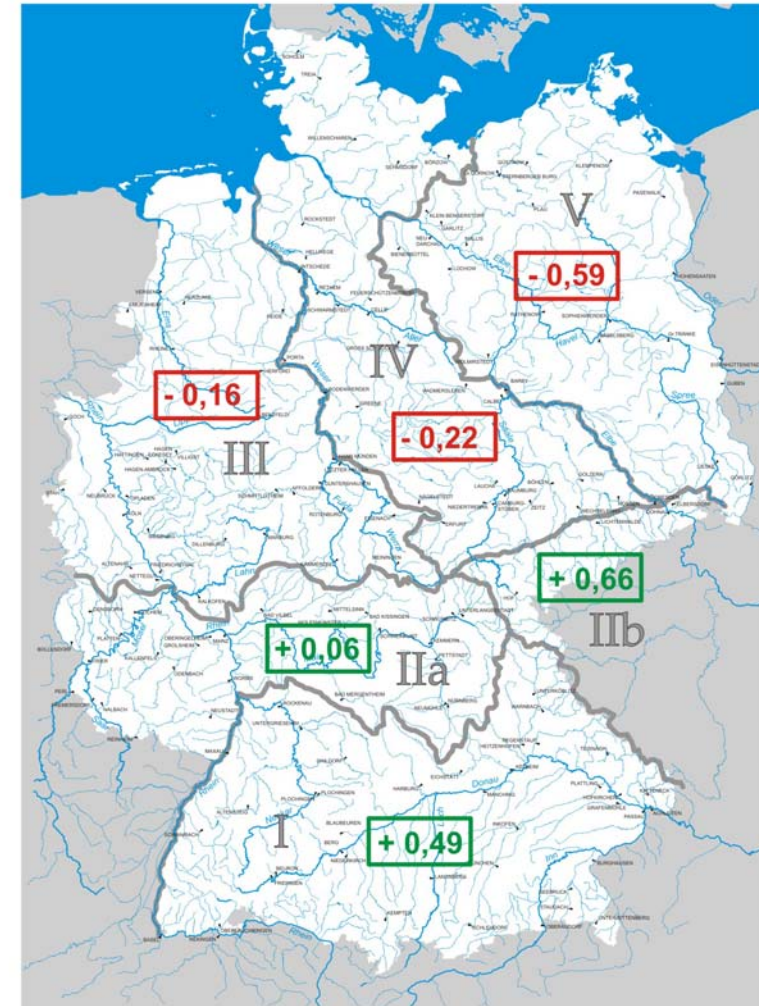
Merkmal	Abflüsse in m <sup>3</sup> /s für Zeitraum (Abflussjahre)					
	1846 - 2002	1901 - 2002	1931 - 2002	1941 - 2002	1961 - 2002	2003
Wi MQ	2257	2291	2315	2368	2464	3090
So MQ	1929	1902	1907	1880	1963	1200
MQ	2092	2095	2109	2122	2112	2140
Wi MNQ	1004	1035	1059	1071	1120	1270 <sup>1)</sup>
So MNQ	1099	1065	1070	1040	1067	641 <sup>1)</sup>
MNQ	918	923	938	942	991	
NQ	401	470	470	530	683	641
NM7Q <sub>2</sub> <sup>3)</sup>	962	964	975	974	1001	659 <sup>2)</sup>
NM30Q <sub>2</sub>	1096	1098	1107	1098	1137	760 <sup>2)</sup>
NM7Q <sub>10</sub>	695	716	715	723	771	
NM30Q <sub>10</sub>	791	783	783	780	845	
NM7Q <sub>100</sub>	521	565	567	567	630	
NM30Q <sub>100</sub>	603	593	588	573	663	
T <sub>n</sub> (NM 7Q) <sup>3)</sup>	10 - 20	20	20	20	50	
T <sub>n</sub> (NM30Q)	10 - 20	10 - 20	10 - 20	10 - 20	20 - 50	
Trend (pro Jahr) <sup>4)</sup>	+ 0,32	+ 0,97	+ 1,00	+ 3,83	+ 4,11	
Sprung	1964/65	1964/65	1964/65	1964/65	1998/99	

Analyse der Abflussdaten für  
159 Pegel, Beispiel  
Köln/Rhein 1845-2002/2003



## NM7Q(2003): Vergleich mit 1961-2002 (logPearson-3)

Einzugsgebiet	Widerkehrsintervall Tn min	Widerkehrsintervall Tn max
<b>Rhein</b>	5-10 a	50 a
<b>Donau</b>	2-5 a	10-20 a
<b>Weser</b>	5-10 a	
<b>Elbe</b>	5-10 a	20 a
<b>Oder</b>	20-50 a	> 100 a



**Trend pro Jahr in % 1961-2002 für NM7Q**

# Application: long-term behaviour of low flow parameters

Klima- u. anthropogener Einfluss auf  
Niedrigwasser

AN: BfG; AG: WNA Berlin, Magdeburg

Lit.: BfG-1445, 1561; Hy+Wa  
49(2005)5,248-254, 50(2006)3,133-141

## Aufgabe

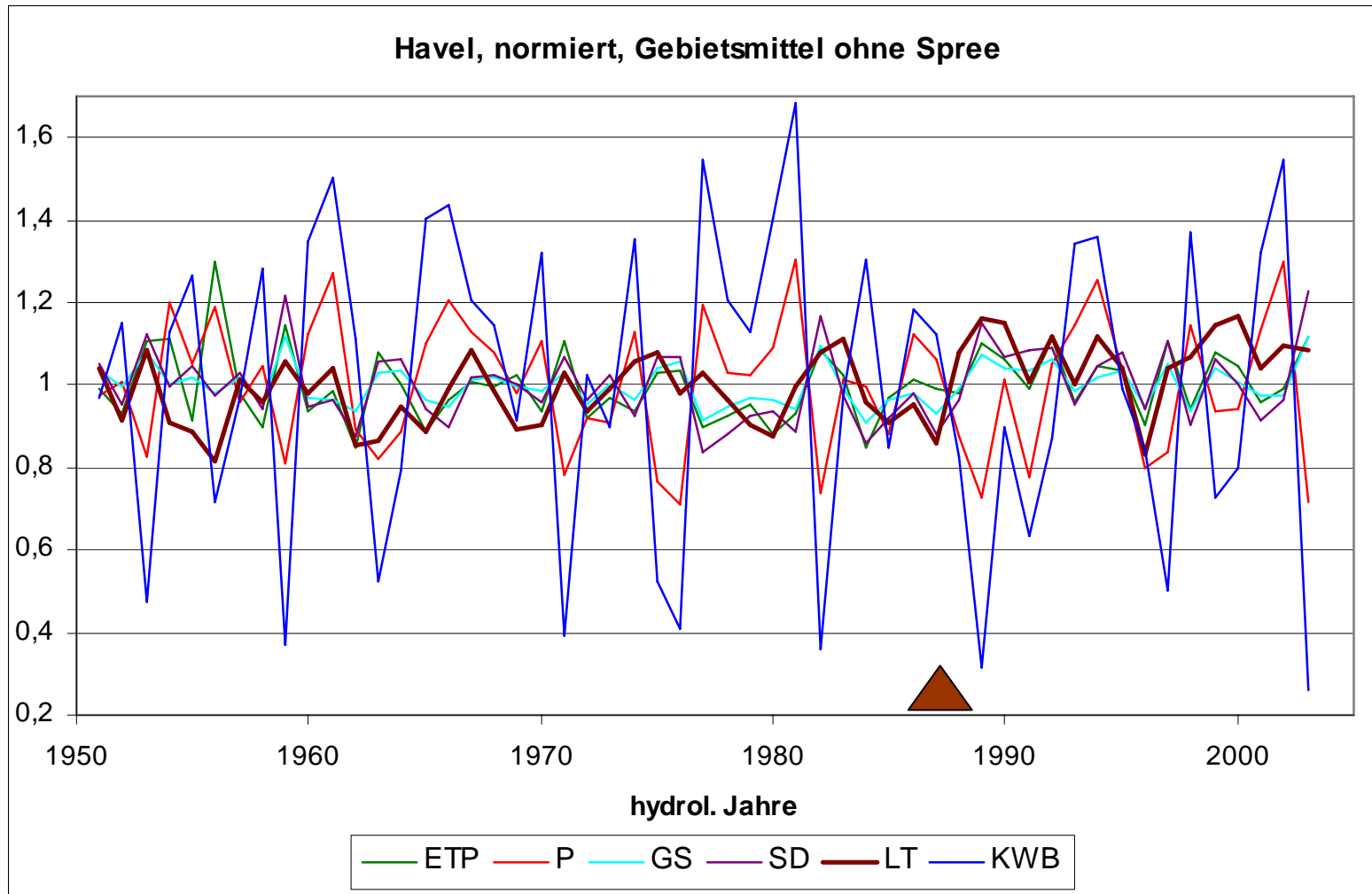
Ursachen der Verringerung  
der Niedrigwasserabflüsse in  
der Unteren  
Havelwasserstraße (UHW)





## Methodik

- Datenrecherche, Bildung von Serien NMxQ, MaxD, SumD, MaxV, SumV
- Sprunganalyse nach Bernier und Pettitt
- Teilung der Serien an Sprungstelle bei Signifikanz
- Primärstatistische Kennzahlen wie Mittel, Median, Variationskoeffizient, ...
- Homogenitätsuntersuchungen mittels univariater Tests
- Trenduntersuchungen
- Vergleiche mit Zeitreihenanalysen von Klimagrößen und Wassernutzungen, Korrelationsanalyse
- Regionale Vergleiche mit Pegeln der Zuflüsse und der Elbe
- Ergebnisinterpretation

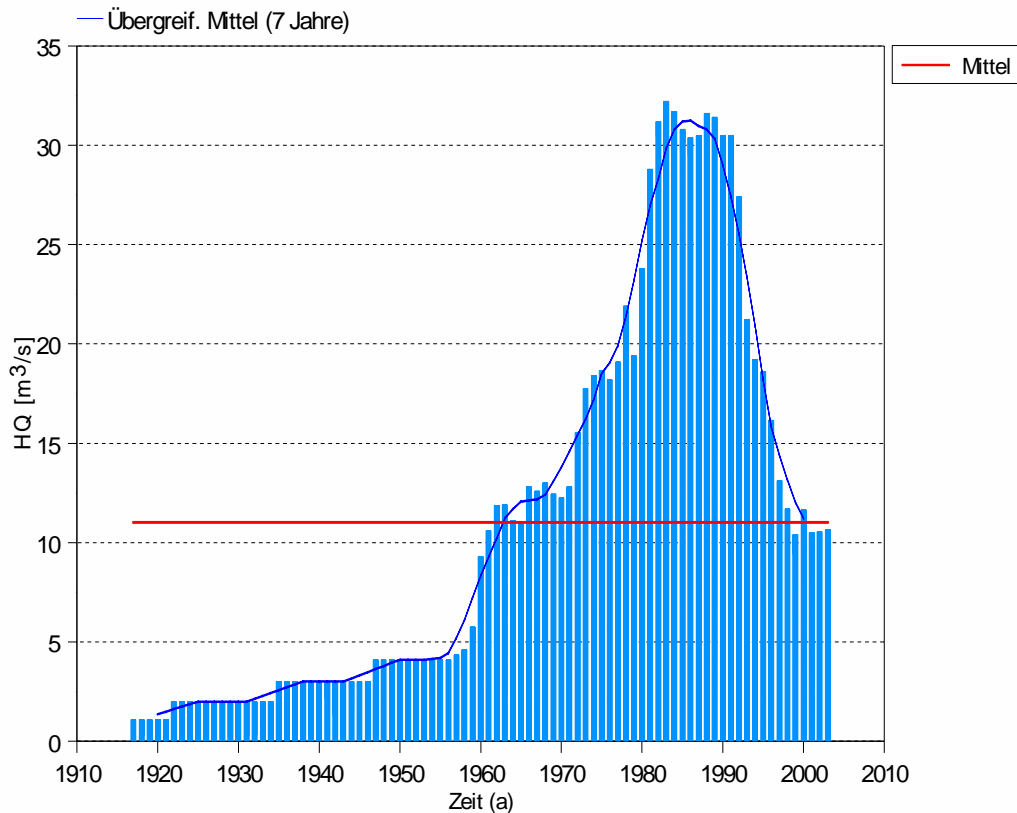


Lufttemperatur Sprung 1987 und positiver Trend signifikant

Niederschlag und klimatische Wasserbilanz Tendenz negativ

# Application: long-term behaviour of low flow parameters

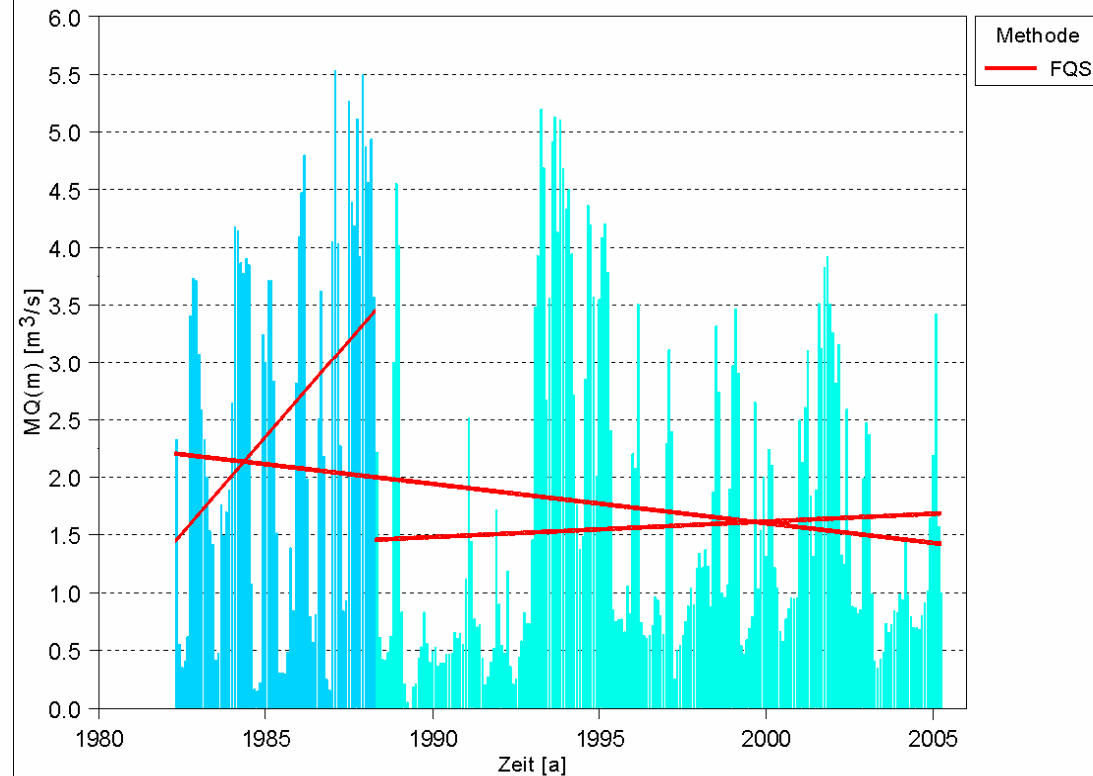
Pegel Grubenwasser/?  
Variable HQ(j,11,10), Zeitraum 01.01.1917-31.12.2003



HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

IAWG 2001

Pegel MirowBolt/MOS, Vergleich von Berechnungszeiträumen  
Variable MQ(m), Trend



HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

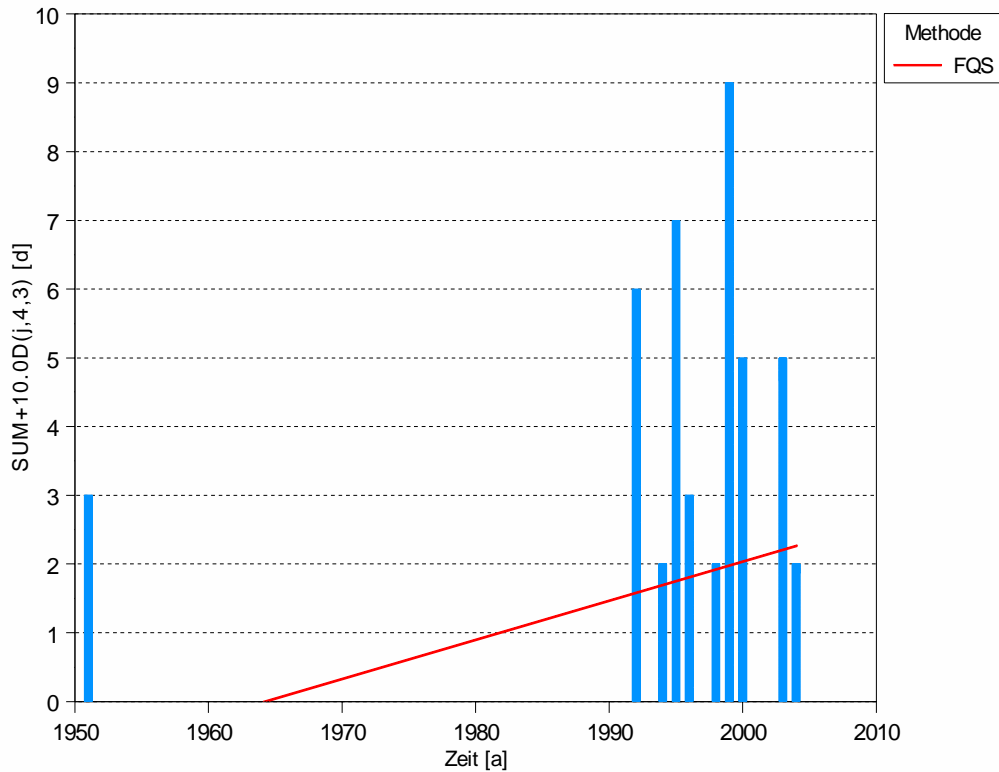
IAWG 2001

Braunkohle: Bruchpunkt 1987 in  
Sümpfungswassereinleitung

Veränderungen in der Bewirtschaftung von  
Speichern und Überleitungen verringert den  
Durchfluss in der UHW um ca. 1 m<sup>3</sup>/s

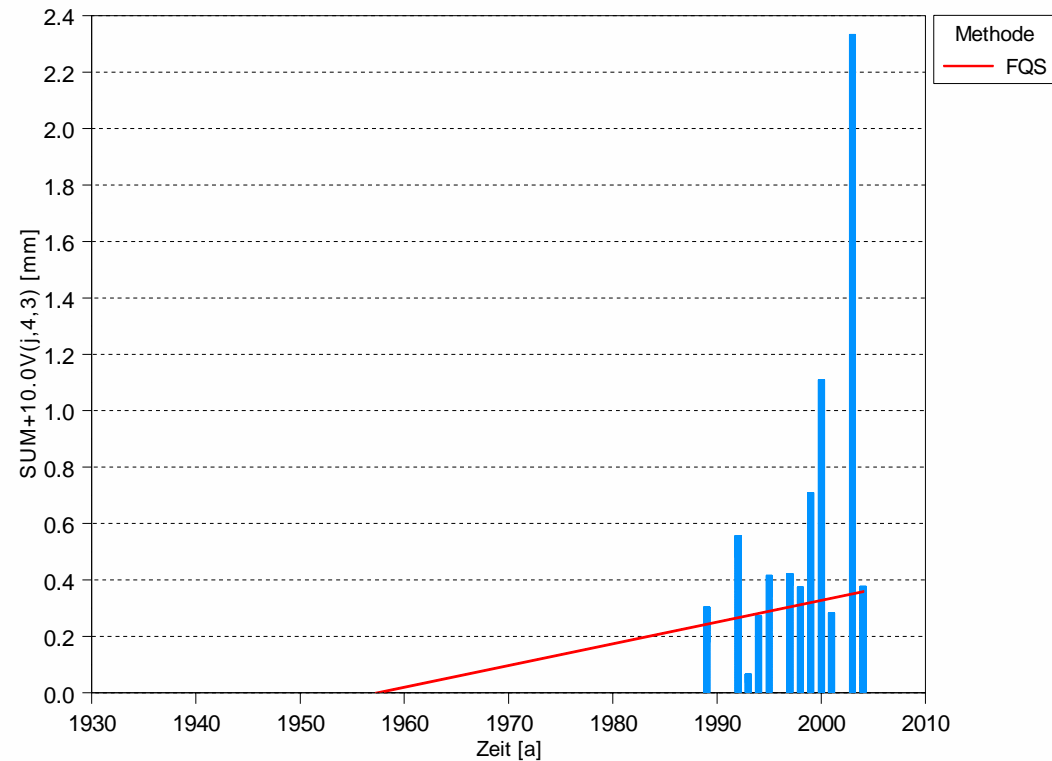
# Application: long-term behaviour of low flow parameters

Pegel Rathenow-Hauptschleu/Havel  
Variable SUM+10.0D(j,4,3), Trendberechnung Zeitraum 01.01.1951-31.12.2005



HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

Pegel Ketzin/Havel  
Variable SUM+10.0V(j,4,3), Trendberechnung Zeitraum 01.01.1936-31.12.2005



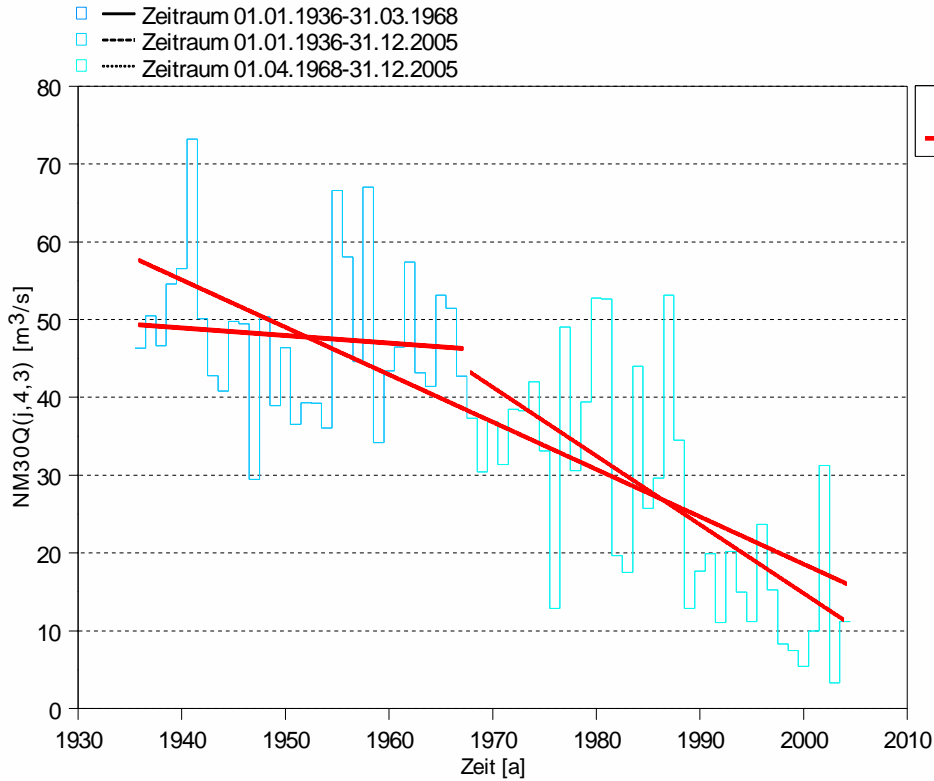
IAWG 2001 HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

IAWG 2001

$Q_s$  in Ketzin erst nach Sprung unterschritten → Probleme mit Mann-Kendall-Test

# Application: long-term behaviour of low flow parameters

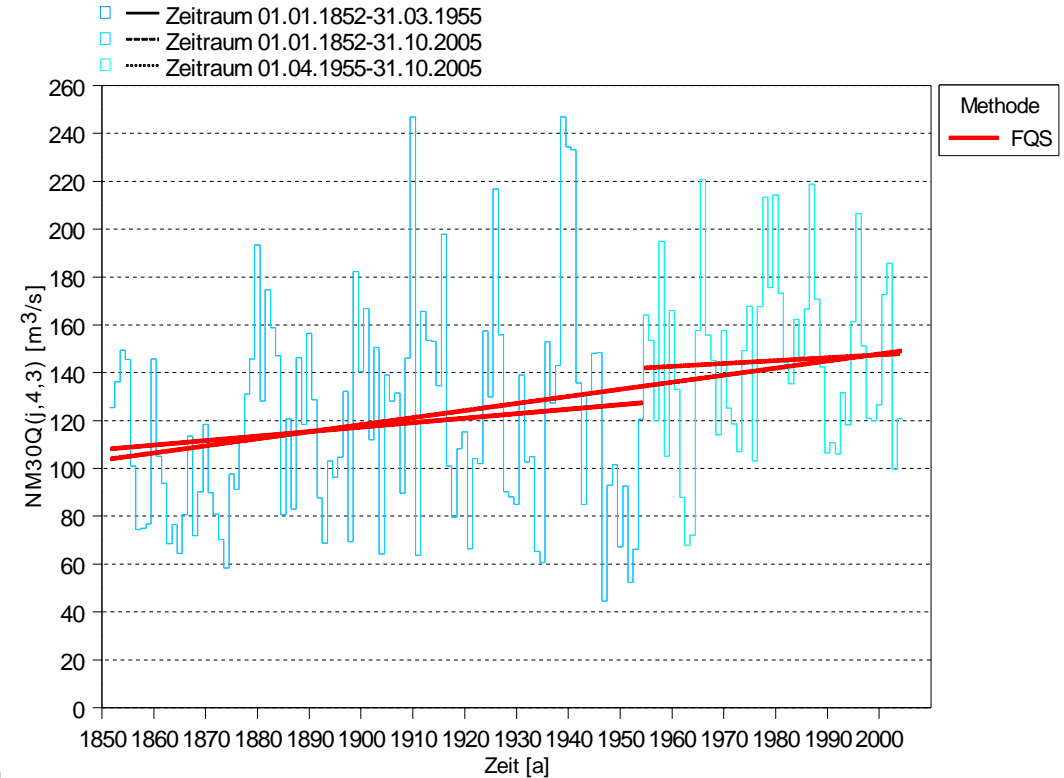
Pegel Ketzin/Havel, Vergleich von Berechnungszeiträumen  
Variable NM30Q(j,4,3), Trend



HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

IAWG 2001

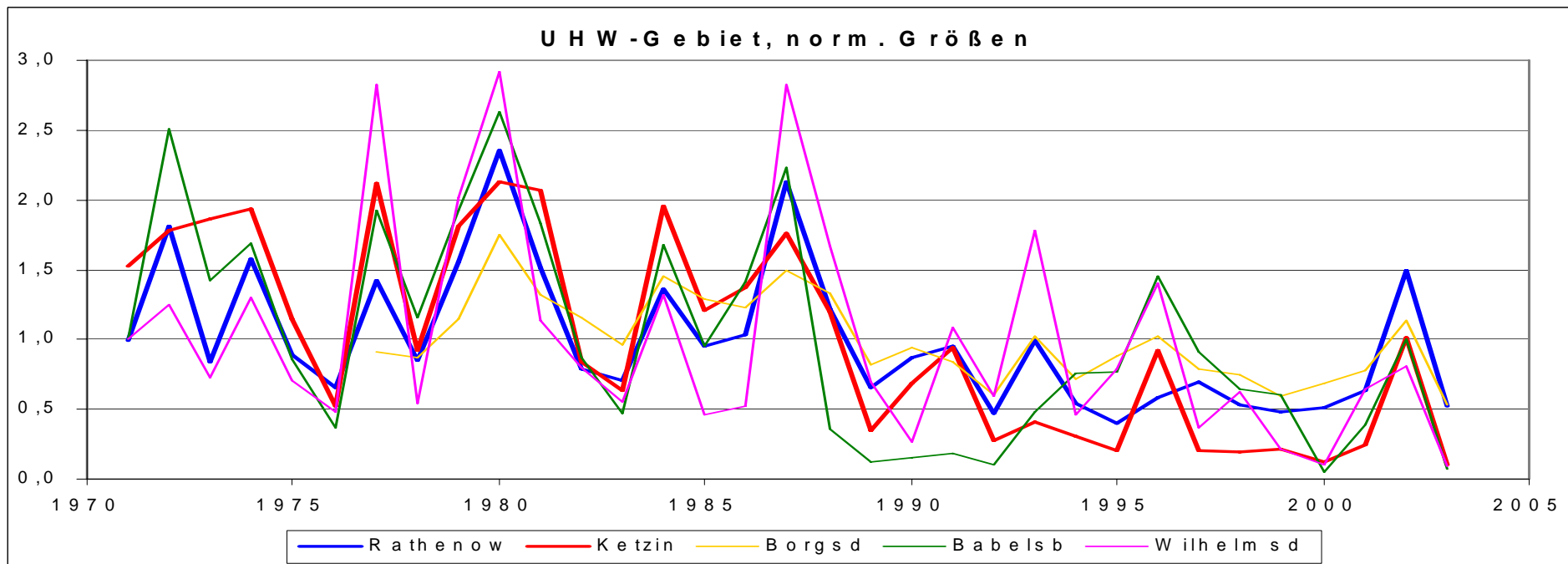
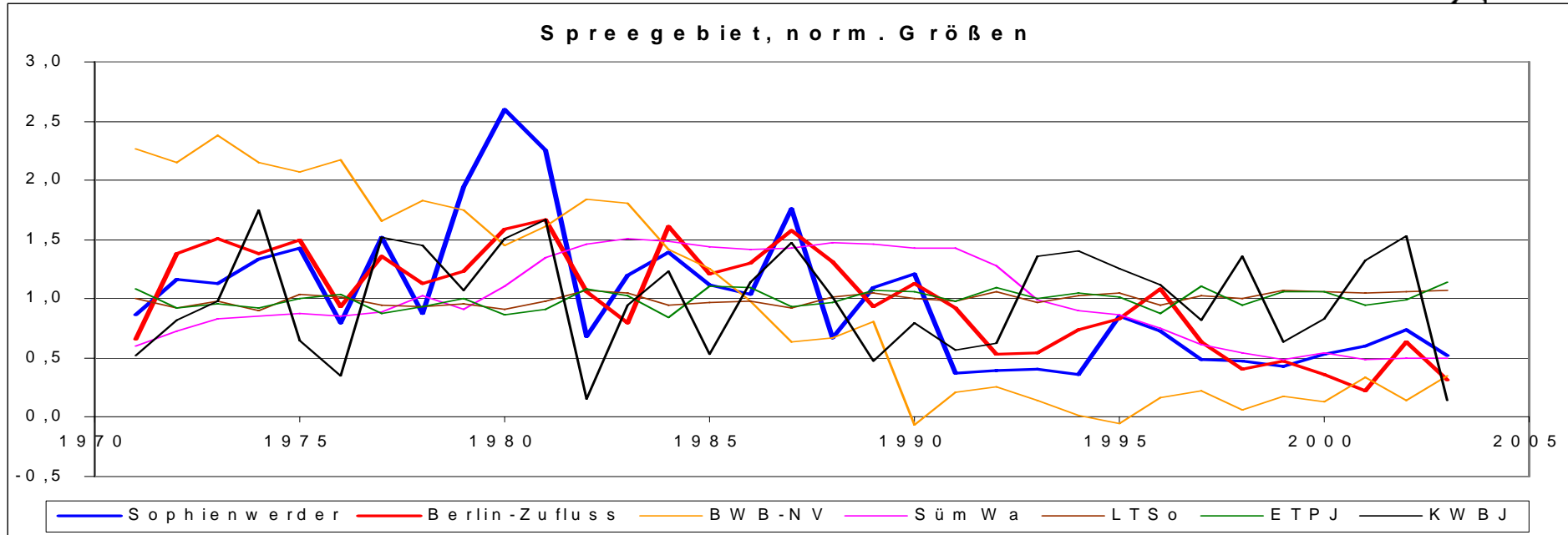
Pegel Dresden/Elbe, Vergleich von Berechnungszeiträumen  
Variable NM30Q(j,4,3), Trend



HyStat/HQ-NQ BfG 1.06

IAWG 2001

# Application: long-term behaviour of low flow parameters



Gründe für Rückgang der NMxQ in der **unteren Havel** sind sehr komplex:

- Negative Tendenz in der klimatischen Wasserbilanz
- Rückgang der Einleitungen des Braunkohlebergbaus im Spreengebiet
- Verringerung der Speisung aus Überleitungen
- Verringerung der Abgabe aus Niederungsgebieten durch veränderte Bewirtschaftung zum Rückhalt von Wasser in Feuchtfächen
- Vergrößerung von Nutzungsverlusten der Heizkraftwerke trotz Verringerung des Wasserbedarfs

Die Serien der **Elbe** weisen Sprünge um 1954 auf bei positiven Trend der NMxQ

Nach dem Sprung ist die Tendenz in Dresden weiterhin positiv,  
in Wittenberge jedoch negativ

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Niedrigwasser auf der Elbe bei Königstein (1904)

