

## Workshop

### Auswirkungen des Klimawandels auf das Flussgebiet Rhein

Entwicklung der Rheinwassertemperaturen in den letzten Jahrzehnten

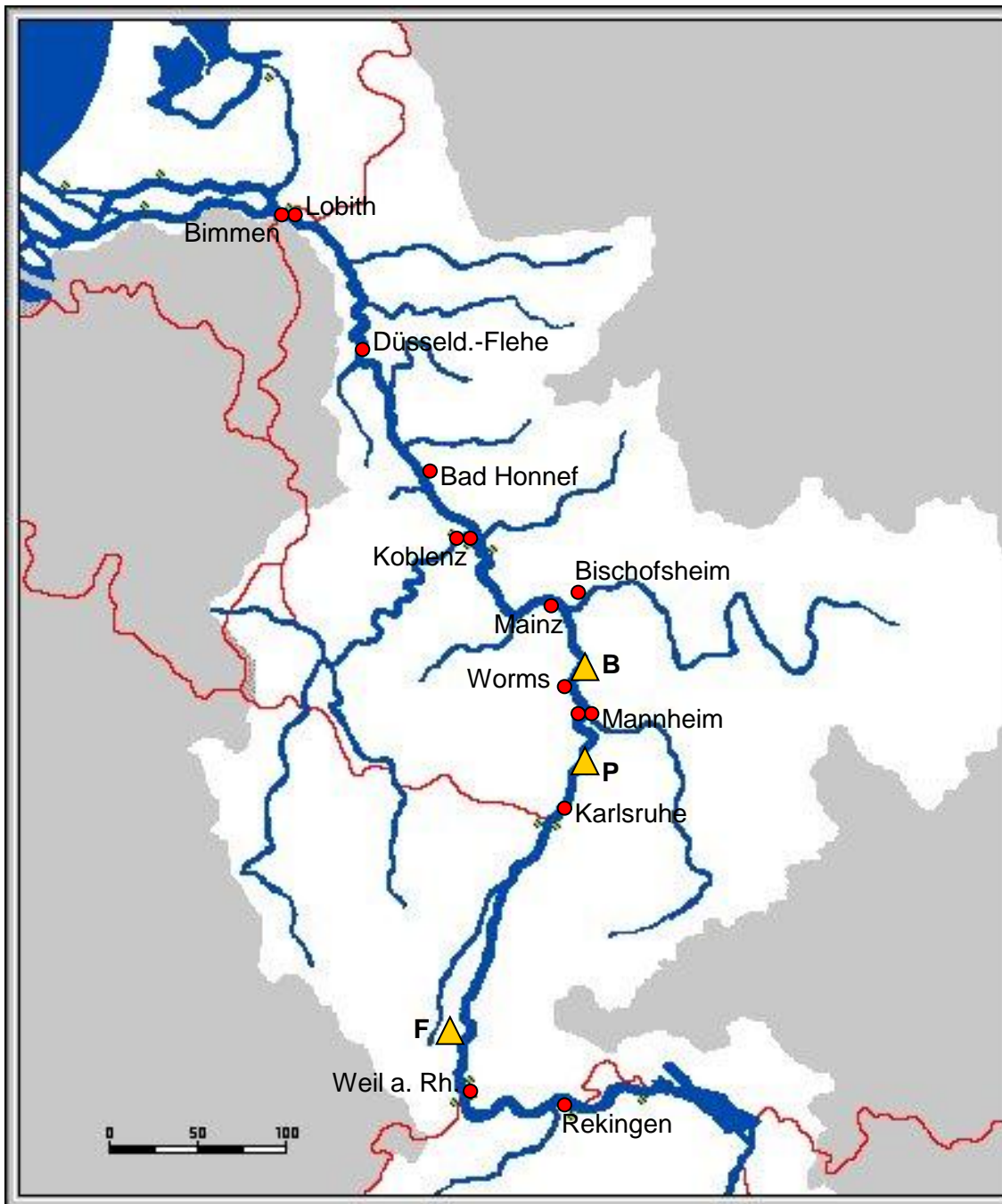
Martin Keller, Bundesanstalt für Gewässerkunde

- Datenbasis validierter Temperaturmessungen
- Entwicklung der Wassertemperaturen längs des Rheins
- Quantifizierung des Einflusses von
  - großen Wärmeeinleitungen und von
  - Rheinnebenflüssen auf die Wassertemperatur des Rheins
- Verifizierung von Temperaturtrends über die letzten Jahrzehnte
  - langjährige Trends
  - saisonale Trends
  - Entwicklung von Extremwerten
- Aktuelle Wassertemperaturentwicklung zwischen Karlsruhe und ...Mainz im Jahr 2011

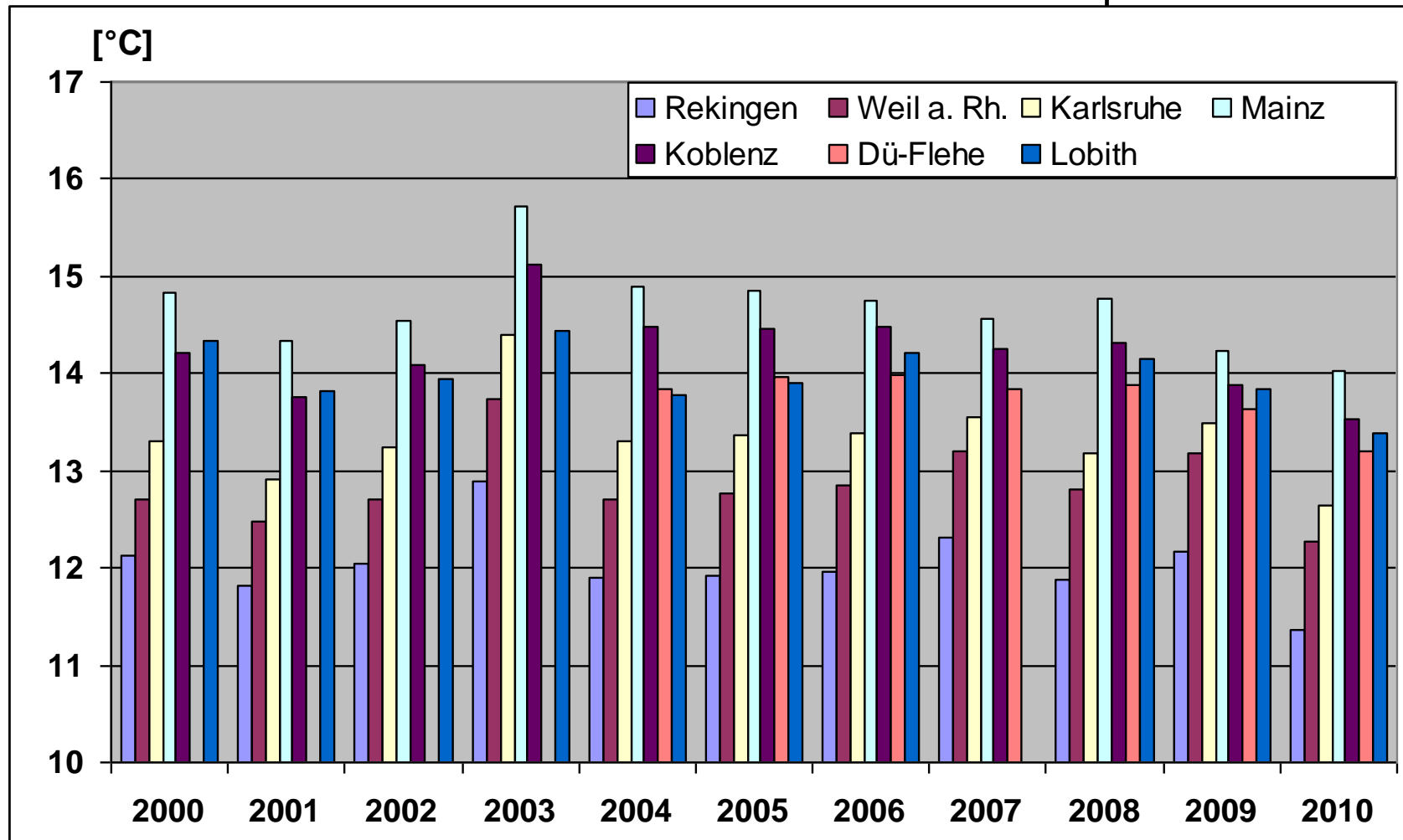
Zeitreihen mit Tagesmittelwerten aus kontinuierlicher Messung

<b>WT-Messstellen</b>	<b>Fluss (km)</b>	<b>Zeitreihe WT</b>	<b>Quelle</b>
Rekingen	Rhein, km 90,7	1997-2011	BAFU
Weil a. Rh.	Rhein, km 174,0	1997-2011	BAFU
Karlsruhe	Rhein, km 359,2	1988-2011	LUBW
BASF WW Süd	Rhein, km 426	1991-2011	BASF
Mannheim	Neckar, km 3,0	2000-2010	LUBW
Worms	Rhein, km 443,3	1996-2009	LUWG
Bischofsheim	Main, km 4,0	2000-2010	HLUG
Mainz	Rhein, km 498,5	1980-2011	LUWG
Koblenz/Rh.	Rhein, km 590,3	1978-2011	BfG
Koblenz/Mosel	Mosel, km 2,0	1978-2011	BfG
Bad Honnef	Rhein, km 640,0	2004-2010	LANUV
Düsseld.-Flehe	Rhein, km 732,2	2004-2010	LANUV
Kleve-Bimmen	Rhein, km 865,0	1995-2009	LANUV
Lobith	Rhein, km 862,3	2000-2010	RWS

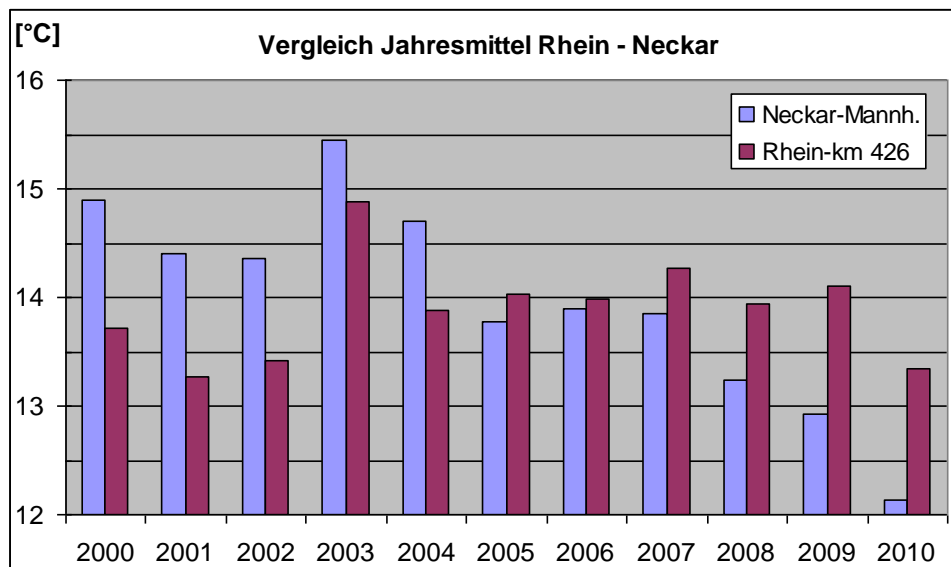
## Lage der Messstationen



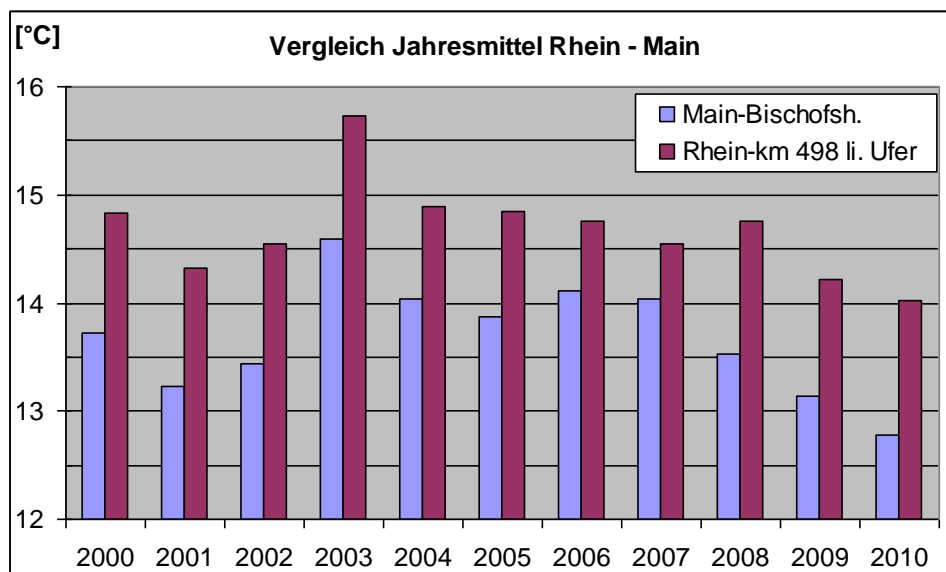
## Jahresmittelwerte 2000-2010 der Rheinwassertemperaturen



# Einfluss von Rheinnebenflüssen



WT in °C	Neckar-Mannh.	Rhein-km 426	delta T
Mittel 2000-2004	14,8	13,8	0,93
Mittel 2006-2010	13,2	13,9	-0,72



WT in °C	Main-Bischofsh.	Rhein-km 498 li. Ufer	delta T
Mittel 2000-2010	13,7	14,7	-1,0

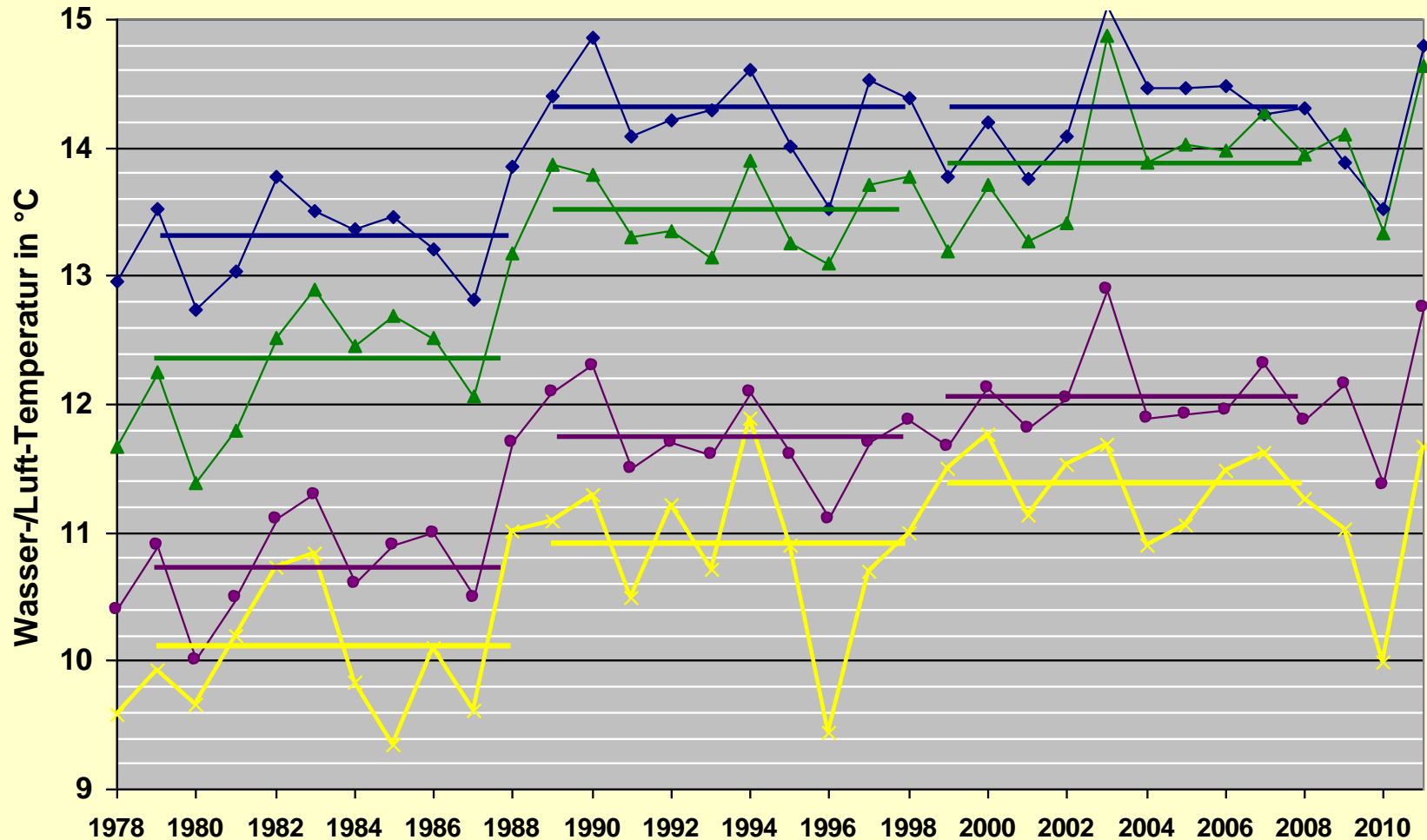
# Einfluss von großen Wärmeeinleitungen

Wärmeeinleiter	MW*	MQ [m³/s]	theoret. Temp.- erhöhung [°C]
AKW Fessenheim	3520	1250	0,67
AKW Philippsburg	4265	1400	0,73
AKW Biblis	4940	1400	0,84
Gesamt KA - Worms	15000	1400	2,55
delta T: MZ-KA 2010			1,4

\* Genehmigte Wärmeeinleitungen gemäß IKS-R-Bericht Nr. 151  
(Inventar der Wärmeeinleitungen 2004 )

## Vergleich Rheinwasser-T. und Luft-T. Jahres- und Dekadenmittel

- ◆ Ko/Rh km 590
- ▲ Wasserwerk Süd, km 426
- Rekingen, km 90,7
- ✕ Luft-T. - Mannh.



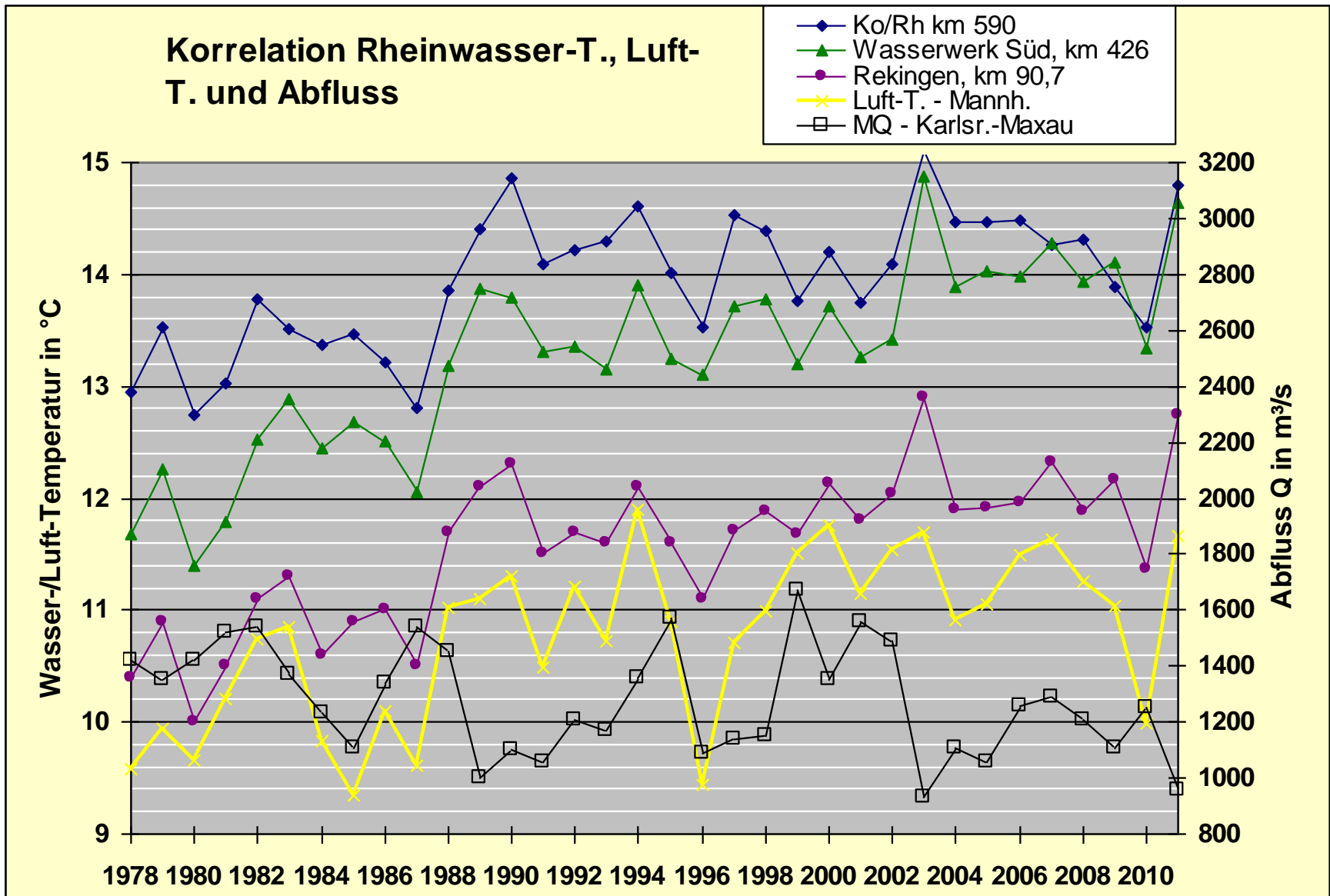


# Wassertemperaturen im langjährigen Vergleich

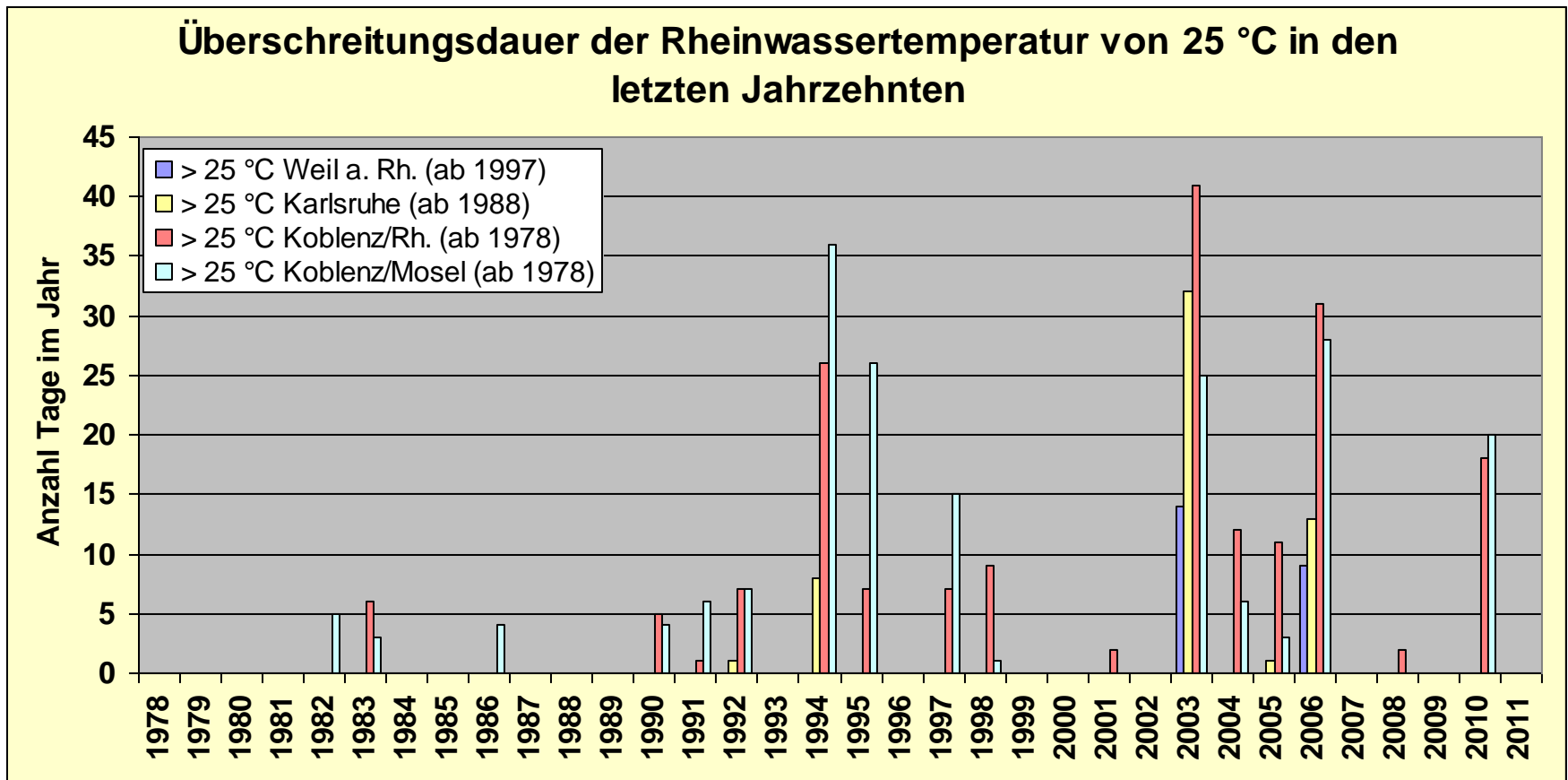
Trendauswertung für  
ausgewählte Zeitreihen  
mit dem Mann-Kendall-  
Trendtest

Messstation	Zeitreihe	signifikanter Trend (%)	Zu-/Abnahme der WT in °C	Mittelwerte (Zeitbezug)
Rekingen	1978-2011	99,9	1,7	Jahresmittel
BASF WW Süd	1978-2011	99,9	2,2	Jahresmittel
Mainz	1980-2011	99	1,3	Jahresmittel
Koblenz/Rh.	1978-2011	99,9	1,2	Jahresmittel
Rekingen	1989-2011	-	0,5	Jahresmittel
BASF WW Süd	1989-2011	95	0,9	Jahresmittel
Mainz	1989-2011	-	-0,2	Jahresmittel
Koblenz/Rh.	1989-2011	-	0,01	Jahresmittel
Koblenz/Rh.	1978-2011	99	1,7	Frühling
Koblenz/Rh.	1978-2011	99,9	2,3	Sommer
Koblenz/Rh.	1978-2011	-	0,6	Herbst
Koblenz/Rh.	1978-2011	-	-0,3	Winter
BASF WW Süd	1978-2011	99,9	2,7	Frühling
BASF WW Süd	1978-2011	99,9	2,6	Sommer
BASF WW Süd	1978-2011	95	1,1	Herbst
BASF WW Süd	1978-2011	95	1,4	Winter
Koblenz/Rh.	1989-2011	-	-0,2	Frühling
Koblenz/Rh.	1989-2011	-	-0,2	Sommer
Koblenz/Rh.	1989-2011	-	0,5	Herbst
Koblenz/Rh.	1989-2011	-	-0,9	Winter
BASF WW Süd	1989-2011	-	0,6	Frühling
BASF WW Süd	1989-2011	-	0,6	Sommer
BASF WW Süd	1989-2011	-	0,4	Herbst
BASF WW Süd	1989-2011	-	0,1	Winter

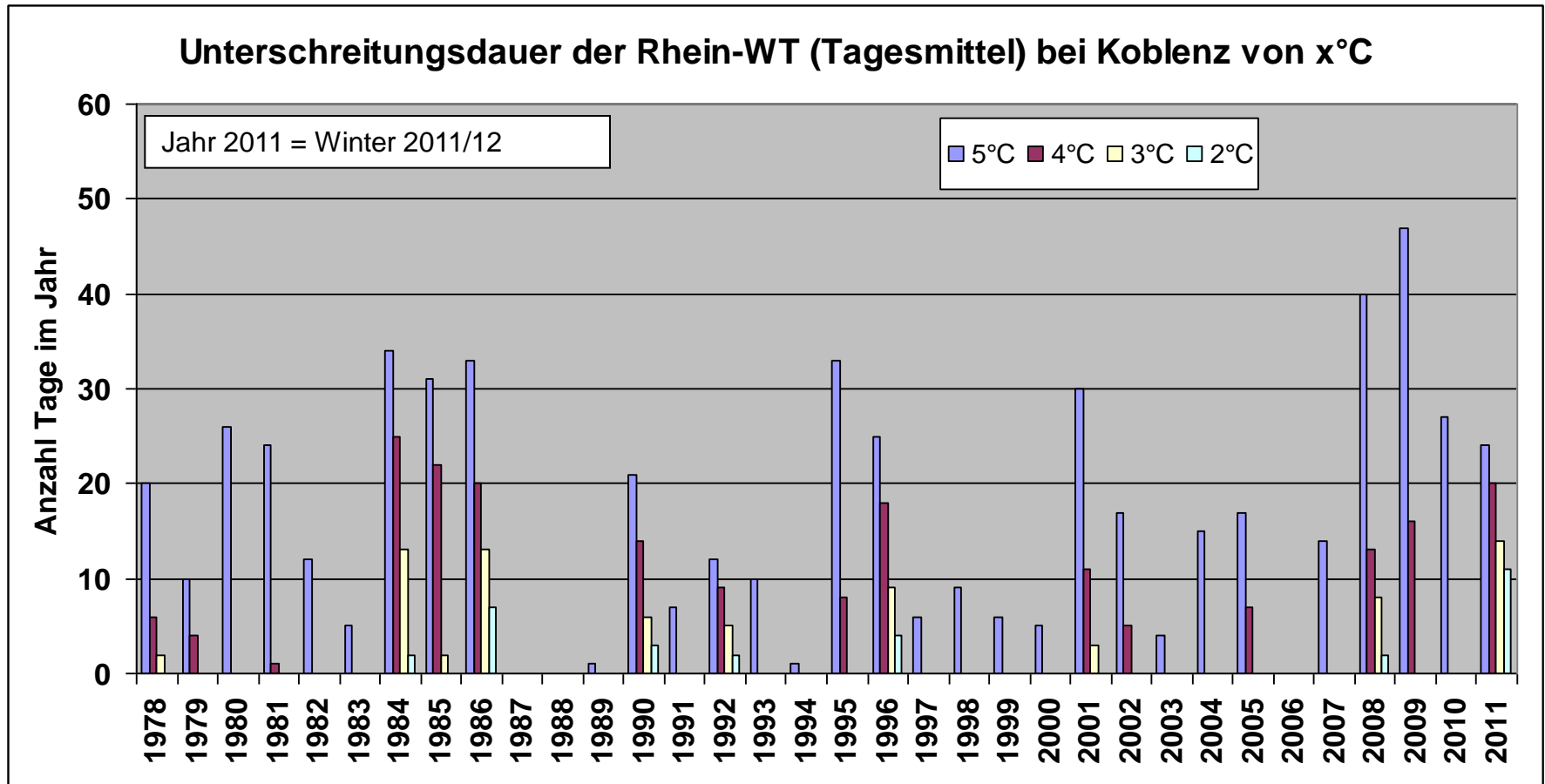
# Wassertemperaturen im langjährigen Vergleich



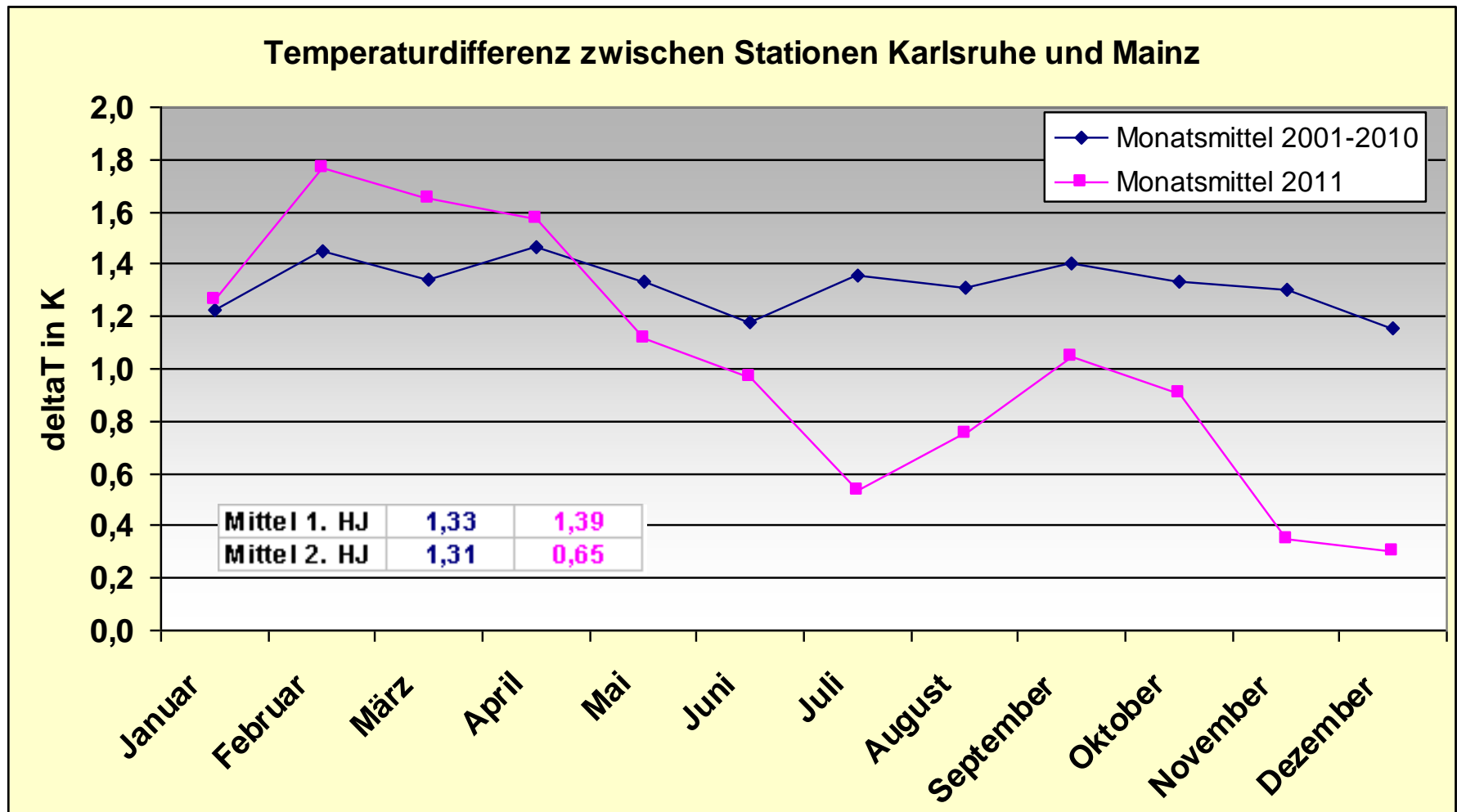
# Häufigkeitsverteilung: Überschreitungs- und Unterschreitungsdauer von Rhein-WT



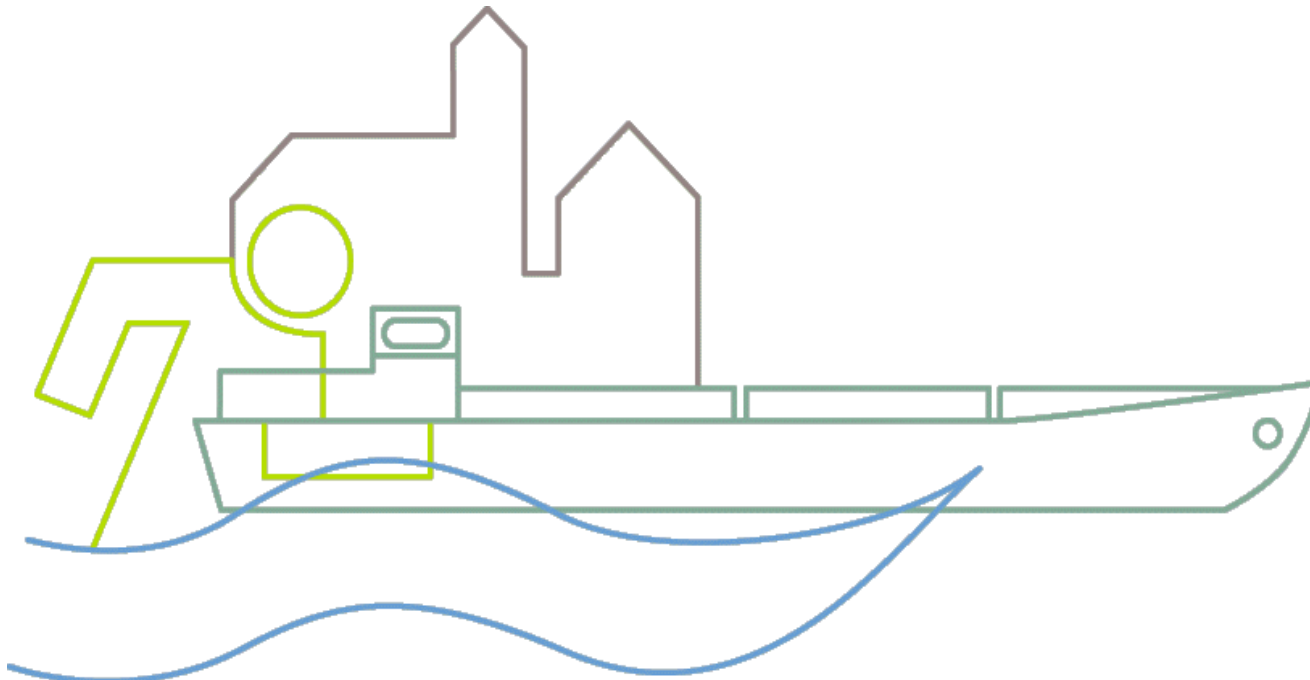
# Häufigkeitsverteilung: Überschreitungs- und Unterschreitungsdauer von Rhein-WT



# Aktuelle Wassertemperaturentwicklung zwischen Karlsruhe und Mainz im Jahr 2011



- Bezogen auf die Jahresmittel der Zeitreihe 1978 – 2011 hat die Rhein-WT:
  - am Hoch- und Oberrhein um 1,3 -2,2 °C und
  - am Mittelrhein um 1,2 °C zugenommen.
- Die Zunahme korreliert mit der Entwicklung der Lufttemperaturen und dem Abfluss
- Die stärkste Zunahme liegt mit 2,3 bis 2,6 °C in den Sommermonaten
- Bezogen auf die Zeitreihe 1989 – 2011 ist für den Hoch-/Oberrhein nur eine sehr geringe Zunahme der WT ohne signifikanten Trend zu ermitteln. Für den Mittelrhein ist keine Zunahme und kein Trend zu ermitteln.
- Große Nebenflüsse tragen im Mittel des Jahres zu einer geringen Abkühlung des Rheinwassers bei, saisonal bezogen aber nur in den Herbst- und Wintermonaten.
- Große Wärmeeinleiter (bis 2010) zwischen Karlsruhe und Worms tragen zu einer Erhöhung der WT bei Mainz um rund 1,4 °C bei (bezogen auf MQ).
- Durch die Stilllegung von vier AKW-Reaktorblöcken im März 2011 im Oberrhein-gebiet wurde die Temperaturerhöhung bis Mainz auf etwa die Hälfte reduziert.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. M. Keller  
Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Tel.: 0261/1306-5311  
E-Mail: [keller@bafg.de](mailto:keller@bafg.de)  
[www.bafg.de](http://www.bafg.de)