

Kopien an: Herren Renner, Dr. Sabrowski

Thüringer Fernwasserversorgung · Haarbergstraße 37 · 99097 Erfurt

Thüringer Landesamt für Umwelt,  
Bergbau und Naturschutz  
Referat 54 – Stauanlagenaufsicht  
Herrn Wiemann  
Harry-Graf-Kessler-Straße 1  
99423 Weimar

**Thüringer Fernwasserversorgung**  
Anstalt des öffentlichen Rechts  
Haarbergstraße 37  
99097 Erfurt  
Telefon: 0361 5509-0  
Telefax: 0361 5509-111  
info@thueringer-fernwasser.de  
www.thueringer-fernwasser.de

**HRB Straußfurt – (Reg.-Nr. 030) – Fortschreibung der hydrologischen  
Grundlagendaten für das HRB Straußfurt zur Bestätigung**

6. Mai 2022  
hd-kl

Sehr geehrter Herr Wiemann,

wir danken Ihnen für die konstruktive Abstimmung und die fachliche Diskussion zur Thematik am 5. Mai 2022 in unserem Hause.

In der Anlage erhalten Sie zweifach, dass mit Herrn Dr. Haupt und Ihnen abgestimmte Dokument „Fortschreibung der hydrologischen Grundlagendaten für das HRB Straußfurt“ der TFW vom 5. Mai 2022. Wir bitten, dies zeitnah zu bestätigen und ein bestätigtes Exemplar an uns zurückzusenden.

Die im Jahr 2022 beginnende Planung zur Erweiterung und Instandsetzung des HRB Straußfurt kann damit abgestimmt, pragmatisch und auf fachlich guter Basis erfolgen.

Bei Fragen wenden Sie sich gern an unseren Projektleiter, Herrn Hogh, Telefon 0361 5509-128.

Mit freundlichen Grüßen

Thüringer Fernwasserversorgung



i. V. Dr. Michael Sabrowski  
Leiter Stauanlagenmanagement



i. A. Detlef Hogh  
Fachingenieur Stauanlagen/Eigenüberwachung

**Anlage**

## **Fortschreibung der hydrologischen Grundlagenda- ten für das HRB Straußfurt**

Erfurt, 5. Mai 2022

Thüringer Fernwasserversorgung

  
.....  
i. A. Dr. Manfred Fink  
Fachhydrologe

  
.....  
i. A. Markus Möller  
Fachhydrologe

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	3
1    Veranlassung und Zielstellung .....	4
2    Grundlagen und Vorgehen.....	4
3    Ergebnisse und Bewertung .....	5
4    Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen .....	9
Quellen .....	10

## Abkürzungsverzeichnis

EZG	Einzugsgebiet
FGM	Flussgebietsmodell
HQ	Höchstwert des Abflusses (Scheitelwert)
HQ <sub>a</sub>	Scheitelwert des Abflusses im Jahr a
HQ(T) oder HQ <sub>T</sub>	Hochwasserscheitelwert der Jährlichkeit T
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HWE	Hochwasserentlastung
HyGa	hydrologisches Gutachten
K&S	Kleeberg und Schumann
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD
NAM	Niederschlag-Abfluss-Modell
PEN-GLT	Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags – Extrapolation des Gewässerkundlichen Landesdienstes Thüringen
Q	Abfluss
REWANUS	Regionalisierte Extremwerte des Niederschlagsdargebots aus Regen und Schneeschmelze
SSK	Schweizer Sicherheitskonzept
T	Jährlichkeit
ThürWG	Thüringer Wassergesetz
TFW	Thüringer Fernwasserversorgung
TLBG	Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Natur
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TS	Talsperre

## 1 Veranlassung und Zielstellung

Die geplante Erweiterung und Instandsetzung des Hochwasserrückhaltebeckens Straußfurt bedingt einen grundhaften Umbau der Stauanlage. Für diese umfangreiche Maßnahme sollen aktuelle Bemessungsgrundlagen zur Verfügung stehen. Es besteht seit 2008 ein bestätigtes hydrologisches Gutachten [6]. Für die durchzuführenden Erweiterungen soll geprüft werden, ob das Gutachten als nach wie vor aktuell angesehen werden kann, oder ob eine Aktualisierung bzw. Neuaufstellung des HyGa zu empfehlen ist. Teil dieser Prüfung sind die Bemessungsniederschläge nach KOSTRA, bei denen sich das gültige Produkt in der Version (2000 [1] zu 2010R [5]) geändert hat. Die Datengrundlage für die Winterniederschläge (REWANUS [2]) hat, sich hingegen seit der Aufstellung des hydrologischen Gutachtens nicht verändert. Ziel der hier aufgestellten Betrachtung ist daher zu beurteilen, ob eventuelle Änderungen der Bemessungsniederschläge als maßgeblich zu bewerten sind. Ebenfalls soll geprüft werden, ob sich durch die Reihenverlängerung seit Abschluss des hydrologischen Gutachtens (2008) relevante Veränderungen der Hochwasserbemessungswerte ergeben würden.

## 2 Grundlagen und Vorgehen

Bei dem Vergleich werden im Wesentlichen die Änderungen durch die Aktualisierung von KOSTRA von der Version 2000 zur Version 2010R für die Teileinzugsgebiete des HRB Straußfurt betrachtet. Beim Vorgehen orientiert sich daher die weitere Verarbeitung der Werte an dem HyGa [6]. Dabei werden zunächst flächengewichtete Mittel der Werte für die Teileinzugsgebiete Pegel Ringleben, Pegel Nängelstedt und dem Zwischeneinzugsgebiet Straußfurt bestimmt (EZG-Ableitung auf Grundlage des DGM25).

Für die höheren Jährlichkeiten ( $>HQ_{100}$ ) wurden wie bei dem HyGa [6] das Verfahren nach wie von der TLUG im PEN-GLT [3] vorgeschlagen für die einzelnen KOSTRA-Zellen angewandt und ebenfalls flächengewichtet gemittelt. Weiter wurden die im HyGa ermittelten Abminderungsfaktoren herangezogen. Dies wurde so durchgeführt, um die Wirkung der Aktualisierung von KOSTRA bei der Analyse herauszuarbeiten. Mit Hilfe der so ermittelten Niederschläge wurden die im HyGa verwendeten NA-Modelle [4] betrieben. Hierbei wurde der KOSTRA 2000 PEN-GLT Niederschlag des HyGA durch den für die Teileinzugsgebiete neu ermittelten KOSTRA 2010R PEN-GLT ersetzt.

Für das Wasserdargebot aus Schneeschmelze und Niederschlag (REWANUS) ist hinsichtlich der Datengrundlage seit Erstellung des HyGa [6] keine Aktualisierung oder Fortschreibung erfolgt. Daher kann keine Änderungsanalyse erfolgen und es werden die in [6] mit REWANUS-Daten ermittelten Ganglinien und Scheitelwerte für das Winterhalbjahr als nach wie vor gültig angesehen.

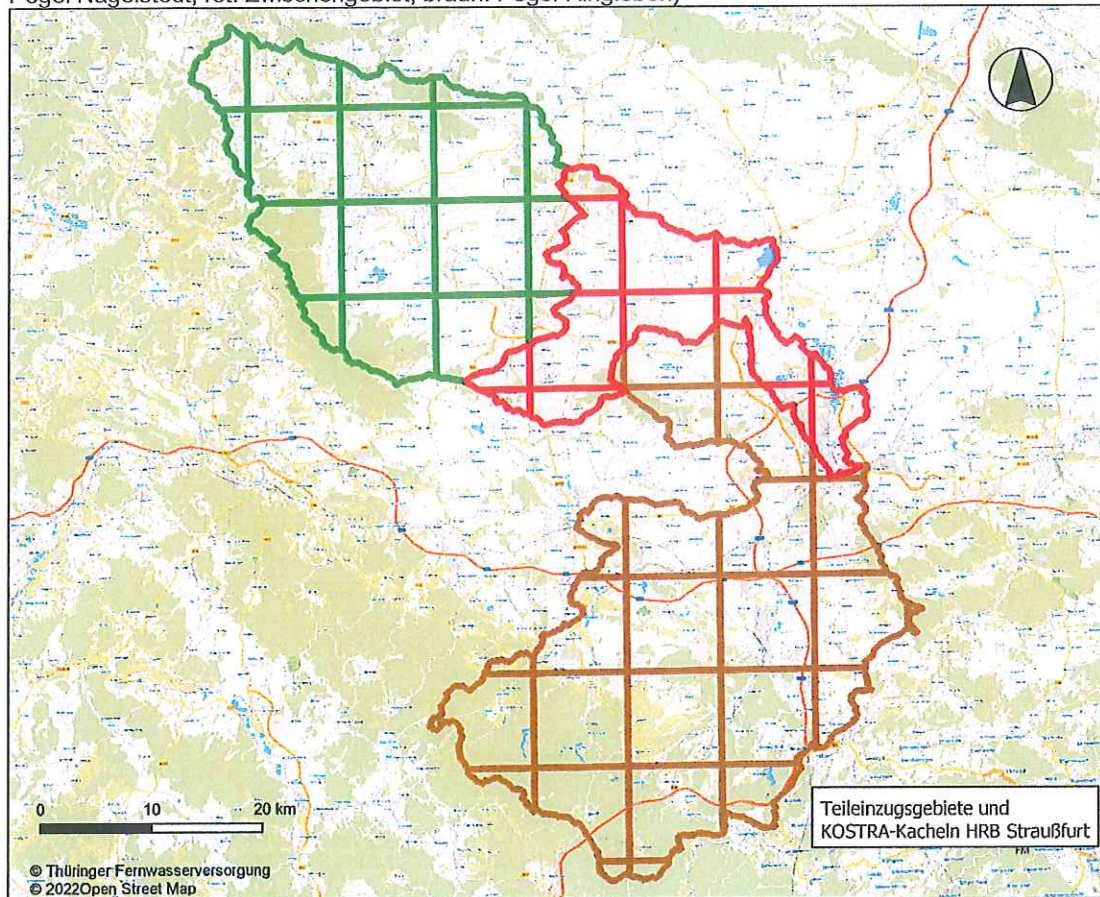
Seit der Erstellung des letzten hydrologischen Gutachtens (Datenbasis bis 2003) hat sich die verfügbare Beobachtungsreihe um 16 Jahre verlängert. Für den Stauanlagenquerschnitt wurde im HyGA (2008) als Verteilungsfunktion (VF) und Schätzmethode (SM) die AE/WGM favorisiert. Die TFW hat aktuell mit dem Programm HQ-EX 4.0 geprüft, ob eine Verlängerung der dem Gutachten zugrundeliegende Reihe der jährlichen Hochwasserscheitelwerte bis ins Jahr 2019 zu einer wesentlichen Änderung der  $HQ_T$  mit der favorisierten Verteilungsfunktion und Schätzverfahren und somit auch zu maßgeblichen Veränderungen der Hochwasserbemessungswerte für die Sperrstelle des HRB Straußfurt führen würde.

Methodisch wurde für den Zeitraum der Reihenverlängerung analog dem hydrologischen Gutachten S. 11-14 sowie der darin enthaltenen Anlage 2.1 vorgegangen.



Zusätzlich wurden die Pegel Nängelstedt/Unstrut und Erfurt-Möbisburg/Gera einzeln betrachtet und die Änderungssignale ermittelt. Dabei kamen die in hydrologischen Gewässerlängsschnitt favorisierten VF/SM zur Anwendung, d.h. ROV/MLM<sup>1</sup>.

Abbildung 1: Anteile einzelner KOSTRA-Kacheln an den Teileinzugsgebieten des HRB Straußfurt (grün: Pegel Nängelstedt; rot: Zwischengebiet; braun: Pegel Ringleben)



### 3 Ergebnisse und Bewertung

#### 3.1. Extremwertstatistik

Die Ergebnisse der Extremwertstatistik für die fortgeschriebenen Reihenlängen sind in den Tabellen 1 bis 3 dargestellt. Die Anlagen 2 bis 5 enthalten die Anpassungsparameter und Prüfgrößen sowie den  $HQ$ - $T$ -Plot einschließlich Konfidenzgrenzen für die jeweils am Pegelstandort favorisierte Kombination VF/SM.

Eine Zusammenfassung der durch die Reihenverlängerung hervorgerufenen prozentualen Veränderungen der  $HQ_{10} \dots HQ_{10000}$  am Stauanlagenstandort sowie an den beiden Zuflusspegeln ist in Tabelle 2 für die Extremwertstatistik und in Tabelle 3 für das Verfahren nach Kleeberg/Schumann abgebildet.

Die Fortschreibung der  $HQ_a$ -Reihen um den rezenten Zeitraum 2004-2019 und eine erneute Anwendung der extremwertstatistischen Verfahren führt am HRB Straußfurt zu Veränderungen der  $HQ_T$  um - 3,5 % bis + 7,4 %. Bei einer separaten Betrachtung der beiden Zuflusspegel

<sup>1</sup> Die im hydrologischen Gewässerlängsschnitt (TLUG, 2014) für Erfurt-Möbisburg favorisierte ME/MLM wird in der neueren Programmversion HQ-EX 4.0 als Rossi-Verteilung (ROV/MLM) bezeichnet.

ergeben sich je nach Wiederkehrintervall Verschiebungen von - 7,6 % bis + 3,9 %. Beim Verfahren nach Kleeberg/Schumann ergeben sich je nach Betrachtungspunkt Veränderungen von - 1,8 % bis + 3,0 % beim  $HQ_{10000}$ . Die ermittelten Veränderungen erscheinen vor dem Hintergrund des Hochwassergeschehens der letzten 16 Jahre plausibel.

Tabelle 1: Ergebnisse des Programms HQ-EX 4.0 (WASY) mit der um die Jahre 2004 bis 2019 verlängerten Datenreihe am HRB Straußfurt.

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt, Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 83, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Abfluss [m³/s]											
Verteilungs- Schätz- funktion methode		Wiederkehrintervalle [Jahre]									
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000 5000 10000
E1	MM	86.6	138.	171	204.	214.	246	277.	308	350	381 453 484
	MLM	86.2	130.	159.	186.	195.	222.	249.	276.	311.	338. 399. 426.
	WGM	87.2	136.	168.	199.	209.	239.	269.	299.	336.	368. 437. 467.
AE	MM	85.0	134.	169.	204	215	252	290.	330	385	429 540 592
	MLM	81.2	121	147	173	181	206	232	257	291	317. 378. 404
	WGM	81.7	129.	166.	207.	221.	268	322	382	474.	555. 787. 909
ROV	MLM	80.7	131.	171.	212	225.	266.	306.	347.	401.	441 536 576
LH3	MM	84.2	135	170.	205	217.	253.	290.	329.	382.	424. 529. 577.
	MLM	80.8	131.	170.	211.	225.	271.	321.	374.	451	515. 682 762
	WGM	81.1	131.	169.	209	223	266.	313.	364	436	495 649 723
P3	MM	80.4	134	172.	210	222	260.	296.	333	381	418 502 538
	WGM	80.3	134.	173.	211.	223.	260.	296.	335	383	420. 504. 541.
LP3	MM	81.5	131.	169.	209.	223.	266.	317.	370	448.	513 688. 774.
	WGM	80.7	135	174	211	222	258.	292.	326	370.	403 477 508
WB3	MM	80.7	136	174	210	222	256.	290	323	366	398 469 500
	MLM	80.7	136	174	210	222	256.	290	323	366	398 469 500
	WGM	80.8	135	173.	210.	221.	256.	291.	324	368.	400. 474. 505.
Kleeberg/ Schumann c <sub>s</sub> = 4									343	413	466 594. 650.

Tabelle 2: Veränderungen der  $HQ_T$  (in Prozent) bei einer Reihenverlängerung bis 2019 im Vergleich zu einem Reihenende im Jahr 2003 für die Extremwertstatistik mit der jeweiligen Verteilungsfunktion/Schätzmethode.

[%]	HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>20</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>200</sub>	HQ <sub>500</sub>	HQ <sub>1000</sub>	HQ <sub>5000</sub>	HQ <sub>10000</sub>
HRB Straußfurt (AE/WGM)	-3,5	-2,4	-1,5	-0,3	0,5	1,9	3,2	6,2	7,4
Nägelstedt/Unstrut (ROV/MLM)	-7,6	-6,5	-5,1	-3,1	-1,6	-0,9	-0,4	0,7	1,2
Erfurt-Möbisburg/Gera (ROV/MLM)	0,5	2,2	3,2	3,1	3,4	3,5	3,7	3,9	3,8

Tabelle 3: Veränderungen der  $HQ_T$  (in Prozent) bei einer Reihenverlängerung bis 2019 im Vergleich zu einem Reihenende im Jahr 2003 für das Verfahren nach Kleeberg/Schumann.

[%]	HQ <sub>200</sub>	HQ <sub>500</sub>	HQ <sub>1000</sub>	HQ <sub>5000</sub>	HQ <sub>10000</sub>
HRB Straußfurt	-2,0	-1,9	-2,1	-1,8	-1,8
Nägelstedt/Unstrut	-4,5	-4,2	-3,7	-3,9	-3,9
Erfurt-Möbisburg/Gera	2,1	2,4	2,7	3,1	3,0

### 3.2. Niederschlag und N-A-Modell

Für das gesamte EZG des HRB-Straußfurt ergeben sich für die maßgebliche Dauerstufe 24h die in

Tabelle 4 aufgeführten Werte. Die prozentuale Abweichung steigt von den Jährlichkeiten 2 bis 100 kontinuierlich von 0,1 % bis 3,4 % an. Beim Übergang zum PEN-Verfahren (200 a) verzeichnet der Anstieg einen Sprung auf 6,5 % und fällt bis zum HN 10000 auf 6,0 % ab.

Tabelle 4: Vergleich Niederschlagswerte HyGa 2008 mit aktualisierten Werten auf Grundlage KOSTRA 2010R (bei Jährlichkeiten > 100 wurde in beiden Fällen das Verfahren PEN-GLT verwendet (maßgebliche Dauerstufe 24h).

T	KOSTRA 2000	KOSTRA 2010R	Veränderung
[a]	[mm]	[mm]	[%]
2	43,0	43,0	+ 0,1
5	53,9	54,6	+ 1,4
10	62,1	63,4	+ 2,0
20	70,3	72,2	+ 2,6
50	81,2	83,7	+ 3,1
100	89,5	92,5	+ 3,4
200	90,3	96,1	+ 6,5
500	97,8	104,0	+ 6,3
1.000	106,2	112,8	+ 6,2
5.000	123,9	131,4	+ 6,1
10.000	132,1	140,1	+ 6,0

Im FGM werden die Niederschläge getrennt nach Teileinzugsgebieten (Abbildung 1) verarbeitet. Die entsprechenden Niederschläge sind in Tabelle gegenübergestellt.

Tabelle 5: Vergleich Niederschlagswerte HyGa 2008 mit aktualisierten Werten auf Grundlage KOSTRA 2010R (bei Jährlichkeiten > 100 wurde in beiden Fällen das Verfahren PEN-GLT verwendet (maßgebliche Dauerstufe 24h).

T	Pegel Ringleben		Pegel Nägelstedt		Zwischeneinzugsgebiet	
KOSTRA	2000	2010R	2000	2010R	2000	2010R
A	mm	mm	Mm	mm	mm	mm
2	43,1	45,2	44,0	41,2	40,4	40,2
5	53,7	57,0	55,5	52,4	50,9	51,8
10	61,8	66,0	64,2	60,8	58,8	60,6
20	69,8	75,0	72,8	69,3	66,7	69,4
50	80,4	86,9	84,3	80,4	77,1	81,0
100	88,5	95,9	93,0	88,9	85,1	89,8
200	89,2	99,6	93,9	92,4	85,9	93,4
500	96,6	107	102	99,9	93,1	101
1.000	105	116	111	108	101	110
5.000	122	136	129	126	118	129
10.000	130	145	138	135	126	137



Die mit den NAM simulierten Niederschläge führen zu einem überproportionalen Anstieg der Abflussscheitel, die ebenfalls den Sprung beim 200-jährigen Ereignis aufweisen (Tabelle ). Die maximale prozentuale Erhöhung findet sich hierbei beim HQ<sub>10000</sub> mit 11,9 %. Der Maximale Scheitel erhöht sich beim HQ<sub>10000</sub> somit von 793 m<sup>3</sup>/s auf Grundlage von KOSTRA 2000 auf 888 m<sup>3</sup>/s auf Grundlage von KOSTRA 2010R.

Tabelle 6: Vergleich der Abflussscheitel aus dem NAM im HyGa 2008 mit aktualisierten Werten auf Grundlage KOSTRA 2010R; bei Jährlichkeiten > 100 a wurde in beiden Fällen das Verfahren PEN-GLT verwendet (maßgebliche Dauerstufe 24h).

T	KOSTRA 2000	KOSTRA 2010R	Veränderung
[a]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[%]
2	92	92	+ 0,2
5	134	136	+ 1,6
10	172	176	+ 2,5
20	214	221	+ 3,5
50	276	287	+ 4,3
100	327	341	+ 4,3
200	344	379	+ 10,3
500	413	457	+ 10,6
1.000	493	547	+ 11,1
5.000	689	769	+ 11,6
10.000	793	888	+ 11,9

Die berechneten Wellen auf Grundlage von KOSTRA2010R sind in Abbildung 2 und auf Grundlage von KOSTRA2010R/PEN-GLT in Abbildung 3 dargestellt.

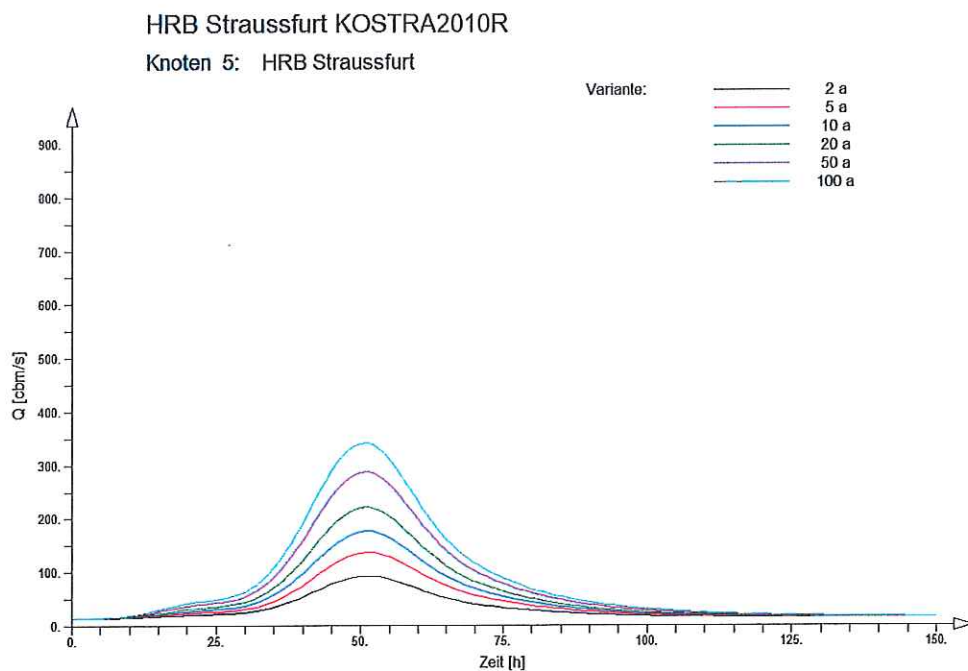


Abbildung 2: Hochwasserganglinien der Jährlichkeiten 2 a - 100 a auf Grundlage von KOSTRA2010R

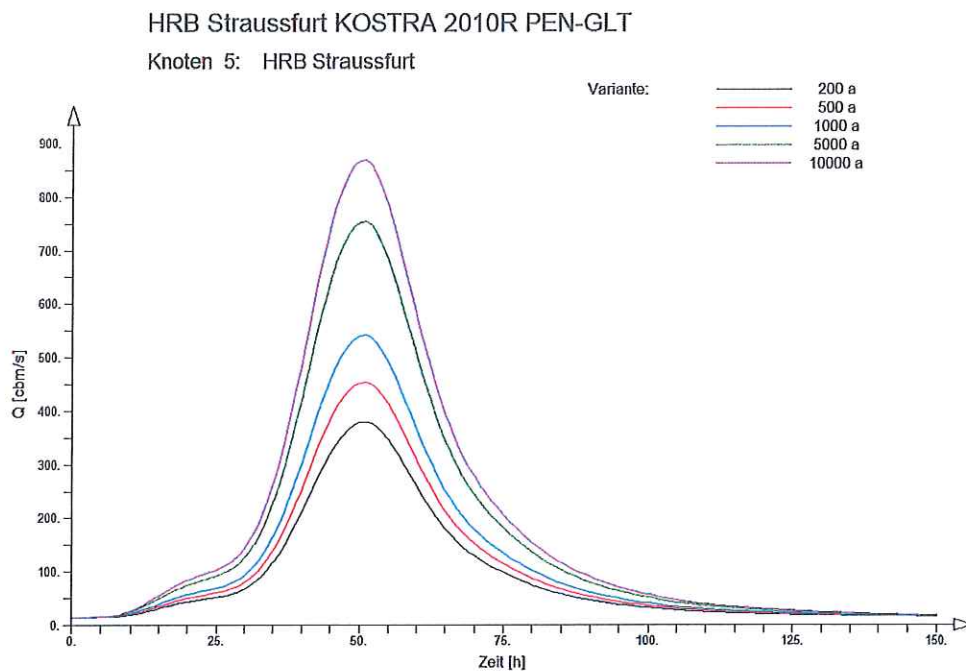


Abbildung 3: Hochwasserganglinien der Jährlichkeiten 200 a - 10000 a auf Grundlage von KOSTRA2010R/PEN-GLT

#### 4 Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Für Ende 2022 wird die Veröffentlichung der neuen amtlichen DWD-Niederschlagsstatistik erwartet: KOSTRA-2020. Nach Informationen der Bearbeiter soll auf dieser Grundlage nachfolgend in einem 2-Jahres-Projekt die deutschlandweite Neuermittlung der Extremwerte bis zum 10000-jährlichen Wiederkehrintervall (PEN-LAWA) erfolgen. Somit erscheint die Neuaufstellung eines hydrologischen Gutachtens für das HRB Straußfurt auf aktualisierter Datengrundlage erst im Kalenderjahr 2025 zielführend. Eventuell kann dies um ein Jahr vorgezogen werden, wenn den Bearbeitern des Projektes zur Niederschlagsextrapolation ein auf das EZG des HRB Straußfurt bezogener Sonderauftrag erteilt wird.

Für die Ende 2022 beginnende Planungen zur Erweiterung und Instandsetzung des HRB Straußfurt ist dies zu spät. Weiterhin ist der Zeitpunkt einer Aktualisierung der REWANUS-Datengrundlage aktuell nicht absehbar.

Es wird daher aus Sicht der Autoren empfohlen, die auf der Aktualisierung der Niederschlagsstatistik beruhende Abflusserhöhung in Höhe von 12 % gegenüber dem aktuellen hydrologischen Gutachten als eine geeignete Grundlage für die Planung der Erweiterung und Instandsetzung des HRB Straußfurt zu verwenden. Damit liegt man nach heutiger fachlicher Einschätzung auf der sicheren Seite.

## Quellen

- [1] DWD (2005): KOSTRA-DWD 2000 (Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen), Software/Vertrieb: itwh, Hannover; darin enthalten: BARTELS, H., u. a.: Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000) – Grundlagenbericht und Fortschreibungsbericht, DWD, Offenbach am Main
- [2] DWD (2000): Regionalisierte Extremwerte des Niederschlagsdargebots aus Regen und Schneeschmelze für Deutschland – REWANUS-Atlas 2000 (Regionalisierung der Extremwerte der Wasserabgabe aus Niederschlag und Schneedecke), DWD, Berlin
- [3] Gewässerkundlicher Landesdienst Thüringen: Anforderungen an hydrologische Gutachten, Erfurt, 05/2005
- [4] IWK (2003): Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Karlsruhe
- [5] Junghänel, T., Ertel, H., und Deutschländer, T., (2017): KOSTRA-DWD-2010R – Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main
- [6] Thiele & Büttner (2008): Hydrologisches Gutachten für das HRB Straußfurt, Thiele W. + Büttner T. GBR, Erfurt

## Anlagen

### Anlage 1: Jahres-HQ der drei untersuchten Betrachtungspunkte

HQ <sub>a</sub> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Zufluss HRB Straußfurt	Nägelstedt/Unstrut	Erfurt-Möbisburg/Gera
Jahr			
1937	76,3	36,3	34,0
1938	100	35,5	58,3
1939	56,8	23,3	46,1
1940	154	79	70,8
1941	272	147	114,0
1942	182	124	133,0
1943	34,6	14,2	27,2
1944	66,7	49,6	37,8
1945	71,9	34,9	31,2
1946	296	124	166
1947	184	122	82,1
1948	156	85,2	133
1949	37,2	19,7	13,8
1950	62,0	50,4	32,3
1951	48,1	26,6	30,1
1952	81,6	37,2	50,3
1953	103	43,4	53,1
1954	28,2	13,4	23,0
1955	74,3	50,5	32,0
1956	200	147	66,3
1957	46,0	22,4	22,5
1958	71,5	39,4	42,7
1959	30,8	13,8	15,7
1960	67,9	10,2	57,6
1961	189	63,5	121
1962	84,2	52,5	42,4
1963	59,9	39,4	25,1
1964	53,1	31	25,8
1965	64,5	50	46,3
1966	112	49	50,3
1967	101	55,7	46,8
1968	106	63,5	56,5
1969	117	47,1	84,4
1970	111	53,8	60,9
1971	29,9	20,5	22,6
1972	94,3	37,6	50,3
1973	34,6	14,8	23,7
1974	49,8	30,1	15,3
1975	106	56	48,2
1976	49,9	26,3	26,9
1977	99,6	31,4	84,5
1978	61,8	28,9	50,6
1979	99,2	44,5	48,0
1980	98,2	37,1	55,8

HQ <sub>a</sub> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Zufluss HRB Straußfurt	Nägelstedt/Unstrut	Erfurt-Möbisburg/Gera
Jahr			
1981	215	80,8	176
1982	88,6	50,8	71,0
1983	108	51,4	49,7
1984	113	50,4	56,0
1985	77,4	47,6	23,7
1986	105	39,3	59,5
1987	143	76,2	58,4
1988	91,3	42,8	60,0
1989	98,1	62	29,0
1990	90,8	44	40,2
1991	54,8	20,1	29,8
1992	33,2	12,6	20,4
1993	119	56,5	55,0
1994	283	72,1	220
1995	127	74,8	44,2
1996	48,7	17,9	26,2
1997	66,8	42,3	44,6
1998	58,6	28	41,8
1999	121	61	52,5
2000	90,5	54,1	40,6
2001	62,1	32,2	24,6
2002	109	52,5	74,0
2003	157	67,2	82,4
2004	77,3	20,8	51,0
2005	92,9	33,3	53,5
2006	58,2	38,3	37,4
2007	130	47,4	75,6
2008	66,0	29,7	48,0
2009	31,5	25,6	13,2
2010	87,1	55,9	30,2
2011	156	55,9	122
2012	40,0	21,7	19,9
2013	232	34,4	199
2014	29,2	16,6	23,5
2015	63,3	34,5	24,2
2016	60,3	42,7	31,7
2017	62,5	22,5	34,8
2018	61,7	42,7	26,5
2019	61,3	15,1	49,2

Neue Werte

**Anlage 2: Ergebnistabellen des Programms HQ-EX 4.0 (WASY) für die Datenreihen  
des HRB Straußfurt und der zwei Zuflusspegel bis einschließlich 2003.**

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt, Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2003      Jahres-HQ: 67, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2003

**Abfluss [m³/s]**

Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]											
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	6000	10000
E1	MM	90.1	142.	176.	209.	220.	252.	284.	316.	358.	390.	463.	495.
	MLM	89.5	136.	165.	193.	202.	230.	256.	286.	323.	350.	414.	442.
	WGM	90.6	140.	173.	205.	215.	246.	277.	307.	347.	378.	449.	479.
AE	MM	88.3	138.	174.	209.	221.	258.	297.	337.	393.	437.	549.	600.
	MLM	85.7	137.	179.	228.	245.	303.	372.	452.	581.	697.	1050.	1250.
	WGM	85.5	134.	172.	212.	226.	272.	323.	380.	465.	538.	742.	847.
ROV	MLM	84.7	135.	175.	216.	229.	271.	312.	354.	409.	451.	547.	588.
LN3	MM	87.5	139.	175.	211.	222.	259.	297.	336.	390.	432.	538.	586.
	MLM	84.7	136.	175.	216.	230.	274.	321.	372.	445.	505.	659.	733.
	WGM	85.0	136.	174.	214.	227.	270.	315.	363.	431.	487.	630.	697.
P3	MM	83.5	138.	177.	216.	228.	266.	304.	342.	391.	428.	514.	551.
	MLM	84.1	140.	179.	218.	230.	268.	305.	342.	390.	426.	510.	546.
	WGM	84.3	139.	178.	215.	227.	264.	301.	337.	384.	420.	502.	536.
WB3	MM	84.0	140.	179.	216.	228.	264.	299.	333.	377.	410.	485.	517.
	MLM	84.9	141.	179.	215.	226.	260.	293.	325.	366.	397.	466.	494.
	WGM	85.0	140.	178.	214.	225.	259.	292.	324.	365.	396.	464.	493.
Kleeberg/ Schumann	c <sub>s</sub> = 4								350.	421.	476.	606.	663.

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: Nägelstedt  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2003      Jahres-HQ: 67, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2003

**Abfluss [m³/s]**

Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]											
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	5000	10000
E1	MM	44.6	71.1	86.6	105.	111.	127.	144.	160	181.	197.	235.	251.
	MLM	44.5	68.1	83.8	98.8	104.	116.	133.	147	167.	181.	215.	229.
	WGM	44.8	70.1	86.9	103.	108.	124.	139.	155.	175.	191.	227.	242.
AE	MM	43.7	69.3	87.4	106.	111.	130.	150.	171.	199.	222.	279.	305.
	MLM	42.9	67.6	85.8	105	111.	132.	154.	177	212	240.	315	352
	WGM	42.9	68.0	86.5	106.	112.	134.	156.	181.	217.	247.	326.	365.
ROV	MLM	42.7	67.4	86.6	107	115.	136.	162	186.	219.	244.	302	326.
LN3	MM	43.3	69.5	87.9	106	112.	131.	150.	170.	198.	219	273.	298
	MLM	42.7	68.7	87.5	107.	113.	133.	154.	176	206	231.	293	322
	WGM	42.8	68.6	87.3	106.	113.	132.	153.	175.	205.	229.	290.	319.
P3	MM	41.2	69.0	89.1	109.	115.	135.	154.	173.	198.	217.	261.	280.
	MLM	42.6	70.3	89.3	107.	113.	131.	146.	165.	187.	203.	241.	257.
	WGM	42.5	69.8	88.7	107.	113.	130.	147.	164.	186.	203.	241.	257.
LP3	MM	42.9	69.4	88.1	107.	113.	131.	150.	169.	195.	215.	262.	283.
WB3	MM	41.5	69.9	89.8	109.	115.	133.	151.	169.	191.	208.	246.	263.
	MLM	43.0	71.3	89.7	107.	112.	128.	142.	157.	175.	188.	218.	230.
	WGM	43.0	70.8	88.9	106.	111.	126.	141.	156.	174.	187.	217.	229.
Kleeberg/ Schumann	c <sub>s</sub> = 4								178	214.	241.	308.	337.



Gewässername: Gera  
 Pegelname: Erfurt-Möbisburg  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2003 Jahres-HQ: 67, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2003

Abfluss [m³/s]		Wiederkehrintervalle [Jahre]											
Verteilungs-	Schätz-	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	5000	10000
funktion	methode												
E1	MM	49.4	83.9	107	129	136	157	176	199	227	248	297	318
	MLM	49.1	75.3	92.7	109	115	131	147	163	184	201	238	264
	WGM	50.1	80.8	101	121	127	146	165	184	208	227	271	290
AE	MM	47.2	79.0	103	128	136	164	194	226	274	314	421	475
	MLM	44.7	73.7	99.1	129	140	179	227	285	383	477	787	973
	WGM	44.8	73.5	96.1	127	137	174	218	271	359	441	707	862
ROV	MLM	44.6	71.9	99.5	135	147	185	223	261	311	348	436	474
LN3	MM	46.1	78.7	103	129	138	166	196	228	274	311	408	454
	MLM	45.0	75.8	101	126	138	169	203	241	297	343	469	531
	WGM	44.3	75.1	101	130	140	174	211	253	316	370	517	590
P3	MM	41.9	76.4	105	134	144	174	205	236	277	309	383	415
	MLM	47.6	75.0	93.3	110	116	132	148	164	184	199	234	249
	WGM	43.3	76.0	105	132	141	169	197	225	262	290	355	383
LP3	MM	45.6	75.8	100	127	136	166	200	238	295	343	477	546
	MLM	45.0	74.9	99.9	128	138	171	209	253	320	379	550	641
WB3	MM	43.2	78.0	106	134	143	171	201	230	269	299	370	401
	MLM	46.5	81.2	105	128	136	158	179	201	228	248	294	313
	WGM	44.1	78.5	105	131	140	166	193	219	254	281	343	370
Kleeberg/ Schumann	c <sub>r</sub> = 4								239	290	330	424	466

**Anlage 3: Ergebnistabellen des Programms HQ-EX 4.0 (WASY) für die Datenreihen der  
zwei Zuflusspegel bis einschließlich 2019.**

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt, Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 63, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Abfluss [m³/s]													
Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]											
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	5000	10000
E1	MM	66.6	136	171	204	214	246	277	308	350	381	453	484
	MLM	66.2	130	159	186	195	222	249	276	311	338	399	426
	WGM	67.2	136	168	199	209	239	269	299	338	368	437	467
AE	MM	65.0	134	169	204	215	252	290	330	385	429	540	592
	MLM	61.2	121	147	173	181	206	232	257	291	317	378	404
	WGM	61.7	129	166	207	221	268	322	362	474	555	787	909
ROV	MLM	60.7	131	171	212	225	266	306	347	401	441	536	576
LN3	MM	64.2	135	170	205	217	253	290	329	382	424	529	577
	MLM	60.6	131	170	211	225	271	321	374	451	515	682	762
	WGM	61.1	131	169	209	223	266	313	364	436	495	649	723
P3	MM	60.4	134	172	210	222	260	296	333	381	418	502	538
	WGM	60.3	134	173	211	223	260	298	335	383	420	504	541
LP3	MM	61.5	131	169	209	223	268	317	370	448	513	688	774
WB3	MM	60.7	135	174	211	222	258	292	326	370	403	477	508
	MLM	60.7	136	174	210	222	256	290	323	366	398	469	500
	WGM	60.6	135	173	210	221	256	291	324	368	400	474	505
Kleeberg/ Schumann	c <sub>z</sub> = 4								343	413	466	594	650

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: Nüchelstedt  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 63, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Abfluss [m³/s]													
Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]											
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	5000	10000
E1	MM	41.8	66.7	83.2	99.0	104	120	135	150	170	186	221	236
	MLM	41.7	63.3	77.7	91.4	95.6	109	123	136	153	167	197	211
	WGM	42.1	65.5	81.0	95.9	101	115	130	144	163	177	211	225
AE	MM	40.7	64.5	81.5	99.0	105	123	143	163	193	216	277	306
	MLM	40.1	62.1	78.2	94.7	100	118	137	157	185	209	269	296
	WGM	40.1	63.3	80.6	98.9	105	125	147	171	207	236	316	356
ROV	MLM	39.9	62.1	80.0	100	108	131	157	183	217	243	304	330
LN3	MM	40.2	64.6	82.1	99.8	106	124	143	163	191	214	270	296
	MLM	39.6	63.9	81.7	100	106	125	146	168	198	223	286	315
	WGM	40.0	63.9	81.5	99.4	105	124	144	165	194	218	277	305
P3	MM	38.1	64.0	83.3	103	109	128	147	166	191	210	254	273
	MLM	40.0	65.6	83.1	99.9	105	121	137	153	174	189	224	239
	WGM	39.7	65.1	82.8	99.9	105	122	138	154	175	191	228	243
WB3	MM	38.4	64.7	83.9	103	108	127	145	163	186	203	243	260
	MLM	40.5	66.8	83.9	99.7	105	119	133	147	164	176	204	215
	WGM	40.2	65.9	83.1	99.0	104	119	133	147	164	177	206	218
Kleeberg/ Schumann	c <sub>z</sub> = 4								170	205	232	296	324

Gewässername: Gera  
 Pegelname: Erfurt-Möbisburg  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 83, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Abfluss [m³/s]

Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]											
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	5000	10000
E1	MM	48.5	84.2	108	131	138	160.	182	204	233	255	306	327
	MLM	48.1	74.6	92.1	109.	114.	131.	147.	163.	185.	201.	239.	255.
	WGM	49.3	80.8	102.	122	128.	148.	167.	186.	212.	231.	276.	295.
AE	MM	46.3	79.2	104.	130.	138.	167.	198.	231.	281.	322.	433.	488.
	MLM	43.2	72.7	99.3	132	144.	187.	242.	310.	429.	546.	948.	1200.
	WGM	43.5	72.5	97.9	128	139.	179.	227.	287.	387	483	801.	993.
ROV	MLM	43.1	70.6	100.	130	151.	191.	230.	270.	322	361	453.	492.
LN3	MM	45.1	78.9	105.	131.	140.	169.	200.	233.	281	319.	419.	467.
	MLM	43.6	75.0	101.	130	140.	173.	211.	252.	313.	366.	508.	579.
	WGM	42.8	74.2	101	132	143	179	220.	267.	337	396	567.	652.
P3	MM	41.0	76.8	106.	136.	146.	177.	209.	240.	283	315.	390.	423
	MLM	46.1	74.0	92.9	111	116	134	150.	167.	189	205	241	257
	WGM	41.7	77.5	106.	135	145.	174.	204.	234.	274	304	375.	406
LP3	MM	44.4	75.1	100.	126	138	170.	206.	247.	309	363	513.	590.
	MLM	43.4	73.9	100.	130	141.	176.	221.	272.	351.	423	636.	752
WB3	MM	42.1	78.2	107	136	145.	175	205	235	276	307	380	412
	MLM	44.9	80.3	105.	130.	137.	161.	184.	206	235	257.	307.	326
	WGM	42.5	77.7	105.	134.	143.	172.	201.	231.	270.	300.	371.	402
Kleeberg/ Schumann	c <sub>r</sub> = 4								244.	257	339	437.	480

**Anlage 4: Anpassungsparameter und Prüfgrößen der verschiedenen VF/SM für das  
HRB Straußfurt für die Datenreihe 1937-2019 (Ergebnis Ausdruck des Pro-  
gramms HQ-EX 4.0)**

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 83, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Art der Momente	Bezeichnung	Ordnung k				
		0	1	2	3	4
Ursprungsmomente	$m_{i,c,n}$		96.29	12553	2133808	4.402229e+008
Zentrilmomente	$m_{i,n}$			3281.1	293214.2	5.879223e+007
Erwartungstreue						
Zentrilmomente	$m_i$			3321.1	304118.2	6.326526e+007
Ursprungsmomente- quotienten	$q_{i,c,n}$				1.517187	2.7937307
Zentrilmomentequotienten	$q_{i,n}$			0.59487	1.560136	5.4612241
Erwartungstreue						
Zentrilmomentequotienten	$q_i$			0.59849	1.618154	5.8767257
Erwartungstreue, wahr- scheinlichkeitsgewichtete Momente	$w_i$	96.29	63.023	48.424	39.94067	34.297241
L-Momente			96.29	29.755	8.698837	6.073952
Mittelwert	$m$		96.29			
Standardabweichung	$s$			57.629		
Variationskoeffizient	$c_v$			0.59849		
Schiefekoeffizient	$c_s$				1.618154	

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 83, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019

Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Parameter				Prüfgrößen		Quantil- Korrelation $\hat{\rho}$
		1	2	3	4	Kolmogorov D	$na^2$	
E1	MM	70.3643	44.9330			0.0921	0.1496	0.9634
	MLM	72.0878	38.4310			0.0818	0.0944	0.9634
	WGM	71.5121	42.9271			0.0875	0.1331	0.9634
AE	MM	69.8529	40.7198	-0.0682		0.0731	0.0825	0.9757
	MLM	68.5453	34.5434	-0.0116		0.0731	0.0750	0.9658
	WGM	68.3291	35.1774	-0.1822		0.0464	0.0429	0.9768
ROV	MLM	48.7600	20.9834	37.1905	58.5308	0.0532	0.0471	0.9654
LN3	MM	-19.3899	4.6400	0.4708		0.0719	0.0759	0.9782
	MLM	9.9438	4.2611	0.6352		0.0556	0.0517	0.9817
	WGM	7.2102	4.3032	0.6105		0.0545	0.0496	0.9825
P3	MM	30.4938	50.4750	1.3035		0.0732	0.0860	0.9840
	WGM	30.2673	50.8646	1.2980		0.0755	0.0887	0.9840
LP3	MM	-2.5050	0.0438	158.0900		0.0501	0.0468	0.9808
WB3	MM	30.0864	69.5961	1.1518		0.0799	0.0969	0.9827
	MLM	27.8526	72.1186	1.1822		0.0850	0.1027	0.9819
	WGM	30.3917	69.3140	1.1541		0.0774	0.0934	0.9826

**Anlage 5: HQ-T-Plot der Verteilungsfunktion AE/WGM einschließlich Konfidenzgrenzen mit Signifikanzniveau 0,1 für das HRB Straußfurt auf Basis der Datenreihe 1937-2019 (Ergebnis Ausdruck des Programms HQ-EX 4.0)**

Gewässername: Unstrut  
 Pegelname: HRB Straußfurt , Gesamtzufluss  
 Beobachtungszeitraum: 1937 - 2019 Jahres-HQ: 83, Fehljahre: 0  
 Berechnungszeitraum: 1937 - 2019  
 Einzugsgebiet [km²]: 2044.0

