

Das im Buntsandstein gelegene Enzthal oberhalb Pforzheim, sowie das ganze Nagoldthal, sind durchgehends schmal; nur an einigen Stellen, wo grössere Nebenbäche einmünden, wie im Enzthal bei Enzklösterle und Calmbach, im Nagoldthal bei Erzgrube und Nagold, zeigen sich Thalweitungen von bescheidenem Umfang. Die bewaldeten Thalhänge sind meist steil und von felsiger Beschaffenheit. Die kurzen Strecken, an welchen Granit ansteht, zeigen den Anfang schluchtähnlicher Einrisse. Schlingungen des Flusses in dem ebenen Wiesenthalgrund kommen selten vor.

Auf der Strecke Pforzheim-Mühlacker bildet die teilweise mit Geröll überdeckte, leicht lösliche Anhydritgruppe den mittleren Thalhang. Das Enzthal ist daher auf dieser Strecke erheblich erweitert; am Fuss des Hangs stehen teils Felsen des obersten Buntsandsteins, teils die harten Bänke des Wellendolomits senkrecht an.

Das im Hauptmuschelkalk verlaufende untere Enzthal von Mühlacker bis Besigheim ist infolge der vielfachen Krümmungen abwechslungsweise enger und weiter. Die konkaven Ufer werden meist von felsigen Steilhängen begrenzt, an denen der Fluss nicht einmal Raum für einen Fussweg gestattet, während das konvexe sanft ansteigende Flussufer im Thalgrund bis in die Hochwasserhöhe durch Wiesen, über dieser Grenze durch Aecker, gebildet wird. Die zwischen den starken Krümmungen gelegenen geraden Flussstrecken zeigen Neigung zur Flussverwilderung (Rosswag, Unterriexingen).

Die Breiterehältnisse des Flussschlauchs bei Mittelwasser und des überschwemmten Gebiets bei höchsten bekanntem Hochwasserstand sind in den vorstehenden zwei Tabellen über die Gefällsverhältnisse verzeichnet.

Die grössten Wassertiefen bei Mittelwasser, die mittlere Höhe des anstossenden Ufergeländes, bei dem die allgemeine Thalüberflutung beginnt, sowie die Höhe des höchsten bekannten Hochwassers, sind in den Teilstrecken der Längenprofile, Beilagen 5—10, zur Darstellung gebracht.

An der oberen Enz bewegt sich die Flussschlauchbreite zwischen 5 m und 15 m, die Breite des Ueberschwemmungsgebietes zwischen 10 m und 400 m und die Wassertiefe bei Mittelwasser zwischen 0,2 m und 1,5 m; an der unteren Enz ist der Flussschlauch 20—35 m, das Ueberschwemmungsgebiet 50—580 m breit und das Wasser bei mittlerem Stand 0,3 m bis 4 m tief. Die Breite des Nagoldflusses wächst bis zu 30 m, ihres Ueberschwemmungsgebietes bis zu 330 m und die Wassertiefe bei Mittelwasser bis zu 4 m.

III. Abflussvorgang.

Wasserstandsbeobachtungen.

An der Enz und Nagold bestehen die im nachstehenden verzeichneten 4 württembergischen und 2 badischen Pegel, welche auf Kosten dieser Staaten errichtet wurden und regelmässig täglich beobachtet werden.

Bezeichnung des Flusslaufs	Name der Pegelstelle	Entfernung von der Flussmündung km	Meereshöhe der Pegelnullpunkte m	Beginn der regelmässigen Beobachtung
Enz	Höfen (würtembergisch)	76,703	352,80	Januar 1887
Enz	Pforzheim (badisch)	58,410	245,61	Juli 1884
Enz	Enzweihingen (würtembergisch)	24,780	194,72	Januar 1880
Nagold	Altensteig (würtembergisch)	69,885	438,87	Januar 1897
Nagold	Calw (würtembergisch)	26,100	325,40	Januar 1887
Nagold	Weissenstein (badisch)	4,874	270,60	November 1887

Die wichtigsten Beobachtungsergebnisse der württembergischen Pegel sind für die Jahre vor 1890 aus Beilage 3 des Verwaltungsberichts der Königl. Ministerialabteilung für den Strassen- und Wasserbau für die Rechnungsjahre 1889/91 und für die 5 Jahre 1891/95 aus Beilage 1 Tabelle II und III, sowie aus Beilage 11 und 12 zu entnehmen. In den beiden letztgenannten Beilagen sind auch die Beobachtungsergebnisse der badischen Pegel zur bildlichen Darstellung gelangt.

Man erhält hieraus folgende Uebersicht über

- die absolut höchsten Wasserstände (H W)
- „ gemittelten höchsten „ (M H W)
- „ „ mittleren „ (M W)
- „ „ niedersten „ (M N W)
- „ absolut „ „ (N W)

an diesen Pegeln in dem 5jährigen Zeitabschnitt 1891/95.

Gemittelt 1891/95	Höfen					Pforzheim					Enzweihingen					Calw					Weissenstein				
	HW	MHW	NW	MNW	NW	HW	MHW	NW	MNW	NW	HW	MHW	NW	MNW	NW	HW	MHW	NW	MNW	NW	HW	MHW	NW	MNW	NW
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Januar	152	114	89	80	76	187	137	108	97	83	272	170	104	82	70	280	190	133	118	109	195	138	101	85	74
Februar	144	111	95	85	72	240	150	112	96	86	350	184	125	101	78	416	219	152	131	113	250	157	109	89	76
März	172	133	101	87	76	218	146	114	97	90	320	194	134	103	88	364	215	159	129	118	213	138	117	94	90
April	124	113	97	86	80	145	123	105	95	78	228	174	121	100	80	240	177	143	128	115	150	118	98	86	73
Mai	128	105	91	84	78	126	116	102	93	78	176	148	109	95	74	193	153	130	120	107	132	107	91	82	70
Juni	146	111	91	82	76	191	127	105	93	72	290	158	111	93	72	360	176	137	122	98	212	117	94	83	69
Juli	132	100	83	76	68	146	110	97	87	78	200	119	96	83	58	213	146	123	112	<u>96</u>	138	97	85	79	<u>66</u>
August	94	88	78	<u>72</u>	<u>66</u>	115	102	91	82	70	106	96	85	78	58	140	121	114	109	102	92	83	77	73	67
September	96	<u>83</u>	<u>76</u>	<u>72</u>	<u>66</u>	105	<u>99</u>	<u>88</u>	<u>80</u>	<u>69</u>	104	<u>89</u>	<u>80</u>	<u>73</u>	<u>54</u>	120	<u>115</u>	<u>110</u>	<u>104</u>	98	84	<u>79</u>	<u>75</u>	<u>70</u>	<u>66</u>
Oktober	196	118	84	75	<u>66</u>	198	124	98	85	78	284	154	94	78	72	227	151	118	107	98	148	106	83	73	71
November	182	117	87	76	<u>66</u>	196	128	100	90	79	280	144	100	84	72	292	172	129	114	102	155	104	87	78	72
Dezember	244	140	91	79	78	260	153	110	95	87	380	199	114	89	78	428	224	142	117	110	249	142	100	78	73
Winter	244	122	92	81	72	260	147	110	96	83	380	184	114	91	70	428	211	142	122	109	250	146	103	84	73
Frühling	172	117	96	86	76	218	128	107	95	78	320	172	121	99	74	364	182	144	126	107	213	121	102	87	70
Sommer	146	100	84	77	<u>66</u>	191	113	98	87	72	290	124	97	85	58	360	148	125	114	96	212	99	85	78	66
Herbst	196	106	82	74	<u>66</u>	198	117	95	85	69	284	129	91	78	54	292	146	119	108	98	155	96	81	74	66
Wintermonate Oktober—März . .	244	122	91	80	<u>66</u>	260	140	107	93	78	380	174	112	89	70	428	195	139	119	98	250	131	97	83	71
Sommermonate April—September .	146	100	86	79	<u>66</u>	191	113	96	88	69	290	131	100	87	54	360	148	126	116	96	212	100	87	79	66
Jahresdurchschnitt .	244	111	88	80	<u>66</u>	260	126	102	91	69	380	152	106	88	54	428	172	132	118	96	250	115	93	81	66

Die jährliche Bewegung des Wasserspiegels findet hienach in der Weise statt, dass der Wasserstand vom Monat Januar an steigt, im Februar oder März einen Höchstpunkt erreicht, hierauf langsam auf den in den Monat September fallenden niedersten Stand zurückgeht, um gegen das Ende des Jahres wieder derart zu steigen, dass im Monat Dezember ein zweiter Höhepunkt erreicht wird, der demjenigen von den Monaten Februar bis März in Bezug auf seine absolute Höhe den Rang streitig macht.

Die Kurven der gemittelten Monatswasserstände zeigen also ein Wintermaximum mit zwei Kulminationspunkten in den Monaten Dezember und Februar-März und ein Sommerminimum, das meist im Monat September, teilweise bereits im August, seltener erst im Oktober eintritt. Die gemittelten



Wasserstände der Monate Juni-Juli und November entsprechen ungefähr den Werten der entsprechenden gemittelten Jahreswasserstände.

Die Wasserführung der Enz und Nagold, und damit die Form der Linien der gemittelten Monatswasserstände, ist hauptsächlich von dem mehr oder weniger raschen Freiwerden der in Form von Schnee gebundenen reichlichen Wassermengen abhängig. In Uebereinstimmung mit der höheren Lage der Quellgebiete der Enz gegenüber der Nagold und des dadurch bedingten späteren Eintritts der Schneeschmelze treten, wie die vorstehende Uebersicht zeigt, die absolut höchsten und gemittelten höchsten Wasserstände an dem Pegel der oberen Enz zu Höfen erst im Monat März ein, während sie an den beiden Nagoldpegeln zu Calw und Weissenstein schon im Monat Februar beobachtet werden.

Aber auch nach dem Abflauen dieser Hochwasser macht sich die Nachwirkung der Schneeschmelze während des Monats April in der vermehrten Ergiebigkeit der Quellen bemerklich. Erst mit der vom Monat Mai ab beginnenden Abnahme der Bewölkung und Zunahme der Verdunstung, sowie mit dem um diese Zeit erfolgenden Eintritt des überaus grossen Verbrauchs von Wasser zum Wachstum der Pflanzen wird die Wasserführung der Flüsse geringer, und nimmt, trotz der oft reichlichen Gewitterregen, stetig bis zum Herbst ab.

In der nachstehenden Tabelle sind die seit Errichtung der Pegel bis Ende des Jahres 1896 an diesen Pegeln beobachteten gemittelten mittleren, sowie die absolut höchsten und absolut niedersten Wasserstände übersichtlich zusammengestellt, auch ist der Höhenunterschied zwischen dem höchsten und dem niedersten Wasserstand während dieser Zeit für jeden Pegel angegeben.

Wasserstände in der Zeit von Errichtung des Pegels bis 31. Dezember 1896	Pegel an der Enz zu			Pegel an der Nagold zu		Bemerkungen
	Höfen cm	Pforzheim cm	Enzweihingen cm	Calw cm	Weissenstein cm	
Gemittelter mittlerer Wasserstand	91 10jähr. Mittel	104 13jähr. Mittel	112 17jähr. Mittel	133 10jähr. Mittel	93 9jähr. Mittel	
Absolut höchster Wasserstand mit Angabe des Tags der Beobachtung	310 9. III. 1896	305 9. III. 1896	460 *) 27. XII. 1882	428 **) 7. XII. 1895	255 9. III. 1896	*) 430 **) 420 9. III. 1896
Absolut niederster Wasserstand mit Angabe des Tags der Beobachtung	62 27. II. 1896	69 6. IX. 1892	54 6. IX. 1893	96 11. VII. 1893	66 11. u. 18. VII. 1894 25. IX. 1894	
Höhenunterschied zwischen dem höchsten und niedersten Wasserstand	248	236	406	332	189	

Zu diesem Verzeichnis ist zu bemerken, dass die angegebenen Hochwasserstände um 1—2 m niedriger sind, als die unter Hochwasser und Eisgänge aufgeführten höchsten bekannten Hochwasserstände überhaupt.

Zur Vervollständigung des Bildes über die jährliche Bewegung der Wasserstände soll noch die Häufigkeit des Eintritts der einzelnen Wasserstände im Laufe eines Jahres betrachtet werden.

In dem nachstehenden Verzeichnis ist für Abstufungen von 10 cm zu 10 cm Pegelablesung die jeweilige Dauer des Wasserstandes in Tagen im Jahr, sowie deren Prozentsatz, gemittelt aus den 5 Jahren 1891/95 zusammengestellt.

Aus diesen Angaben ist in Beilage 13 die sogenannte Häufigkeitslinie für die Pegel zu Höfen, Calw, Pforzheim und Enzweihingen derart gebildet worden, dass die verglichenen Wasserstände als Abscissen, die zugehörige Häufigkeit des Eintritts der betreffenden Wasserstände als Ordinate aufgetragen wurden.

Die so erhaltene Häufigkeitslinie zeigt einen Umkehrpunkt oder Scheitelwert, der demjenigen Wasserstand entspricht, der am häufigsten im Laufe eines Jahres beobachtet wird. Dieser Wasserstand fällt aber nicht mit dem aus dem arithmetischen Mittel der täglichen Wasserstandsbeobachtungen berechneten, gemittelten mittleren Wasserstand zusammen. Letzterer liegt vielmehr stets höher, weil die Schwankungen zwischen dem mittleren und absolut höchsten Wasserstand stets bedeutend höher sind, als diejenigen zwischen dem mittleren und absolut niedersten Wasserstand.

Der Höhenunterschied zwischen dem gemittelten mittleren Wasserstand und dem am häufigsten auftretenden Wasserstand berechnet sich für die Pegel zu Höfen, Calw, Pforzheim und Enzweihingen zu 6 cm bzw. 17, 7 und 21 cm. Die Dauer beider Wasserstände ist aus der Beilage 13 zu entnehmen.

Wasserstände mm	Höfen		Calw		Pforzheim		Enzweihingen	
	Anzahl der Tage	Prozente	Anzahl der Tage	Prozente	Anzahl der Tage	Prozente	Anzahl der Tage	Prozente
50—59	—	—	—	—	—	—	2,2	0,60
60—69	10,2	2,74	—	—	0,2	0,05	4,6	1,26
70—79	77,6	21,25	—	—	8,8	2,41	32,4	8,87
80—89	142,0	38,88	—	—	58,4	15,99	96,0	26,29
90—99	66,2	18,11	1,6	0,44	120,0	32,86	56,0	15,33
100—109	40,2	11,01	57,6	15,77	78,8	21,58	52,0	14,24
110—119	18,0	4,93	95,4	26,12	54,6	14,95	32,4	8,87
120—129	6,2	1,70	72,4	19,82	28,4	7,78	26,0	7,12
130—139	2,4	0,66	38,0	10,41	7,4	2,03	18,4	5,04
140—149	1,0	0,27	27,0	7,39	3,0	0,82	11,8	3,23
150—159	0,8	0,22	24,2	6,63	1,2	0,33	9,6	2,63
160—169	0,4	0,11	15,4	4,22	1,6	0,44	6,8	1,86
170—179	—	—	8,4	2,30	0,8	0,22	4,2	1,15
180—189	—	—	7,2	1,97	0,4	0,11	3,2	0,88
190—199	0,2	0,05	4,4	1,21	1,0	0,27	2,4	0,66
200—209	—	—	2,2	0,60	0,4	0,11	1,2	0,33
210—219	—	—	2,6	0,72	—	—	1,0	0,27
220—229	—	—	1,8	0,49	—	—	0,4	0,10
230—239	—	—	1,2	0,33	—	—	1,0	0,27
240—249	—	—	1,8	0,49	—	—	0,6	0,17
250—259	—	—	0,8	0,23	—	—	0,6	0,17
260—269	—	—	0,2	0,05	0,2	0,05	0,2	0,05
270—279	—	—	0,6	0,17	—	—	0,4	0,11
280—289	—	—	0,2	0,05	—	—	0,4	0,11
290—299	—	—	0,2	0,05	—	—	—	—
300—309	—	—	0,6	0,17	—	—	0,6	0,17
310—319	—	—	0,4	0,11	—	—	0,4	0,11
320—329	—	—	0,2	0,05	—	—	0,2	0,05
330—339	—	—	—	—	—	—	—	—
340—349	—	—	0,2	0,05	—	—	—	—
350—359	—	—	—	—	—	—	—	—
360—369	—	—	0,2	0,05	—	—	—	—
370—379	—	—	0,2	0,05	—	—	—	—
380—389	—	—	—	—	—	—	0,2	0,05
390—399	—	—	—	—	—	—	—	—
400—409	—	—	—	—	—	—	—	—
410—419	—	—	0,2	0,05	—	—	—	—

Die Häufigkeitslinien der einzelnen Pegel zeigen insofern ähnliche Gestalt, als sie vom Scheitelpunkt gegen die niederen Wasserstände steiler abfallen als gegen die höheren Wasserstände. Die Gestalt der Kurve erfährt jedoch durch die mit der Länge des Flusslaufs veränderliche sekundliche Abflussmenge, durch das Längengefälle des Flusses an der Pegelstelle und durch die Gestaltung des Querprofils vielfache Aenderungen. Die Beobachtungszeit der Pegel ist aber viel zu kurz, um aus der Form der Häufigkeitslinien Schlüsse nach dieser Richtung zu ziehen, denn die sekundären Scheitel der Häufigkeitslinien der Pegel von Calw und Enzweihingen in der Gegend der hohen Wasserstände rühren z. B. nur von der kurzen Beobachtungszeit her. Es kann jedoch eine derartige Unregelmässigkeit auch im Zusammenhang mit dem Austritt von Wasser aus dem normalen Fluss Schlauch stehen.

Da ein Vergleich der Wasserstände an zwei verschiedenen Pegeln eines Flusses wegen der verschiedenen Höhenlage des Nullpunktes zu den gemittelten Wasserständen, sowie wegen der ungleichartigen Gestaltung der Pegelquerprofile mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, so wurden in der Beilage 14 die Linien gleichwertiger Wasserstände an den verschiedenen Pegeln bildlich dargestellt.

Diese stetigen Linien wurden zwischen eine Reihe von Einzelpunkten eingelegt, die teils aus länger andauernden Beharrungszuständen des Wasserspiegels, teils aus den Maxima und Minima der Anschwellungen, d. h. aus den Umkehrpunkten der Kurven der Jahreswasserstände, erhalten wurden. Hiebei wurden die am oberhalb gelegenen Pegel beobachteten Wasserstände als Abscissen und die am unterhalb gelegenen beobachteten als Ordinaten aufgetragen und jedem einzelnen Punkte der Tag der Beobachtung beigelegt.

Von dieser Linie unregelmässig abgelegene Punkte bekunden die störenden Einflüsse, die verhältnismässig stärkere Anschwellungen eines zwischen den Pegelstellen mündenden bedeutenderen Nebenflusses oder stärkere Niederschläge zwischen den Pegelstandorten auszuüben vermögen. Aus diesen Gründen können die gezeichneten Linien gleichwertiger Wasserstände für grössere Anschwellungen nur als rohe Annäherung aufgefasst werden.

Hochwasser und Eisgänge.

Da die Begriffe mittleres Hochwasser und gemittelter höchster Wasserstand durch einzelne sehr hohe, bezw. sehr niedere Werte zu stark beeinflusst werden, so sollen im nachstehenden unter Hochwasser alle diejenigen Wasserstände begriffen sein, welche die sogenannte Ausuferungshöhe, d. h. diejenige Höhe erreicht oder überschritten haben, bei der der Fluss aus seinen normalen Ufern tritt und das Thalgelände zu überfluten beginnt. Diesem Wasserstand entspricht am

Enz - Pegel zu Höfen	eine Ablesung von 1,5 m	oder eine Höhe über Mittelw. von 0,6 m,
„ „ „ Pforzheim	1,9	0,9
„ „ „ Enzweihingen	2,5	1,4
Nagold- „ „ Calw	2,9	1,6
„ „ „ Weissenstein	1,9	1,0

Die unter dieser Annahme am Enzpegel zu Enzweihingen in der 17jährigen Beobachtungszeit 1880—1896 aufgetretenen 27 Hochwasserstände verteilen sich, wie die nachstehende Tabelle zeigt, in der Art auf die einzelnen Monate eines Jahres, dass während der Vegetationsperiode April-September nur $\frac{1}{3}$, während der Wintermonate Oktober-März aber $\frac{2}{3}$ sämtlicher ausufernden Hochwasser eingetreten sind.

Die Höhenlage der Marken, die an Brücken, sowie an Mühlen und an anderen im Uberschwemmungsgebiet gelegenen Gebäuden von Hochwassern aus früheren Zeiten angebracht sind, wurde bei der Aufnahme des Längenprofils von dem hydrographischen Bureau ermittelt und zum Teil, insoweit ihre Anzahl die Deutlichkeit der Darstellung nicht beeinträchtigte, in die Längenprofile Beilage 5—10 eingezeichnet. Die Gefällsverhältnisse des Hochwassers vom März 1896 wurden zu einer Zeit, als dessen Spuren noch deutlich erkennbar waren, in zusammenhängender Weise aufgenommen. Hiebei wurde hauptsächlich der Stau zu ermitteln versucht, den Brücken, Wehren und ähnliche Abflusshindernisse verursachten. Auch die Ergebnisse dieser Aufnahme gelangten, soweit thunlich, in den genannten Längenprofilen, sowie in den Querprofilen Beilage 19—41 zur Darstellung.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
1880	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	4
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1882	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	4
1883	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1885	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3
1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1887	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
1888	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1892	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2
1893	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1895	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	4
1896	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3
in 17 Jahren	3	2	6	—	—	3	—	—	—	2	5	6	27

Auf Grund dieser Aufnahmen sind zu Vergleichungszwecken diejenigen Wasserhöhen berechnet worden, welche bei dem Eintritt der durch Marken festgelegten Hochwasser an den Pegeln voraussichtlich abgelesen worden wären, falls diese Pegel zu jener Zeit schon bestanden haben würden. Diese berechneten Werte sind im Gegensatz zu den thatsächlich beobachteten in der Uebersicht zwischen Klammern gesetzt und nur annähernd richtig.

Zeit des Eintritts	Hochwasserstandshöhen an den Pegeln zu					
	Höfen	Pforzheim	Enzweihingen	Altensteig	Calw	Weissenstein
27. Februar 1784	—	(3,05)	(4,80)	—	—	—
1799	—	—	—	—	(4,95)	—
28./31. Oktober 1824	(3,65)	(4,30)	(5,95)	(2,90)	(4,90)	—
Januar 1834	—	—	—	—	(4,65)	—
1. August 1851	(3,15)	(4,01)	(5,67)	(2,80)	(5,20)	(4,30)
15. Dezember 1880	—	(2,80)	4,02	—	—	—
27./28. Dezember 1882	(3,00)	(3,20)	4,60	(2,65)	(4,75)	(2,45)
7. Dezember 1885	—	2,00	3,24	—	—	—
4. Juni 1887	2,02	1,95	3,06	—	2,78	—
29. März 1888	1,66	2,20	3,36	—	2,92	2,25
26. Oktober 1892	1,96	1,98	2,84	—	2,27	1,48
3. Februar 1893	1,24	2,40	3,50	—	4,16	2,50
6./7. Dezember 1895	2,44	2,60	3,80	(2,48)	4,28	2,49
8./9. März 1896	3,10	3,05	4,30	(2,30)	4,20	2,55
3./4. Februar 1897	1,90	2,58	3,66	1,82	3,86	2,30

4*

Ausser den in dieser Uebersicht aufgeführten Hochwassern berichten die Chroniken, jedoch ohne Angabe der Höhe, noch von grossen Ueberschwemmungen aus den Jahren 1199, 1461, 1472, 1500, 1573, Juni 1613, 13. Januar 1633, 20. Dezember 1740 u. a.

Die durch Landregen und Gewitter hervorgerufenen Hochwasser erreichen nur ausnahmsweise die Bedeutung der Schneeschmelzhochwasser; sie treten bei den steilen Thalhängen und starken Flussgefällen meist sehr rasch und kräftig ein, haben aber nur kurze Dauer. Die Kurven der täglichen Wasserstandsbewegung zeigen daher in ihrem Verlauf bei Hochwassern, die durch Landregen erzeugt wurden, einen niederen Scheitelpunkt mit langsamer Abflachung, bei Hochwassern infolge von Gewittern eine hohe, spitzige und schnell abfallende Wellenform. (S. Beilage 15.)

Die Schneeschmelzwasserfluten können bei durchgreifendem, starkem Witterungsumschlag, der im oberen Schwarzwald und im Gäu zu gleicher Zeit eine Schmelze verursacht, ebenfalls plötzlich ansteigende Wellen geben. Diese werden in dem Fall sehr gefährlich und schadenbringend, dass warme Niederschläge mit der Witterungsänderung verbunden sind. So betrug im März 1896 das Steigen des Wasserspiegels innerhalb zweimal 24 Stunden in Höfen 2,1 m, in Calw 2,5 m, in Pforzheim 1,6 m und in Enzweihingen 2,9 m. Gewöhnlich vollzieht sich die Schneeschmelze nach einem ersten kräftigen Anstoss, der eben die Flutwelle erzeugt, allmählig, so dass sich die Wasserstände längere Zeit auf beträchtlicher Höhe erhalten, langsam abnehmen und eine wesentlich längere Gesamtdauer haben als die Sommerhochwasser. Der Scheitelpunkt dieser Flutwellen ist meist abgerundet oder zackig, was von Unterbrechungen des Schneeschmelzprozesses während der Nacht oder von mehrtägigen Temperaturrückschlägen herrührt.

In Beilage 15 ist der Verlauf dieser verschiedenen Arten der Enz- und Nagoldflutwellen dargestellt. Der übersichtlichen Vergleichung wegen sind die Wellen nicht auf einen gemeinsamen Horizont, sondern auf das betreffende, den Anschwellungen unmittelbar vorhergehende, einige Zeit anhaltende Mittelwasser bezogen.

Die Schnelligkeit, mit der der Scheitel einer solchen Flutwelle sich fortwälzt, kann, in Ermanglung von selbstschreibenden Pegelbeobachtungen bzw. von Wasserstandsaufschrieben, die in kürzesten Zeitabschnitten gemacht worden sind, nur annähernd angegeben werden. Sie betrug zwischen den Pegeln zu Pforzheim und Besigheim je nach der Höhe der Anschwellung 1,25—1,60 m in der Sekunde.

Mit diesen Schmelzwasserfluten sind sehr häufig Eisgänge verbunden, die schon öfters, wie z. B. in den Jahren 1784, 1789, 1827, 1830, 1862, 1865 und 1880 Ursache verheerender Katastrophen geworden sind.

An Flussstellen mit wenig Gefäll, z. B. oberhalb von Flussengen, von Kiesbänken und von Wehren, an kalten, zugigen Flussstellen oder an solchen, die sich entlang des Fusses von bewaldeten Thalhängen der sogenannten Winterseite hinziehen, gefriert das Wasser oft bis auf 40—60 cm Stärke.

Das Auftauen derartiger Eismassen, die im Mittel- und Unterlauf in ausgedehnteren Flächen vorkommen als im Oberlauf der Flüsse, beansprucht 6—10 Tage Zeit. Erfolgt nun der Witterungsumschlag rasch, so treffen die Schmelzwasser der Quellbäche und des oberen Flussgebietes, sowie die mitgeführten harten Eistafeln im weiteren Verlauf auf eine noch geschlossene Eisschichte, es entstehen gefährliche Aufstauungen und seitliche Ausbrüche durch das wärmere Flusswasser. Durch den Auftrieb wird die Eisdecke schliesslich zum Sprengen gebracht, sie löst sich, zieht ab und giebt nun ihrerseits an Flusskrümmungen und engen Brückenstellen, sowie an weiter abwärts gelegenen Eisflächen wieder Anlass zu neuen Eisstopfungen und verursacht durch wiederholten Austritt neuen Schaden an Gebäuden, Bäumen und Ufergeländen.

Wassermengen.

Die Ergebnisse der Messungen der oberflächlich abfliessenden Wassermengen, die an der Enz und Nagold, sowie an ihren Nebenflüssen kleine Enz, Eyach, Zinsbach, Waldach und Würm mit dem Woltmann'schen Flügel ausgeführt wurden, sind in dem Verwaltungsbericht für die Jahre 1893/95, S. 10 übersichtlich zusammengestellt. Erhebungen über die durch Grundwasserströme abgeführten Wassermengen wurden nicht angestellt.

Diese Messungen wurden an jeder Messungsstelle mit Ausnahme derjenigen an der Enz unterhalb Bietigheim bis heute nur zweimal und zwar bei mittlerem und niederem Wasserstand wiederholt;

die Wassermengekurve kann daher nur in angenäherter Weise mit Hilfe berechneter Werte, aufgestellt werden. Zu diesen nach der Ganguillet-Kutter'schen Formel gemachten Berechnungen der Wassermengen bei anderen Pegelständen als den gemessenen, wurden die aus den Messungsergebnissen berechneten Rauigkeitskoeffizienten an den Messungsstellen angenommen.

Hienach erhält man die auf Beilage 16 dargestellten Wassermengekurven bei niederen und mittleren Wasserständen für die Pegel von Höfen, Calw und Enzweihingen, die jedoch nur mit dem Vorbehalt der späteren Richtigstellung auf Grund weiterer Messungen hier veröffentlicht werden. Bei jeder der gezeichneten Wassermengekurven wurde, um das Verhältnis der Abflussmenge zu der Wasserstandsbewegung an den Pegeln zu gewinnen, für den absolut niedersten, den gemittelten niedersten und den gemittelten mittleren Wasserstand in dem 5jährigen Zeitraum 1891/95 je der Pegelstand und die sekundliche Abflussmenge beigefügt. Diese Abflussmengen wurden auch in der nachstehenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

In Ermanglung der bis heute an der Enz und Nagold ebenfalls noch nicht zur Ausführung gelangten Hochwassermessungen wurde versucht, auf Grund mehrerer, an hiezu besonders geeigneten Flussstellen aufgenommener Querprofile und mit Benützung des durch die Aufnahme der Höhenlage der Hochwassermarken festgelegten Hochwassergefälls die grösste sekundliche Abflussmenge des Hochwassers vom 8. und 9. März 1896 und des höchsten bekannten Hochwassers überhaupt, nach den für die Berechnung des Mittelwassers aufgestellten Grundsätzen zu bestimmen. Für die Ergebnisse dieser Rechnungen bleiben ebenfalls Berichtigungen vorbehalten.

Hienach sind im Jahre 1896 von 1 qkm Einzugsgebiet beim höchsten Stand des Hochwassers

an der Enz oberhalb Pforzheim 0,81 cbm,
 „ „ Nagold bei Calw . . . 0,31 cbm und
 „ „ Enz „ Besigheim . 0,25 cbm

Wasser in der Sekunde abgelaufen.

Bei dem höchsten bekannten Hochwasserstand der Enz im Jahr 1824 flossen von 1 qkm oberhalb Pforzheim 1,38 cbm, bei Besigheim 0,66 cbm, bei der Nagold in Calw im Jahr 1851 0,86 cbm in der Sekunde ab.

Die Gesamtergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt und in Beilage 17 bildlich dargestellt.

Zusammenstellung



der

sekundlichen Abflussmengen der Enz und Nagold.

Fluss	Bezeichnung der Flussstelle	Grösse des Einzugsgebiets in qkm	Grösse der sekundlichen Abflussmengen									
			bei absolut niederstem Wasserstand		bei gemittelt niederstem Wasserstand		bei gemittelt mittlerem Wasserstand		bei dem Hochwasser vom Jahre 1896		bei dem Hochwasser vom Jahre 1824 bzw. 1851	
			im Ganz. cbm	auf den qkm Liter	im Ganz. cbm	auf den qkm Liter	im Ganz. cbm	auf den qkm Liter	im Ganz. cbm	auf den qkm Liter	im Ganz. cbm	auf den qkm Liter
Enz	oberhalb Calmbach	116	0,6	5,2	1,9	16,4	3,0	26,0	98	840	170	1450
"	bei Birkenfeld	326	1,4	4,7	3,0	9,2	4,5	13,8	255	810	430	1380
"	" Enzberg	1500	4,0	2,6	7,5	5,0	12,0	7,3	480	320	1350	900
"	" Besigheim	2200	4,5	2,1	9,0	4,1	15,0	6,7	550	250	1460	660
Nagold	oberhalb Nagold	216	0,8	3,7	2,5	11,6	4,0	18,5	100	470	193	920
"	unterhalb Calw	583	1,7	2,9	3,6	6,2	5,5	9,4	180	310	500	860



Das Verhältnis der kleinsten Niederwassermenge zur grössten Hochwassermenge ist nach dem Vorstehenden

an der Enz bei Höfen .	etwa = 1:300
„ „ „ „ Pforzheim „	= 1:340
„ „ „ „ Besigheim . .	= 1:325
„ „ Nagold bei Calw . .	= 1:300

Die vollständige, auf die Wasserstände am Pegel von Enzweihingen bezogene Wassermengenkurve der Enz bei Besigheim ist in Beilage 16 gezeichnet.

Beziehungen zwischen Niederschlags- und Abflussmengen.

Die genaue Ermittlung der Beziehungen zwischen Niederschlags- und Abflussmengen ist mit ganz erheblichen Schwierigkeiten verbunden, weil die Grundlagen der Rechnung eine grosse Anzahl von Fehlerquellen in sich bergen. Die Ergebnisse haben überdies für hydrotechnische Zwecke nur bedingten Wert, weil sie für jeden Einzelteil des Flussgebiets, während kürzerer und längerer Zeiträume und bei jedem Gewitter und jeder Schneeschmelze stets wechselnde sind.

Die Abflussmengen setzen sich aus dem sichtbaren Abfluss, der gleich dem Produkt von Wasserquerschnitt und Wassergeschwindigkeit ist, und aus dem im Untergrund der Thalmulde sich bewegenden Grundwasserstrom von unbekannter Stärke zusammen. Der sichtbare Abfluss wird gebildet aus dem in Form von Quellen hervorbrechenden Versickerungswasser und aus dem sofort nach erfolgtem Niederschlag beginnenden oberirdischen Abfluss.

Um ein richtiges Verhältnis zwischen dem Abfluss und einem in kürzerer Zeit gefallenen Niederschlag zu erhalten, sind nicht die gleichzeitigen Werte zu vergleichen, sondern es ist die Zeit zu berücksichtigen, die zwischen dem Niederschlag und der Anschwellung liegt. Der mit der Lage der Erhebungsstelle zum Flusslauf wechselnde Betrag der Verzögerung ist für hohe Wellen geringer als für kleinere. Die abfliessende Wassermenge ist keineswegs dem Wasserstand direkt proportional, bei doppelt so hohem Pegelstand fliesst z. B. in Besigheim, wie dies die Wassermengekurve auf Beilage 16 zeigt, die 12fache Menge des Wassers ab, das bei halb so hohem Pegelstand abfliesst. Bei der umständlichen Berechnung der Abflussmengen musste für den mittleren Pegelstand eines jeden Tages die sekundliche Wassermenge aus der Wassermengekurve entnommen und daraus die Tages-, Monats- und Jahresabflussmengen berechnet werden.

Die auf diese Weise erfolgte Berechnung des 5jährigen Mittels der von der Enz an der Messungsstelle bei Bietigheim monatlich und jährlich abgeführten Wassermengen bedarf deshalb später noch einer Berichtigung, weil die Anzahl der vorgenommenen Wassermessungen noch nicht eine völlig genügende ist. Die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Rechnungsergebnisse sind daher nur als vorläufige Annäherungswerte zu bezeichnen. Wenn diese Rechnungen dennoch durchgeführt wurden, so geschah es nur, um für diesen hauptsächlichsten württembergischen Schwarzwaldfluss und damit auch für einen grossen Teil des Landes selbst, das ungefähre Gesetz der Be- und Entwässerung während der einzelnen Monate eines Jahres kennen zu lernen.

Um die Fehlerquellen, die hauptsächlich bei sehr hohen Wasserständen stark sind, zu vermindern, wurde das Verhältnis von Niederschlag zu Abfluss nicht für eine einzelne Flutwelle von kurzer nur nach Tagen zählenden Dauer, sondern für den 5jährigen Zeitabschnitt 1891/95 berechnet. Ein mehr als 5jähriges Mittel hätte allerdings die Trockenperioden der Jahre 1893 und 1895 besser zur Ausgleichung gebracht, es konnte aber die Berechnung aus verschiedenen Gründen nicht auf längere Zeit ausgedehnt werden.

Die Niederschlags- und Abflussmengen des gesamten Enzgebiets während der einzelnen Monate im Durchschnitt der 5 Jahre 1891/95 sind nachstehend tabellarisch und in Beilage 18 bildlich zusammengestellt.

Im Mittel der 5 Jahre 1891/95 fiel hienach in dem 2223 qkm grossen Gesamtgebiet der Enz eine jährliche Niederschlagsmenge von 1812 Millionen cbm, wovon jährlich 549 Millionen cbm oder rund 30,3 % oberflächlich abflossen. Während die Niederschlagsmengen im Sommer- und Winterhalbjahr annähernd gleich gross waren, ergab sich für den Sommer eine Abflussmenge von 26,1 % und für den Winter eine solche von 34,4 % der Niederschlagsmenge.

Im Durchschnitt der 5 Jahre 1891—95	Niederschlagsmenge			Abflussmenge			Verhältnis zwischen Niederschlag und Abfluss Abfluss in Prozenten des Niederschlags
	in Prozenten des Gesamt- nieder- schlags	in Millionen cbm	in Litern auf den qkm und die Sekunde	in Prozenten des Gesamt- abflusses	in Millionen cbm	in Litern auf den qkm und die Sekunde	
Januar	6,3	114	19,2	8,0	44	7,4	38,6
Februar	6,8	123	22,7	11,4	63	11,7	51,2
März	6,7	122	20,5	14,4	79	13,3	64,7
April	5,9	107	18,6	10,9	60	10,4	56,1
Mai	8,3	150	25,2	8,6	47	7,9	31,3
Juni	11,3	205	35,6	9,3	51	8,9	24,9
Juli	11,6	210	35,3	6,4	35	5,9	16,7
August	6,2	112	18,8	4,2	23	3,9	20,6
September	6,4	116	20,2	3,5	19	3,3	16,4
Oktober	12,5	227	38,2	6,2	34	5,7	15,0
November	7,3	132	23,0	6,7	37	6,4	28,0
Dezember	10,7	194	32,6	10,4	57	9,6	29,4
Sommer April—September	49,7	900	25,7	42,9	235	6,7	26,1
Winter Oktober—März .	50,3	912	26,0	57,1	314	9,0	34,4
Jahresdurchschnitt	100,0	1812	25,8	100,0	549	7,8	30,3

Neben der vermehrten Verdunstung infolge der höheren Temperatur und der Vergrößerung der Verdunstungsfläche durch Gräser, Halmfrüchte und Blätter ist an dieser Beeinflussung hauptsächlich der Wasserverbrauch der Pflanzen beteiligt. Dies tritt bei Betrachtung der monatlichen Abflussmengen ganz deutlich zu Tage. Entsprechend der raschen Entwicklung des Pflanzentums in den Monaten April und Mai und der dadurch erfolgenden Aufspeicherung von ungeheuren Mengen Wasser in den Trieben der Nadelhölzer, den Blättern der Laubbäume und Büsche, der jungen Saaten und der Gräser zeigt die Linie des Verhältnisses zwischen Niederschlag und Abfluss einen Sprung zwischen den Monaten April und Mai von rund 25 %. Der Maximalverbrauch durch die Pflanzen ist wohl im Juni schon überschritten, die Abflussbedingungen, soweit sie von der Vegetation abhängig sind, bleiben von da ab während des Sommers die gleichen. Erst im Herbst mit dem Laubfall endet allmählig das Pflanzenleben und damit dessen Wasserverbrauch. Das zeigt sich in der plötzlichen Zunahme des Verhältnisses der Abflussmenge zur Niederschlagsmenge um 13 % im Monat November gegenüber dem Monat Oktober. Der Umstand, dass in dem niederschlagreichsten Monat Oktober das Minimum des prozentualen Abflusses fällt, hat seinen Grund zweifellos in der Austrocknung des der wasserhaltenden Pflanzendecke beraubten Bodens nach der Getreide- und Oehmdernte und der vermehrten Aufnahmefähigkeit nach der im September häufig beobachteten anhaltenden Trockenheit.

Geschiebeführung.

Die Geschiebeführung der Enz und Nagold ist nur bei Hochwasser von Bedeutung; an ihr sind vielfach die Nebenbäche in erheblichem Masse beteiligt.

Im Oberlauf beider Flüsse wird der der Buntsandsteinformation (und im Enzthal teilweise dem Granit) entstammende Sand und das bis faust- und kopfgrosse Geröll teils bei stärkeren Hochwassern auf nieder gelegenen Wiesen zum Nachteile ihrer Besitzer, teils bei fallendem Wasser im

Flussbett selbst abgelagert. Zu diesen Ablagerungen gesellen sich noch grössere, von den Steinwürfen und Mauern entlang der Ufer abgelösten Findlinge. Derartige Ablagerungen beeinträchtigen die Ausübung der Flösserei und erheischen eine alljährliche Ausräumung des Flussbetts. Da hiebei die ausgeräumten Steine zur Uferandeckung, zur Ausbesserung angegriffener Uferstellen und zu Zeilenbauten verwendet werden, zeigen die Flussläufe der oberen Enz und Nagold im Gegensatz zu denjenigen Schwarzwaldflüssen, auf denen keine Flösserei betrieben wird, nur wenig Neigung zur Inselbildung und Flussverwilderung. Diese erfreuliche Thatsache steht übrigens auch mit der guten Pflege der Waldungen des Gebiets und mit den in geringem Masse darin betriebenen Nebennutzungen in unverkennbar ursächlichem Zusammenhang.

Im Unterlauf der Enz werden im Geschiebe die Trümmer aller Formationen ihres Gebiets, des Granits, des Buntsandsteins, des Muschelkalks und des Keupers angetroffen. Die aus grösserer Entfernung beigeführten Bestandteile des leicht zerreibbaren Granits und der weichen Buntsandstein- und Keuperschichten sind hier von der härteren, teilweise aus unmittelbarer Nähe stammenden Muschelkalkgeröllen zu einem quarzreichen, sehr feinkörnigen Sande zerrieben, der aber nur örtlich als Bausand und zur Unterhaltung von Nebenwegen Verwendung findet. Die Geschiebeführung an der unteren Enz ist nur mässig stark und geht zumeist in geschlossenem Flussbett und ziemlich regelmässig vor sich.

IV. Wasserwirtschaft.

Ufersicherungen und Korrekturen.*)

a) Flossbauverwaltung.

Die gemeinsame Fürsorge für die Wasserstrassen der Enz und Nagold und ihrer flossbaren Nebenbäche bestund sowohl in Württemberg als in Baden von alters her, neben der Unterhaltung von Wehrteilen, hauptsächlich in der Räumung der Flossstrasse von den bei Hochwasser abgelagerten Geschiebemassen. Diese Räumungsarbeiten wurden früher von den Gemeinden, Wasserwerksbesitzern und Flössereinteressenten, später von der Calwer Handelsgenossenschaft im Auftrage der fürstl. württembergischen Rentkammer und von der badischen Wasserzollkasse, und heute in Württemberg von der Königl. Forstverwaltung, in Baden von der Grossh. Wasserbauverwaltung besorgt, aber nur insoweit, als es zu Flössereizwecken erforderlich ist. Bei Gelegenheit dieser Räumungsarbeiten wurden wohl schon frühe scharfe, dem Flössereibetrieb hinderliche Flusskrümmungen abgegraben, zu Rutschungen geneigte Steilufer gesichert und im Entstehen begriffene Uferanbrüche abgewehrt, so dass im laufenden Jahrhundert für Flössereizwecke keine grösseren baulichen Einrichtungen zur Ausführung kamen, mit Ausnahme der reinen Flosszeilen, die vielfach gleichzeitig mit den Räumungsarbeiten der Flossstrasse aus den hiebei gewonnenen Steinen auf kürzere und längere Erstreckungen angelegt wurden und ein Zusammenhalten des Niederwassers in einer geregelten Flossfahrrinne bezweckten.

Die Kosten der Einrichtungen, die ausschliesslich der Flösserei dienen, also die Anlage und Unterhaltung der Flossstrassen, Schwellstuben, Flosseinbindstätten, Flossgassen, Anbindemittel, Zeilen sind in der Abhandlung über Flösserei angegeben.

b) Eisenbahnverwaltung.

Im Zusammenhang mit der Erbauung der württembergischen Enzthalbahn von Pforzheim nach Wildbad in den Jahren 1866/68 und mit derjenigen der württembergischen Nagoldthalbahn von Pforzheim bis Nagold, die in den Jahren 1872 und 1874 dem Betrieb eröffnet wurde, mussten in den engen Thälern vielfache Verlegungen der Flussläufe und grössere Uferschutzbauten hergestellt werden. Die Böschungen wurden durchweg mit Pflasterungen, ihr Fuss mit Steinwurf geschützt. Die Neigung der Böschungen auf der Bahnseite ist $1\frac{1}{2}$ fach, diejenige auf der gegenüberliegenden Seite meist 1 fach.

Diese auf Kosten der württembergischen Eisenbahnverwaltung ausgeführten Uferschutzbauten sind in den 2 nachstehenden Uebersichten verzeichnet. In denselben fanden nur die bis auf Niederwasserhöhe hinaufreichenden Uferschutzvorkehrungen Aufnahme; die zahlreichen Dampfpflasterungen zum Schutz gegen Hochwasser sind nicht aufgeführt. Die Kosten dieser Bauten konnten nur teilweise ausgeschieden werden, sie wurden, soweit erhältlich, in der Rubrik Bemerkungen in das Verzeichnis aufgenommen.

*) Vgl. Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogtums Baden. 5. Heft. S. 113 ff.