



Wasserwirtschaftliche Planung in Zeiten des Klimawandels

Thomas Grünebaum Geschäftsbereich Zentrale technische Abteilungen (ZA)

18. Ruhrverbands-Forum am 9. April 2019 "Wetterextreme – Herausforderungen für die Wasserwirtschaft"

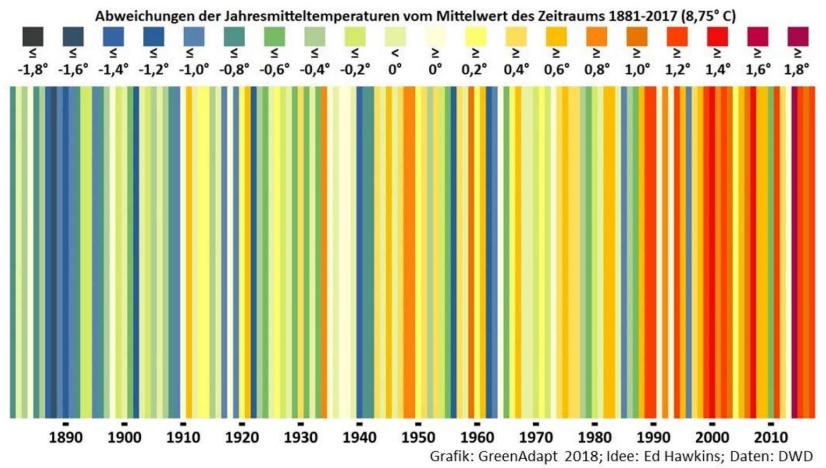


Planungsaspekte im Hinblick auf Klimawandel

- Klimawandel und Klimafolgen offensichtlich
- Wirkungszusammenhänge komplex
- 3 Datengrundlagen in der Planung unsicher
- Systeme und Bauwerke anpassen und weiterentwickeln
- Gewässer in Stadt und Landschaft als Schlüsselelemente und Schlüsselmaßnahmen



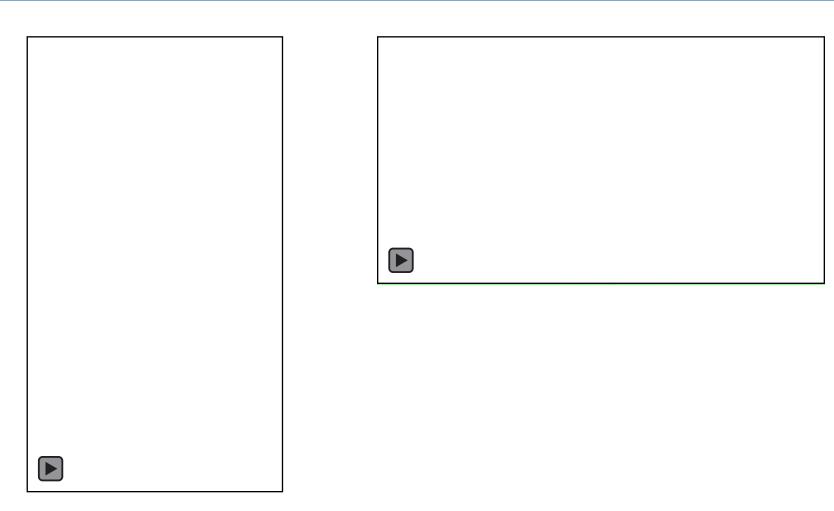
Klimafolgen: "Warming stripes" für die Stadt Iserlohn



Mit Dank für die freundliche Überlassung der Darstellung an Adrian Pfalzgraf und Carsten Walther, GreenAdapt, Berlin Vortrag anlässlich des Workshops zu Klimafolgenanpassung der Stadt Iserlohn am 31. Januar 2019



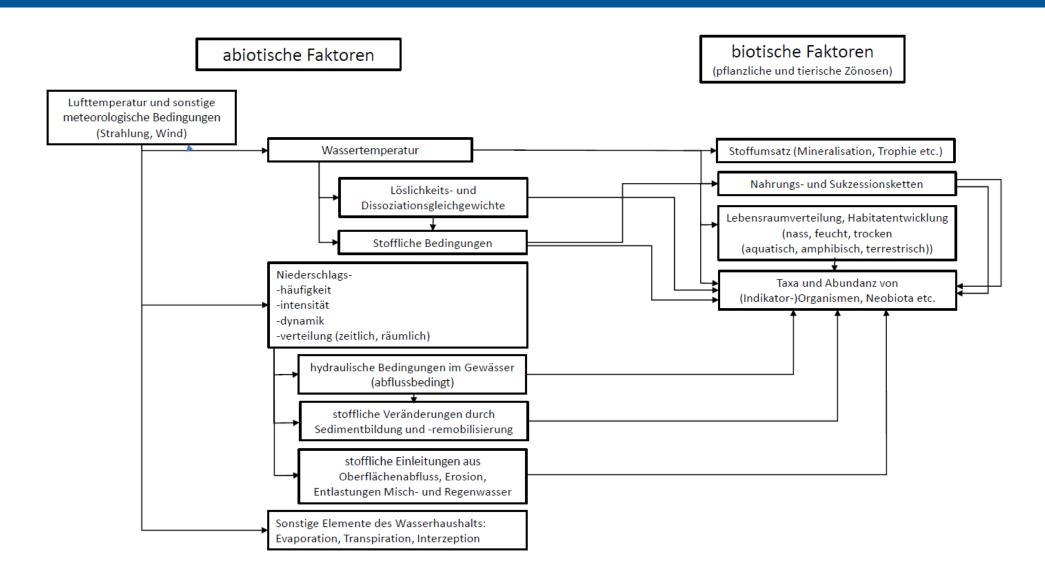
Lokales Starkregenereignis Sundern 22.07.16



Handy-Videos: Straßenkörper der Durchgangsstraße Silmecke/Röhre Garten und Terrasse Nachbargrundstück



Treiber Lufttemperatur





Statistik in der Wasserwirtschaft



Retrospektive Betrachtung



Keine Extrapolation von Trends



Keine Mustererkennung und -berücksichtigung



Statistik in der Wasserwirtschaft

/ 10111	usse						nneing	ebiet, Tei							2018
A _{Eo}		453 km					/			Pegel	: Bam	anobl		Nr. ozee	390000100
		+234,00 m					(ركهاك		Gewässer	: Lenn			141. 2700	330000100
Lage			ab Mündu	una. Rechts				m³/s		Gebiet	: Ruhr				
ř	ago . Total au manaang racas . Talii														
	Tag	201 Nov	7 Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	20 Jun	118 Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	1.	_	21,9 17,1								0,710 0,694				0,725
	3.	7,71 7,07 6,54 6,09 9,65 9,76 9,26 9,04 8,46	17,1 14,5	42,2 50,4 72,1 80,5 55,5 38,1 27,9 21,5 17,7	25,3 24,8 21,9 18,3 15,4 13,5 12,1 10,6 9,47 8,72	2,81 3,14 3,25 3,19 3,68 4,22 4,27 6,74 9,62 8,98	9,50 9,73 10,2 10,6 10,6 9,74 9,20 8,61 7,89 7,50	2,69 2,42 2,32 2,15 2,05 1,95 1,98 1,90 1,82 2,27	3,38 4,98 2,77 2,29 2,14 1,99 1,95 3,29 4,50	1,04 1,01 0,980 0,985 2,61 2,45 1,29 1,07 1,01	0,694 0,694	0,580 0,563 0,572 0,587 0,714 0,798 1,11 0,730 0,660 0,648	0,639 0,718 0,758 0,693 0,635 0,609 0,610 0,616 0,602	0.883 0.768 0.729 0.682 0.665 0.629 0.631 0.627 0.606 0.746	0,725 1,34 6,26 7,14 5,01 3,92 3,94 10,1 28,6 29,1
	3. 4. 5. 6. 7.	9,65 9,76	16,3 17,2	55,5 38,1	15,4 13,5	3,68 4,22	10,6 9,74	2,05 1,95	2,14 1,99	2,61 2,45	0,694 0,603	0,714 0,798	0,635 0,609	0,665 0,629	5,01 3,92
١.	8.	9,04 8,46	14,5 14,1 16,3 17,2 17,8 22,6 21,4 20,8	21,5 17,7	10,6 9,47	6,74 9,62	8,61 7,89	1,90 1,82	3,29 4,50	1,07	0,694 0,694 0,694 0,693 0,521 0,521 0,729 0,902	0,730 0,660	0,616 0,602	0,631 0,627 0,606	10,1 28,6
ī.	10.	8,06 8.26		15,0		8,98 9.40			7.42	1,65	0,902		0,600		29,1
Tageswert	12. 13.	8,26 8,69 11,6	23.9 35.7 35.7 44.0 37.0 28.3 22.5	11,0 9,83	7,82 6,84	9,83 12,7	6,84 6,30	1,74 3,56	5,10 3,90	3,37 1,89	0,600 0,783	0,599 0,609	0,560 0,559	3,88 1,61	14,7 11,4
	15. 16.	13,0 12,6	37,0 28,3	8,63 16,2	6,13 5,93	15,1 16,7	6,10 5,41	2,75 2,81	2,82 2,33	1,21 1,17	0,712 0,658	0,601 0,576	0,555 0,524	0,946 0,904	7,37 6,31
l _e	12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.	11,6 12,6 13,0 12,6 11,7 10,6 11,2 11,1	18,8 16,0 16,7	12,8 11,0 9,83 8,88 8,63 16,2 16,1 21,0 26,6 24,6	8,35 7,82 6,84 6,32 6,13 5,93 5,41 5,02 4,80 4,65	9,40 9,83 12,7 14,5 15,1 16,7 14,6 13,4 12,0 10,7	8,24 6,84 6,30 5,92 6,10 5,41 4,85 4,42 4,07 3,89	2.01 1.74 3.56 5.77 2.75 2.81 2.41 2.18 2.04 1.89	7,42 5,10 3,90 3,25 2,82 2,33 2,23 2,02 1,92 1,66	3,09 3,37 1,89 1,47 1,21 1,17 1,14 1,04 1,03 0,970	0,642 0,600 0,783 0,948 0,712 0,658 0,615 0,590 0,564 0,560	0,619 0,599 0,609 0,602 0,601 0,576 0,575 0,560 0,551 0,536	0,573 0,560 0,559 0,544 0,555 0,524 0,528 0,537 0,520 0,505	1,05 3,88 1,61 1,07 0,946 0,904 0,827 0,777 0,776 0,804	20,4 14,7 11,4 9,12 7,37 6,31 5,80 5,32 4,73 4,92
ı	20.			24,6		10,7									4,92
ı	22. 23. 24. 25.	21,1 32,0 27,2 23,5 20,6 18,6 21,5 35,5 35,9 28,5	20,3 29,8 35,7 41,2 38,8 32,3 25,8 21,6 18,0 18,2 28,1	18,4 18,3	4,45 4,21 4,02 3,59 3,29 3,35 3,15 2,67	9,35 8,86 8,94 8,29 7,44 6,72 6,43 7,66 8,74 8,34 8,70	3,84 3,76 4,26 3,48 3,33 3,55 3,22 2,92 2,80 2,72	1,81 3,41 3,61 2,53 2,64 2,30 2,11 2,12 2,14 2,53	1,60 1,53 1,67 1,50 1,57 1,38 1,31 1,11 1,15 1,10	0,973 0,936 0,930 0,903 0,854 0,896 0,867 0,797 0,797 0,797 0,784 0,712	0,560 0,559 0,555 0,535 0,569 0,571 0,592 0,560 0,570 0,815 0,646	0,541 0,538 1,05 1,41 0,787 0,701 0,670 0,630 0,619 0,612	0,499 0,537 0,555 0,745 0,836 0,764 0,750 0,696 0,630 0,803 1,35	0,755 0,723 0,754 0,732 0,770 0,746 0,707 0,659 0,696 0,707	13,1 23,3 24,6 30,1 26,4 20,2 15,5 12,2 10,0 9,33 8,75
ı	25. 26. 27.	20,6 18,6	38,8 32,3	18,4 18,3 27,5 42,7 39,9 31,0 25,0 20,7	3,29 3,35	7,44 6,72	3,33 3,55	2,64 2,30	1,57	0,854 0,896	0,569 0,571	0,787 0,701	0,836 0,764	0,770 0,746	26,4 20,2
ı	28.	21,5 35,5 35,9	25,8 21,6 18.0	25,0 20,7	2,67	6,43 7,66 8,74	2,92 2,80	2,11 2,12 2,14	1,31 1,11 1,15	0,867 0,797 0,797	0,592 0,560 0.570	0,670 0,630 0,619	0,750 0,696 0.630	0,707 0,659 0.696	15,5 12,2 10.0
ı	30. 31.		18,2 28,1	18,5 19,9		8,34 8,70	2,72	2,18 2,53	1,10	0,784 0,712	0,815 0,646	0,612		0,707	9,33 8,75
Г	Tag NQ MQ	4. 6,09 15,2 38,5 28.	4. 14,1 24,9 45,8	15. 8,63	28. 2,67 8,93	1, 2,81 8,65	30. 2,72 6,12	12. 1,74 2,45 10,3 22.	30. 1,10 2,96	31. 0,712 1,29 7,52	7.+ 0,521	20. 0,536 0,678 3,05	21. 0,499 0,647 2,17 31.	9. 0,606 0,895 6,81	0,725 12,2 37,1 9.
ı	MQ HQ Tag	15,2 38,5	24,9 45,8	27,7 89,5	8,93 28,0	8,65 18,0 16.	6,12 11,4 4.	2,45 10,3	2,96 28,8	1,29 7,52	0,644 1,83	0,678 3,05 24.	0,647 2,17	0,895 6,81 12.	12,2 37,1
ı	h _N mm	87	147	164	48	51	35		17	8	4	4	4	5	72
ı	hA mm	1972/2	017					1973/2	2018	46	Jahre				
ı	Jahr NQ MNQ	1983 0,920 3,49	2011 1,42 5,13	1996 1,57 5,78	1996 1,44 5,56	2011 1,99 5,42	2011 1,42 4,27	2011 1,04 2,60	1989 0,884 2,07	1999 0,387 1,82	2018 0,521 1,68	1997 0,397 1,79	2018 0,499 2,35	2018 0,606 3,46 10,7 40,0 153 2010	2018 0,725 5,09
ı	MQ MHQ HQ	10,9 40,8 153 2010	16,9 61,9 183	18,4 70,6 196 1995	14,7 51,4 180	14,8 49,4 179	9,21 25,2 89,8	5,36 16,8	4,18 15,8 61,4	4,25 16.1	4,08 18.2		6,23 23,7 199	10,7 40,0	17,0 62,6 183
ı	HQ Jahr	153 2010	1986	196 1995	180 1980	179 1981	89,8 2006	119 1984 1973/2	2007	106 1980	166 2007	14,4 76,4 1998	199 1998	153 2010	183 1986
ı	Mh _N mm	62	100	109	79	88	53		24	25	Jahre 24	25	37	61	101
١.	MI A	100		bflussjah		00	53 32 24 Kalenderjahr			Unterschrittene Abfli				issa mi/s	
arte		Jahr	Datur	2018	Winter	Sommer	2018 Jahr Datum			schreitungs dauer in Tagen	Abfluss- jahr (*) 2018	Kalender jahr 2018	1973/2018 Obere Hüllwerte	46 Kalenderja Mittlere Werte	Untere Hüllwerte
ž	NQ m	Ns 0.499	am 21,10		2,67 15,4 89,5	0,499 1,44	0,499 6,12	am 21,10,2018	1	(365)					
															33,5
an	HQ m	Ns 89,5	am 04.01 bei W- 2	.2018 296 cm	89,5	28,8	89,5	am 04.01.2018 bei W= 296 cm	1	364 363 362	72,1 55,5	72,1 55,5	150 145	83,0 70,9 63,8	29,8
Hauptwerte		A/s 89,5		.2018 296 cm	5,89 34,0	28,8 1,10 3.18	89,5 1,10 13.5	am 04.01.2018 bei W= 296 cm	n	364 363 362 361 360 359	72,1 55,5 50,4 44,0 42,7	72,1 55,5 50,4 42,7 42,2	150 145 107 101 77.4	83,0 70,9 63,8 59,0 54,7 51,1	29,8 27,2 24,4 21,5
Hau	Nq V(sko Mq V(sko Hq V(sko	Ns 89,5 m²) 1,10 m²) 18,5 m²) 198		.2018 296 cm	5,89 34,0 198	28,8 1,10 3,18 63,6	1,10 13,5 198	am 04.01.2018 bei W= 296 cm	n	359 358 357	72,1 55,5 50,4 44,0 42,7 42,2 41,2	50,5 72,1 55,5 50,4 42,7 42,2 39,9 38,1	150 145 107 101 77,4 74,4 70,4	83,0 70,9 63,8 59,0 54,7 51,1 47,6 44,8 43,1	29,8 27,2 24,4 21,5 20,6 20,5
Han	Nq V(sko Mq V(sko Hq V(sko	Ms 89,5 m²) 1,10 m²) 18,5 m²) 198	am 04.01 bei W- 2		5,89 34,0 198 532	28,8 1,10 3.18	89,5 1,10 13,5 198 426			359 358 357	72.1 55.5 50.4 44.0 42.7 42.2 41.2 39.9 35.9 27.9	50.5 72.1 55.5 50.4 42.7 42.2 39.9 38.1 31.0 26.6 21.5	150 145 107 101 77,4 74,4 70,4 69,1 58,9 45,2	83,0 70,9 63,8 59,0 54,7 51,1 47,6 44,8 43,1 34,6 27,0	29,8 27,2 24,4 21,5 20,6 20,5 20,3 18,1
Hau	Nq V(s lo Mq V(s lo Hq V(s lo hN n hA n	Ns 89,5 m²) 1,10 m²) 18,5 m²) 198 nm 583	am 04.01 bei W- 2	3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre	28,8 1,10 3,18 63,6 51	89,5 1,10 13,5 198 426	am 04.01.2018 bei W= 296 cm 973/2018 am 30.07.1999	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 300	72.1 55.5 50.4 42.7 42.2 41.2 35.9 27.9 23.5 21.1 16.7	72.1 55.5 50.4 42.7 42.2 39.9 38.1 31.0 26.6 21.5 17.7 14.6 9.83	150 145 107 101 77,4 74,4 70,4 69,1 58,9 45,2 38,1 32,4 24,9	83,0 70,9 63,8 59,0 54,7 51,1 47,6 44,8 43,1 34,6 27,0 22,2 19,0 14,7	29,8 27,2 24,4 21,5 20,5 20,5 18,1 15,6 11,8 9,76 6,28
Hau	Nq V(s ki Mq V(s ki Hq V(s ki hN n hA n NO m MNO m	Ns 89,5 m2) 1,10 m2) 18,5 m2) 198 mm 583 Ns 0,387 Ns 1,16 Ns 9,43	am 04.01 bei W- 2 197 am 30.07	3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14 2	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 1,75	89,5 1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42	973/2018 am 30.07.1999	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 300 270	72.1 55.5 50.4 42.7 42.7 42.2 39.9 35.9 27.5 21.1 10.7 8.29 4.98	72.1 75.5 50.4 42.2 39.9 38.1 31.0 26.6 21.5 17.7 14.6 9.83 7.42 4.55	150 145 107 101 77,4 74,4 70,4 69,1 58,9 45,2 38,1 32,4 24,9 17,9 11,2	83.0 70.9 63.8 59.0 54.7 51.1 47.6 44.8 43.1 34.6 22.2 19.0 14.7 10.8 8.643	29,8 27,2 24,4 21,5 20,5 20,5 11,8 9,76 6,28 5,10 4,07 4,17
Han	Nq V(s ko Mq V(s ko Hq V(s ko hN n hA n NO m MNO m MNO m MHO m HO m	We 89,5 m²) 1,10 m²) 18,5 m²) 198 mm 583 m² 0,387 m² 1,16 m² 9,43 m² 199	am 04.01 bei W= 2	3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199	1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199	973/2018	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 300 270	72.1 55.5 50.4 44.0 42.7 41.2 39.9 27.9 23.1 16.7 16.7 8.29 4.98 3.33 2.23	80,5 72,1 55,5 50,7 42,2 38,1 31,0 21,5 17,6 9,83 7,450 3,257	150 145 107 101 77,4 70,4 69,1 58,9 45,2 38,4 24,9 11,4 11,4 11,4 10,4	83,0 70,9 63,8 59,7 51,1,6 44,8 43,1 34,6 22,2 19,0 10,8 8,43 5,16 4,10 4,10 4,10	29,8 27,2 21,4 21,6 20,5 18,1 15,6 11,6 6,10 4,07 3,17 1,40 1,40
Hau	NQ V(s kind	We 89,5 m²) 1,10 m²) 18,5 m²) 198 mm 583 mm 583 mm 1,16 mm 583 mm 1,16 mm 1,16 mm 1,17 mm 1,17 mm 1,17 mm 1,17 mm 1,17 mm 1,18	am 04.01 bei W- 2 197 am 30.07	3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6	1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159	973/2018 am 30.07.1999	tabelle	359 358 357 356 350 340 330 320 270 240 210 183 150 130 120	80.5 72.1.5 55.5 50.4 44.0 42.7 42.2 41.2 39.9 27.9 27.5 21.7 10.7 8.29 8.33 2.35 1.81 1.41	80.5. 72.5. 55.5.4 42.7.2 42.9.9.38.1.0 26.6.5 17.7.6 4.83 7.4.50 3.2.7.1.41 1.03 0.304	150 145 107 107 107 177,4 74,4 769,1 58,9 45,2 38,1 24,9 11,4 10,4 8,90 7,30 7,669	83,0 63,8 59,0 54,7,5 51,7,6 44,8,1 34,6 22,2 14,7 10,8 8,28 6,16 4,10 3,58 3,308	29,2 24,5 20,5 20,5 20,5 11,6 15,6 11,6 65,10 1,03 0,804
Hau	NQ V(s lot Mq Mq Mq M) M) MNO m MNO m MHO m HO m HO m MNO	Ne 89,5 m2) 1,10 m2) 18,5 m3) 198 nm 583 Ne 0,387 Ne 1,16 Ne 9,43 Ne 107 Ne 12,3 Ne 82,3 Ne 159 m2) 2,56	am 04.01 bei W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bei W- 4	(3/2018 (*) 7.1999 1.1998 120 cm	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 5,54 31,3 230	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199	1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199	973/2018 am 30.07.1999	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 270 240 210 183 150 130 120	131	72.1 55.0 442.7 39.9 38.1 31.0 26.6 21.5 17.7 4.8 9.83 4.25 2.27 4.10 0.80 0.80 0.73 0.73 0.73 0.73 0.73 0.73 0.73	150 145 107 101 77,4 74,4 69,1 58,9 45,2 132,4 11,4 10,9 11,4 10,9 11,4 11,4 10,9 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11	83,0 63,8 59,0 54,7 47,6 444,6 444,6 44,6 44,6 44,6 44,6	29,8 27,24 21,5 20,6 20,5 20,3 11,8 15,6 5,10 4,12 20,3 11,8 11,8 6,7 11,4 11,0 11,4 11,0 11,4 11,0 11,4 11,0 11,4 11,0 11,0
Hau	NQ I (s lo Mq I Mq I (s lo Mq I (Ms 89,5 ms) 1,10 ms) 18,5 ms) 198 mm 583 ms 583 ms 683 ms 785 ms 9,43 ms 9,43 ms 199 ms 82,3 ms 159 ms 20,8 ms 236	am 04.01 bei W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bei W- 4	3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 5,54 31,3 230	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6	89,5 1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,08 234	973/2018 am 30.07.1999	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 270 240 210 183 150 130 120	131	72.1 55.0 42.2 39.9 38.1 31.0 6.2 1.7 14.6 21.5 17.7 14.6 3.2 17.7 14.0 3.2 1.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3.0 3	150 1455 107 107 107 77,4 4 70,4 69,9 452,1 32,4 9 11,4 8,90 7,05 6,524 11,4 8,90 7,05 6,524 4,471	83,0 70,9 63,8 59,0 54,7 47,6 43,6 43,6 43,6 14,7 8,28 14,7 14,7 14,7 14,7 14,7 14,7 14,7 14,7	29,8 27,24,4 21,56 20,56 20,5 18,1 15,6 6,28 5,10 4,07 2,17 1,41 3,12 1,41 1,41 1,41 1,41 1,41 1,41 1,41 1
	NQ I (s los Mq I (s los MHq I (s los	NS 89,5 89,5 1,10 171 186 187 186 187 186 187	am 04.01 bel W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bel W- 4	(3/2018 (*) (1999) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1998) (1,1999) (1,1999)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 5,54 31,3 230	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6	89,5 1,10 13,5 198 426 115 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,65 234 16	973/2018 am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm	<u> </u>	359 358 357 356 350 340 330 320 300 270 240 210 163 150 120 110 110 110 110 100 90 60 60 40 30	131	87251 550 47 422 9 38,1,0 26,6 117,6 9,842 4,555 22,1,01 0,770 0,732 0,732 0,635 0,6	1950 1407 1777 144 1777 1777 1777 1777 1777	83,0 9 83,0 0 70,0 8 50,0 7 63,0 0 70,0 8 63,0 0 70,0 8 70,0 8	29,8 27,24,4 21,6 20,6 20,3 18,1 15,6 11,8 6,28 10,4 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7
	NQ I (s lo Mq I Mq I (s lo Mq I (No. 199,5 mm 1,10 mm 188 mm 189 mm 18	am 04.01 bei W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bei W- 4	3/2018 (*) 7.1999 1.1998 420 cm 3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 5,54 31,3 230 46 Jahre	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 199 18,9 58,6 2,65 92,0	89,5 1,10 13,5 198 426 15 0,387 1,20 9,42 1,20 9,42 1,20 9,42 1,20 1,20 9,42 1,20 1,20 1,20 1,20 1,20 1,20 1,20 1,2	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W- 420 cm	Dauertabelle	359 358 357 356 350 340 330 320 300 270 240 210 163 150 120 110 110 110 110 100 90 60 60 40 30	131	725,5 550,4 42,7 42,9 38,1 39,9 38,1 32,9 38,1 17,6 17,4 43,2 17,4 19,8 19,8 19,8 19,8 10,9 10,1 10,1 10,1 10,1 10,1 10,1 10,1	167 150 145 107 107 77,4 4 77,04 1 105 88,9 2 17,9 2 11,1 4 11,0 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11	83.0 9 8 59.0 7 63.9 8 59.0 7 63.9 8 59.0 7 63.0 8 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6 7 6	29,8 27,4 20,6 20,6 20,6 20,6 20,6 20,6 20,6 20,6
	Nq V(s kindled Nq V(s kindled Nq V(s kindled Nq V(s kindled Nq	No. 199,5 mm 1,10 mm 188 mm 189 mm 18	am 04.01 bel W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bel W- 4 197 Niedrigwat //s km²)	3/2018 (*) 7.1999 1.1998 420 cm 3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 79,0 149 5,54 31,3 230 46 Jahre	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6 10,5 92,0	89,5 1,10 13,5 198 426 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,65 20,8 234 16 656 Hochwass	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W- 420 cm	Dauertabelle	399 398 397 396 396 396 390 390 390 270 210 110 110 110 110 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90	131	0721.5 50.47 42.7 42.9 38.1.0 26.6 21.5 71.4 8.3 25.5 71.4 8.3 25.7 1.4 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0	150 107 177,4,4 107 177,4,4 107 177,4,4 109,1 19,2 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11,4 11	83(9.98) 63(9.17) 63(9.17) 63(9.17) 64(1.16) 64(29.8 27.4 20.5 20.5 20.5 20.5 20.3 18.1 15.6 9.78 8.5 20.7 3.17 11.8 9.78 8.5 20.7 3.17 1.0 9.78 2.17 1.0 9.78 2.17 1.0 9.78 2.0 2.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	Nq V(s ko Mq V(s ko h) Nq v(s ko h) Nq n hA n h	No. 199,5 mm 1,10 mm 188 mm 189 mm 18	am 04.01 bel W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bel W- 4 197 Niedrigwat //s km²)	3/2018 (*) 1999 1.1998 2.1998 2.20 cm 3./2018 (*) SSOF Datum 30.07.19 27.09.19 21.10.20	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 419 46 Jahre 490 490 99 199 99 199 97 196 18 193	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6 10,5 92,0	89,5 1,10 13,5 198 426 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,65 20,8 234 16 656 Hochwass	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W- 420 cm	Dauertabelle	399 399 397 399 399 399 399 399 390 390 390 270 240 183 190 190 110 100 90 90 40 40 40 60 50 50 110 180 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 8	131	925,5 50,4,7 422,9 423,9 38,9 117,7 14,83 21,6 21,7 22,7 14,83 22,7 14,83 22,7 14,83 22,7 14,83 22,7 14,9 0,7,7 0,7,9 0,7,9 0,7,9 0,7,9 0,7,9 0,5,7 0,5	1505 1077 1077 1077 1077 1077 1077 1077	83(9.98) (69) (7) (69) (7) (44) (41) (6) (7) (7) (8) (7) (8) (8) (7) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8) (8	39,8 22,4,5 20,5 20,5 20,5 20,5 20,5 20,5 20,5 20
Extremwerte	NG V(s kin Ming V(No. 199,5 mm 1,10 mm 188 mm 189 mm 18	am 04.01 bel W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bel W- 4 197 Niedrigwat //s km²)	3/2018 (*) 1999 1.1998 2.1998 2.20 cm 3./2018 (*) SSOF Datum 30.07.19 27.09.19 21.10.20	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 419 46 Jahre 490 490 99 199 99 199 97 196 18 193	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,75 41,7 199 18,9 58,6 10,5 92,0	89,5 1,10 13,5 198 426 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,65 20,8 234 16 656 Hochwass	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W- 420 cm	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	925-15-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-5-	180 1045 107 1774 144 107 1774 144 144 167 168 168 168 168 168 168 168 168 168 168	83,08 8 6 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	33,51 29,8 30,1 29,8 27,2 24,4 26,6 20,3 18,1 15,6 6,20,3 18,1 15,6 6,20,3 12,7 1,4 1,4 10,9 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7 10,7
	Nq V(s ko Mq V(s ko h) Nq v(s ko h) Nq n hA n h	No. 199,5 19	am 04.01 bel W- 2 197 am 30.07 am 28.10 bel W- 4	3/2018 (*) 7.1999 1.1998 420 cm 3/2018 (*)	5,89 34,0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 196 79,0 149 419 46 Jahre 490 490 99 199 99 199 97 196 18 193	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,7 199 18,9 58,6 2,65 92,0	89,5 1,10 13,5 198 426 426 15 0,387 1,20 9,42 106 199 82,3 159 2,65 20,8 234 16 656 Hochwass	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm	Dauertabelle	399 399 397 399 399 399 399 399 390 390 390 270 240 183 190 190 110 100 90 90 40 40 40 60 50 50 110 180 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 8	522.5 504.0 725.5 504.0 725.5 504.0 725.5 725.5 725.5 725.5 726.7 726.5 727.5 72	925.5 50.4 449.1 316.6 217.7 449.1 316.6 217.7 4.26 7.7 1.03 4.26 7.7 1.03 1	1505 1015 1017 177 177 177 177 177 177 177 177 17	83.09 8 6 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	39,8 29,8 24,45 20,65 20,65 20,65 20,65 20,65 20,65 20,65 20,65 20,76 20
Extremwerte	NQ V(s lot Max V(s lot Max V(s lot Max V(s lot Max	No. 89,5	am 04.01 bel W-2 197 am 30.07 am 28.10 bel W-4 197 Niedrigwas /(s km²) 0.854 0.876 1.10 1.41 1.54 1.54 1.77 1.77 1.77 prjahres bis	3/2018 (*) 2.1999 3.1998 3.1998 420 cm 3.2018 (*) 3.2018 (*) 2.110.20 13.08.19 13.08.19 13.08.19 13.08.19 13.08.20 13.08.20 13.08.30 13.08	5.89 34.0 198 532 46 Jahre 0,920 2,51 14,2 104 198 79,0 149 5,54 31,3 230 46 Jahre 490 99 199 99 199 99 199 99 199 99 199 99 198 91 183 83 179 95 166 89 167 83 179 95 166 89 167 16 153	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,27 1,27 1,29 18,9 18,9 18,9 18,6 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	89,5 1,10 13,5 1989 426 15 1,20 9,42 10,12 1,20 9,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 1,20 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm 73/2018 697 Datum 28.10.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	925,5 50,4 442,7 442,7 442,7 442,7 442,7 442,7 442,7 442,7 443,7 4	1505 101777444 101777406885149924444 1017774068851449924444 1017774068851449924444 10177406885144992444 10177406885148992444 10177406885148992448	83,0 8 6 5 1 6 6 7 7 1 8 1 6 8 7 7 1 6 8 1 6 8 7 7 1 1 6 8 1	297,8 297,8 297,8 224,4 56,6 200,3 18,1 9,768 9,768 9,768 11,176 2,177 32,17 1,008 0,7702 0,7702 0,7702 0,7702 0,7702 0,558 0,
Extremwerte	Na Yis ki May Yis ki M	No. 89,5	am 04.01 Mag 2 Mag	32/2018 (*) 1.1999 1.1999 2.1099 2.1099 2.1099 2.1091 2.1081	5.89 34.0 198 532 46 Jahre 0.920 14.251 104 196 5.54 31.3 230 46 Jahre 490 m9 99 199 97 196 181 193 383 163 383 166 383 167 166 167 168	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,27 1,27 1,29 18,9 18,9 18,9 18,6 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	89,5 1,10 13,5 1989 426 15 1,20 9,42 10,12 1,20 9,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 1,20 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm 73/2018 697 Datum 28.10.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	925.5.4 925.5.4 442.9.5.2 938.1.0.6.5.7 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.4 9.0.5	150.45 10777,7474.4 10777,7474.	83.0 8 6 5 1 6 6 7 7 1 6 8 1 6 6 7 7 1 6 8 1 6 6 7 7 1 6 8 1 6 6 7 7 1 6 8 1 6 7 7 1 6 8 1 6 7 7 1 6 8 1 6 7 7 1 6 8 1 6 7 7 1 6 8 1 6 7 7 7 1 6 8 1 6 7 7 7 1 6 8 1 6 7 7 7 1 6 8 1 6 7 7 7 1 6 8 1 7 7 1 7 8 1 8 1 7 7 1 7 8 1 8 1 7 7 1 7 8 1 8 1	259.8 24.4 56.5 20.5 18.1 19.7 20.5 18.1 19.7 20.5 18.1 19.7 20.5 11.9 20.5 11.9 20.5 11.9 20.5 10.0
Extremwerte	Na Yis ki May Yis ki M	No. 89,5	am 04.01 Mag 2 Mag	32/2018 (*) 1.1999 1.1999 2.1099 2.1099 2.1099 2.1091 2.1081	5.89 34.0 198 532 46 Jahre 0.920 14.251 104 196 5.54 31.3 230 46 Jahre 490 m9 99 199 97 196 181 193 383 163 383 166 383 167 166 167 168	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,27 1,27 1,29 18,9 18,9 18,9 18,6 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	89,5 1,10 13,5 1989 426 15 1,20 9,42 10,12 1,20 9,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 1,20 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm 73/2018 697 Datum 28.10.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	575.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5	15045077474441922149924449305682747074714476759552227280482458494	8070.88.07.11.68.11.69.24.68.11.69.24.24.44.44.44.69.24.11.69.24.24.43.44.44.44.69.24.11.69.24.24.43.44.44.44.69.24.11.69.24.24.24.43.44.44.44.69.24.11.69.24.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.69.24.11.69.24.34.43.44.44.44.44.69.24.43.44.44.44.44.44.44.44.44.44.44.44.44	259.8 24.6 20.3 18.5.6 8.6.2 19.5 20.3 18.5.6 8.6.2 19.5 20.3 18.5.6 19.5 20.3 18.5.6 19.5 20.3 18.5.6 19.5 20.3 20.3 20.3 20.3 20.3 20.3 20.3 20.3
Extremwerte	Na Yis ki May Yis ki M	No. 89,5	am 04.01 Mag 2 Mag	32/2018 (*) 1.1999 1.1999 2.1099 2.1099 2.1099 2.1091 2.1081	5.89 34.0 198 532 46 Jahre 0.920 14.251 104 196 5.54 31.3 230 46 Jahre 490 m9 99 199 97 196 181 193 383 163 383 166 383 167 166 167 168	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,27 1,27 1,29 18,9 18,9 18,9 18,6 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	89,5 1,10 13,5 1989 426 15 1,20 9,42 10,12 1,20 9,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 1,20 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm 73/2018 697 Datum 28.10.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	57.5.1.5.4.7.2.9 1.0.0 6.0 7.00 9.0 9.0 9.0 9.0 9.0 9.0 9.0 9.0 9.0	150450774744192 150450774748192 15045074444192 150450747471144767951522770804024889444 15045074774744443233332272080402488944		229.8 227.2 24.16 6 227.2 24.16 24.1
Extremwerte	Na Yis ki May Yis ki M	No. 89,5	am 04.01 Mag 2 Mag	32/2018 (*) 1.1999 1.1999 2.1099 2.1099 2.1099 2.1091 2.1081	5.89 34.0 198 532 46 Jahre 0.920 14.251 104 196 5.54 31.3 230 46 Jahre 490 m9 99 199 97 196 181 193 383 163 383 166 383 167 166 167 168	28,8 1,10 3,18 63,6 51 0,387 1,20 4,27 1,27 1,29 18,9 18,9 18,9 18,6 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	89,5 1,10 13,5 1989 426 15 1,20 9,42 10,12 1,20 9,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 10,12 1,20 1,42 1,20 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42 1,42	am 30.07.1999 am 28.10.1998 bei W= 420 cm 73/2018 697 Datum 28.10.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998 30.12.1998	Dauertabelle	399 399 399 399 399 399 399 399 399 399	131	575.5.4 47 2.9 5 1.0 6 4.0 47 2.9 5 1.0 5	1504500177770084483222174114108777666622477074114465893332528882484848484848484848484848484848484		0,466 0,429 0,387

Rheingebiet, Teil III

DGJ-Seite Pegel Bamenohl

te			Niedrigwa	asser	Hochwasser				
		m³/s	l/(s km²)	Datum	m³/s	I/(s km²)	cm	Datum	
Extremwe	1 2 3 4 5 6 7 8 9	0,387 0,397 0,499 0,576 0,640 0,658 0,696 0,782 0,800 0,848	0,854 0,876 1,10 1,27 1,41 1,45 1,54 1,73 1,77 1,87	30.07.1999 27.09.1997 21.10.2018 13.09.1991 18.08.1983 13.08.1995 21.08.1989 13.08.1990 03.07.1976 24.09.2016	199 196 193 183 179 166 161 160 159 153	439 433 426 404 395 366 355 353 351 338	420 418 306 398 296 396 392 288 391	28.10.1998 23.01.1995 20.01.1986 30.12.1986 10.03.1981 22.08.2007 30.01.1995 07.02.1984 31.12.1993 14.11.2010	



Planen in Unsicherheit

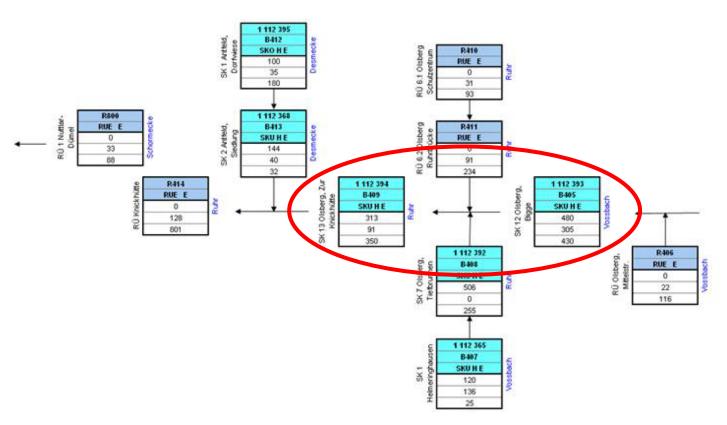
- >
- No regret- / Low regret-Maßnahmen
- >
- Bewusstsein für statistische Unsicherheiten

- **>**
- Optionen für das vermeintlich undenkbare Szenario
- **>**
- Multifunktionale Maßnahmen präferieren
- **>**
- Maßnahmen Dritter mit einbeziehen

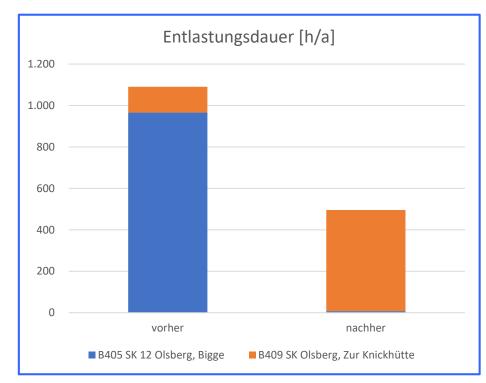


Systeme und Bauwerke

Schmutzfrachtberechnung / Integrale Entwässerungsplanung Kläranlage Bestwig-Velmede



Ausschnitt Verfahrensfließbild Kläranlageneinzugsgebiet



Entlastungsverhalten nach Optimierung im Hinblick auf Gewässersituation



Monitoring zur Zustandsbewertung der Gewässer

Chemisch-physikalische Untersuchung





Bestimmung von Indikatororganismen







Auswirkungen auf Gewässerbewertung

- Temperatur
- Stoffumsätze
- Löslichkeit-/Dissoziationsgleichgewichte
- Sauerstoffhaushalt
- Physiologie und Verhalten von Organismen
- Habitatbedingungen (Artenverteilung, Biodiversität, Nahrungsnetze etc.)



Kläranlagenbetrieb in Niedrigwasserzeiten



Intensiviertes Monitoring Kläranlagenablauf und Gewässer



Optionen für verstärkte Nitrifikation (Rest-Ammonium/-Ammoniak)



Optionen für vermehrte Spurenstoffelimination (Pulveraktivkohle-Dosierung)



Schlussfolgerungen, Empfehlungen, Hinweise



Das vermeintlich Undenkbare denken



Eigenvorsorge auf verschiedenen Ebenen



Insgesamt viele Sektoren gefordert



Wasser und Gewässer haben Schlüsselfunktion: Infrastruktur, Naturschutz und Biodiversität, Stadt- und Landklima, Gesundheit, Stadt- und Landschaftsplanung, Freizeit/Erholung und Aufenthaltsqualität, Land- und Forstwirtschaft, Fischwirtschaft, Energiewirtschaft etc.





Danke für die Aufmerksamkeit

Kontakt, Rückfragen, Kritik, Hinweise:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Grünebaum Geschäftsbereich Zentrale technische Abteilungen (ZA)

Tel.: 0201/178-2300

E-Mail: tgr@ruhrverband.de