

Rahmenentwurf zur Fortsetzung der
Dümmersanierung

Machbarkeitsuntersuchungen
zur Hochwasserrückhaltung im
Einzugsgebiet des Dümms

Aachen, den 19. Oktober 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Hydrologische Verhältnisse	7
1.1	Vorhandene Pegel	8
1.2	Auswirkung der Umlegung Bornbach	13
1.3	Ermittlung der Extremwertabflüsse.....	15
1.4	Hochwasserwellen und Bemessungsabflüsse	16
2	Nährstoffbelastung	34
3	Ableitung in den Mittellandkanal	39
3.1	Abschlag der Hunte.....	39
3.2	Abschlag Leckermühlenbach	40
3.3	Abschlag Venner Mühlenbach.....	41
3.4	Summarische Betrachtung der Abschlüge in den Mittellandkanal.....	43
4	Maßnahmen zur Hochwasserretention	45
4.1	Maßnahmen zur Rückhaltung und Wellendämpfung	51
4.1.1	Rückhaltung und Dämpfung in der Fläche durch geänderte Flächennutzung ..	52
4.1.2	Rückhaltung und Dämpfung im Gewässer durch Renaturierung	52
4.1.3	Rückhaltung und Dämpfung in zu schaffenden Retentionsräumen	55
4.2	Maßnahmen zur Ableitung / Umgehung	58
4.2.1	Ableitung in den Bornbach / Randkanal	58
4.2.2	Ableitung in den Mittellandkanal.....	61
4.3	Maßnahmenkombination.....	64
4.4	Auswirkungen auf den Dümmer	66
5	Zusammenfassung.....	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Oberirdisches Einzugsgebiet des Dümmers (Quelle: NLWKN Sulingen).....	7
Abbildung 1.2:	Lage der Gewässerpegel mit vorliegenden Abflusszeitreihen	8
Abbildung 1.3:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof	9
Abbildung 1.4:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Sommer 1983	10
Abbildung 1.5:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt März bis August 1984. Besonderheit: Abfallen des Abflusses am Pegel Bohmte Ende Juli ist ungewöhnlich	11
Abbildung 1.6:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt April bis August 1990. Besonderheit: Verlauf am Pegel Schäferhof ist ungewöhnlich	11
Abbildung 1.7:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt Februar bis September 1996. Besonderheit: Abfluss am Pegel Schäferhof fällt Mitte Juni ungewöhnlich ab und bleibt bis Anfang September sehr tief	12
Abbildung 1.8:	Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt Mai bis Dezember 2000. Besonderheit: Abfluss am Pegel Schäferhof liegt bei dem 2- bis 3-fachen des Abflusses in Bohmte	12
Abbildung 1.9:	Abflusszeitreihen (Monatsmittelwerte) der Pegel Bohmte und Schäferhof sowie deren Verhältnisse (Q-Schäferhof / Q-Bohmte).....	13
Abbildung 1.10:	Extremwertabflüsse, Pegel Schäferhof nach Bornbachumlegung (Basis: korrigierte Reihe von 11/1982 – 12/2011)	15
Abbildung 1.11:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 02/1983 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg erscheint nicht plausibel	17
Abbildung 1.12:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 02/1984	18
Abbildung 1.13:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1986 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg ist relativ hoch, ggf. nicht plausibel	19
Abbildung 1.14:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1987	20
Abbildung 1.15:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1987	21
Abbildung 1.16:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 11/1987	22
Abbildung 1.17:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1990	23
Abbildung 1.18:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1993.....	24
Abbildung 1.19:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 10/1993 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg erscheint nicht plausibel.....	25

Abbildung 1.20:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 1/1/1994.....	26
Abbildung 1.21:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 27/1/1994.....	27
Abbildung 1.22:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1994.....	28
Abbildung 1.23:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 10/1998 Besonderheit: Ganglinien Hunteburg und Angelbeck erscheinen nicht plausibel.....	29
Abbildung 1.24:	Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 07/2000–10/2002 Besonderheit: Ganglinien Hunteburg und Angelbeck erscheinen nicht immer plausibel.....	30
Abbildung 1.25:	Abflusswellen Pegel Schäferhof / Hunte (ohne Bornbach) 03/2005–11/2010.....	31
Abbildung 1.26:	Hochwasserwellen und gewählte Bemessungswellen am Pegel Schäferhof / Hunte	32
Abbildung 1.27:	Bemessungswellen am Pegel Schäferhof / Hunte (ohne Bornbach).....	33
Abbildung 2.1:	Abfluss und Pges-Konzentration am Pegel Schäferhof / Hunte.....	34
Abbildung 2.2:	Summe der gesamten P-Emissionen im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] bei mittleren Abflussbedingungen (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012).....	35
Abbildung 2.3:	P-Emissionen für mittlere Abflussbedingungen im EZG Dümmmer in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)	35
Abbildung 2.4:	Summe der gesamten P-Immissionen im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] bei mittleren Abflussbedingungen (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012).....	36
Abbildung 2.5:	P-Immissionen für mittlere Abflussbedingungen im EZG Dümmmer in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)	36
Abbildung 2.6:	Summe der gesamten P-Immissionen nach Bornbachumleitung für das Jahr 2010 im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012).....	37
Abbildung 2.7:	P-Immissionen nach Bornbachumleitung für das Jahr 2010 im EZG Dümmmer in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)	38
Abbildung 3.1:	Abschlag der Hunte in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN).....	39
Abbildung 3.2:	Auszug aus dem hydraulischen Entwurf zum Ausbau des Mittellandkanals (Anfang der 1970er Jahre).....	40
Abbildung 3.3:	Abschlag Leckermühlenbach in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN)	40
Abbildung 3.4:	Auszug aus dem Lageplan zum Ausbau des Abschlags Leckermühlenbach (Anfang der 1970er Jahre)	41
Abbildung 3.5:	Abschlag Venner Mühlenbach in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN)	42
Abbildung 3.6:	Auszug aus dem Lageplan zum Ausbau des Abschlags Venner Mühlenbach (Anfang der 1970er Jahre).....	42
Abbildung 4.1:	Mittlere monatliche Abflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011).....	45

Abbildung 4.2:	Verteilung der jährlichen maximalen Hochwasserabflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011)	46
Abbildung 4.3:	Jahresweise nach Größe sortierte Tagesmittelwerte im Monat März am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011)	47
Abbildung 4.4:	Alphaquantil der Abflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) für die Monate Februar, März und April, Basis 11/1982 bis 12/2011	49
Abbildung 4.5:	Mittlere Aufenthaltsdauer im Schilfpolder in Abhängigkeit des Zulaufes (Schilfpolderfläche 1,26 km ²).....	50
Abbildung 4.6:	Gestaltungsbeispiel für „Ausbau im vorhandenen Profil“ (Quelle: Vorplanung zur Renaturierung und Wiederherstellung des Fließgewässercharakters der Hunte zwischen Bohmte und Hunteburg, Unterhaltungsverband Obere Hunte, 12/2010).....	53
Abbildung 4.7:	Gestaltungsbeispiel für „Breiter Ausbau mit Grunderwerb“ (Quelle: Vorplanung zur Renaturierung und Wiederherstellung des Fließgewässercharakters der Hunte zwischen Bohmte und Hunteburg, Unterhaltungsverband Obere Hunte, 12/2010).....	54
Abbildung 4.8:	Ist- und Sollzuflusswelle einschließlich erforderlichem Retentionsvolumina.....	56
Abbildung 4.9:	Lage potenziell geeigneter Retentionsflächen.....	57
Abbildung 4.10:	Abflussschema Hunte / Dümmer mit HQ ₁₀₀ -Abflussmengen (Quelle: NLWKN Betriebsstelle Sulingen 11/2006)	60
Abbildung 4.11:	Belastungsschwerpunkte im EZG Dümmer 2010: erosive P-Immissionen pro TEZG in [kg].....	62
Abbildung 4.12:	Zielwasserstände im Dümmer (Quelle: Neuregelung der Dümmerbewirtschaftung. Regelungsschema, Hunte Wasserverband, 2009).....	66
Abbildung 4.13:	Vereinfachter hydraulischer Längsschnitt durch die Hunte bei MQ, MHQ und HQ ₁₀	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1:	Metadaten zu den vorliegenden Zeitreihen (Tagesmittelwerte)	9
Tabelle 1.2:	Kennwerte der gemessenen Abflusszeitreihen (Zeitraum 01.11.82 – 31.10.02).....	10
Tabelle 1.3	Kennwerte von Abflusszeitreihen vor und nach der Umlegung des Bornbachs, Pegel Bohnte und Schäferhof (11/1982 – 12/2011)	14
Tabelle 1.4	Extremwertabflüsse, Pegel Schäferhof nach Bornbachumlegung (Basis: korrigierte Reihe von 11/1982 – 12/2011)	16
Tabelle 1.5	Abflussskennwerte, Pegel Schäferhof nach Umlegung des Bornbachs.....	33
Tabelle 3.1	Kennwerte der Abschlüge in den Mittellandkanal gemäß Bemessung in den 1970er Jahren	43
Tabelle 3.2	Extremwertabflüsse im Zulauf zu den Abschlagsbauwerken in den Mittellandkanal unter Ansatz der NLÖ-Auswertungen (2003)	43
Tabelle 4.1	Abflussskennwerte für die Monate Februar, März und April am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach), Basis 11/1982 bis 12/2011	48
Tabelle 4.2	Kennwerte der potenziell geeigneter Retentionsflächen	57
Tabelle 4.3	Wirkungsmatrix der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen	64
Tabelle 4.4	Empfohlene Maßnahmenkombination und -umsetzungsreihenfolge	65

1 Hydrologische Verhältnisse

Das Einzugsgebiet des Dümmers hat eine Größe von ca. 346 km². Über die Hunte entwässern rund 323,46 km², die Differenz ist auf die eigentliche Fläche des Dümmers von 16,1 km² und das östlich gelegene Einzugsgebiet des Marler Grabens (ca. 6,1 km²) zurückzuführen.

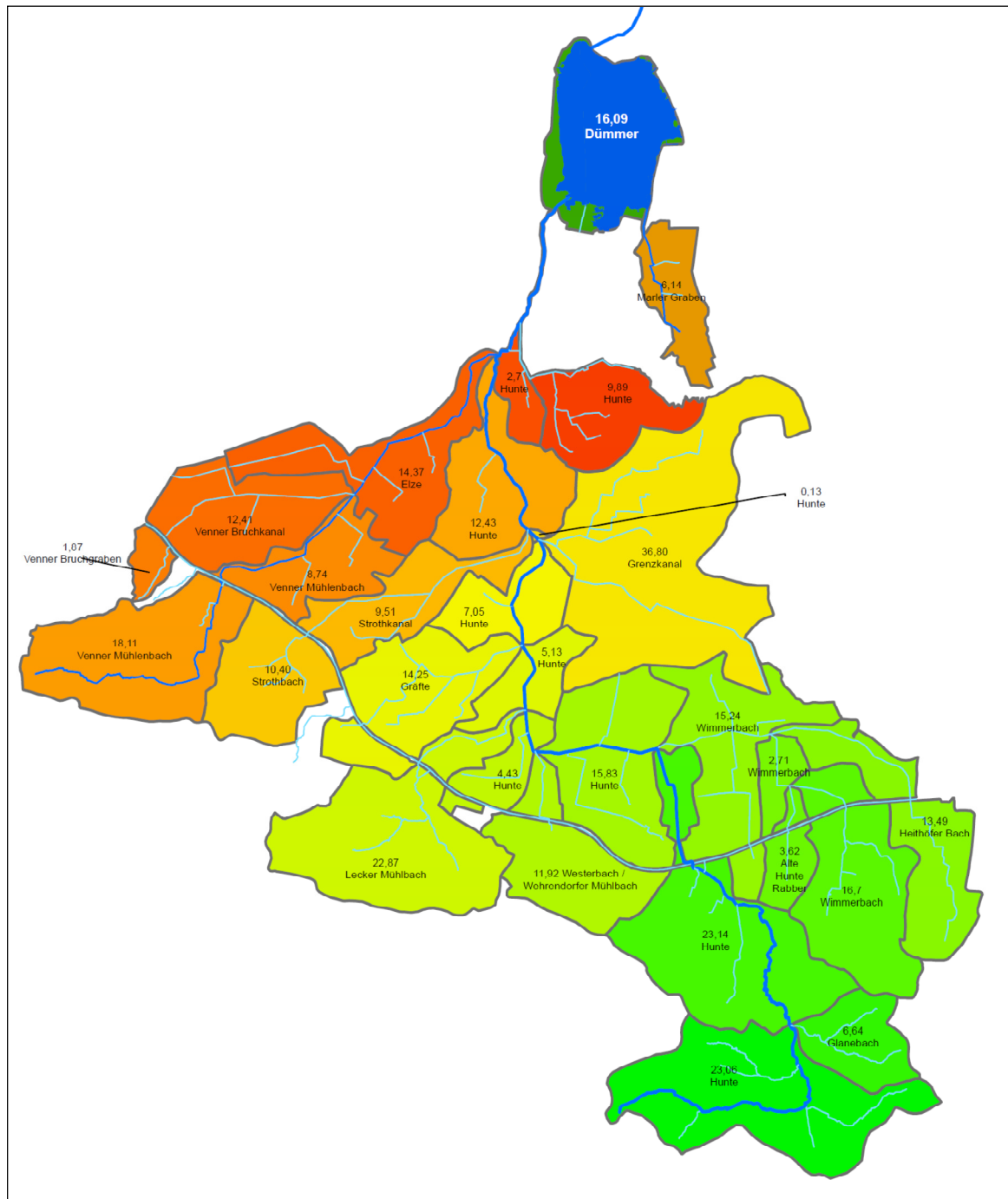


Abbildung 1.1: Oberirdisches Einzugsgebiet des Dümmers (Quelle: NLWKN Sulingen)

1.1 Vorhandene Pegel

Im oberirdischen Einzugsgebiet des Dümmers liegen mehrere Pegel, für die in Abbildung 1.2 dargestellten Pegel lagen Abflusszeitreihen vor.

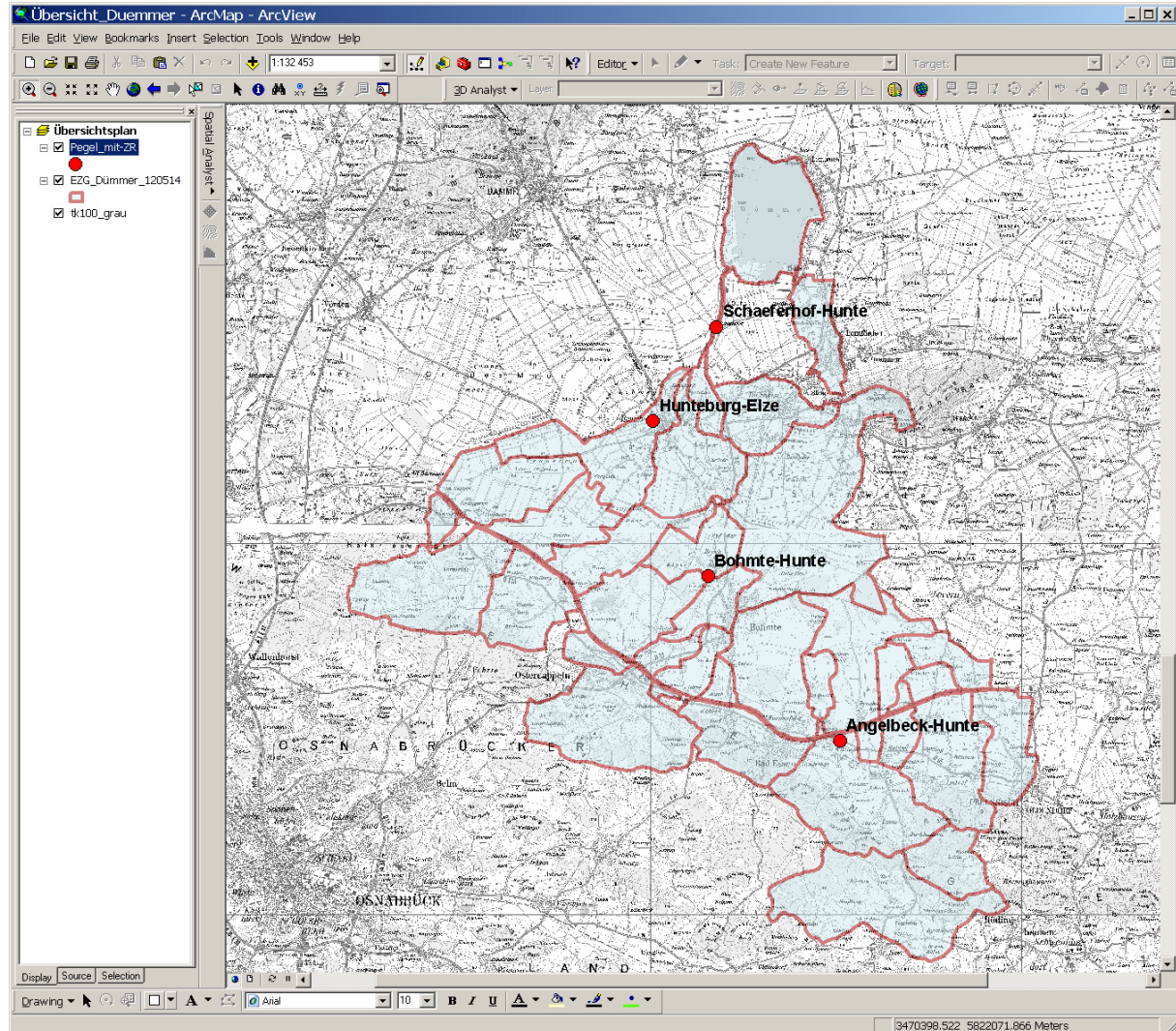


Abbildung 1.2: Lage der Gewässerpegel mit vorliegenden Abflusszeitreihen

Tabelle 1.1: Metadaten zu den vorliegenden Zeitreihen (Tagesmittelwerte)

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	Messzeitraum		Messwerte
			Beginn	Ende	
Angelbeck	Hunte	49.9	01.10.1991	31.12.2000	Q
Bohmte	Hunte	179.5	01.11.1974	31.12.2011	W, Q
Hunteburg	Elze	53.4	01.11.1961	31.12.2002	W, Q
Schäferhof ink. Bornbach	Hunte	403.0	01.11.1982	04/2009	W, Q
Schäferhof ohne Bornbach	Hunte	323.3	04/2009	31.12.2011	W, Q

Zur Ermittlung vergleichbarer statistischer Größen ist es zweckmäßig, gleiche Zeiträume an allen zu untersuchenden Pegeln zu verwenden. Da die Zeitreihe des Pegels Angelbeck / Hunte relativ kurz ist, wurde dieser Pegel zunächst nicht näher betrachtet. Als kleinster gemeinsamer Zeitraum wurde die Zeitspanne 01.11.1982 bis 31.10.2002 ausgewertet.

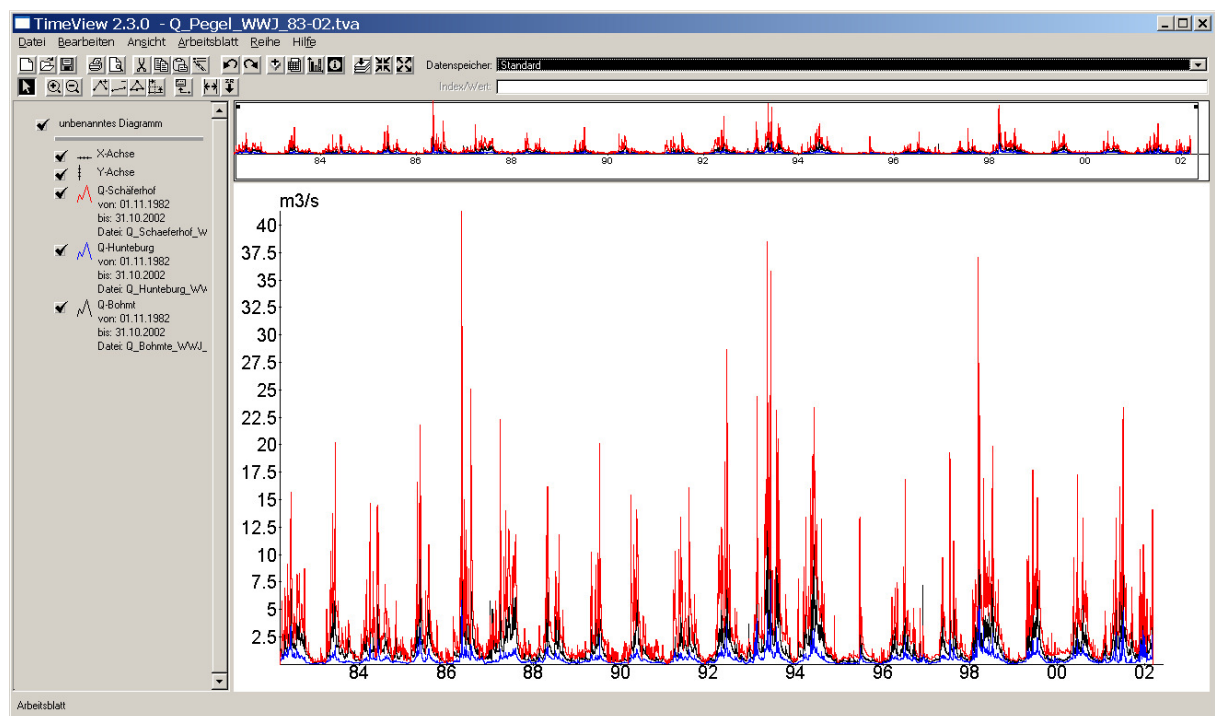


Abbildung 1.3: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof

Tabelle 1.2: Kennwerte der gemessenen Abflusszeitreihen (Zeitraum 01.11.82 – 31.10.02)

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	HQ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]	NQ [m ³ /s]	Hq [l/s/km ²]	Mq [l/s/km ²]	Nq [l/s/km ²]
Angelbeck	Hunte	49.9						
Bohmte	Hunte	179.5	21.800	1.403	0.054	121	7.8	0.30
Hunteburg	Elze	53.4	9.130	0.485	0.017	171	9.1	0.32
Schäferhof ink. Bornbach	Hunte	403.0	41.300	3.085	0.040	102	7.7	0.10
Schäferhof ohne Bornbach	Hunte	323.3						

Die in Tabelle 1.2 dargestellten Hochwasserspenden (Hq) zeigen einen typischen Verlauf, d.h. mit zunehmender Einzugsgebietsgröße nimmt die Spende ab.

Die mittleren Abflussspenden (Mq) liegen bei etwa 8 l/s/km², die Abflussspende der Elze ist mit gut 9 l/s/km² etwas höher. Unterstellt, dass die Messwerte exakt sind, zeigen die Zahlen, dass die mittleren Abflussspenden der Huntepegel praktisch gleich sind, obwohl die Elze mit über 9 l/s/km² mit einer höheren Spende zum Abfluss am Pegel Schäferhof/Hunte beiträgt. Im Umkehrschluss heißt das, dass das zwischen den Pegeln Bohmte/Hunte und Hunteburg / Elze gelegene Zwischeneinzugsgebiet eine mittlere Spende von 7 l/s/km² liefert.

Die Spende des kleinsten Abflusses (Nq) liegt am Pegel Schäferhof mit 0,1 l/s/km² deutlich unter der der anderen Pegel. Demnach müsste die Hunte im Zwischeneinzugsgebiet Wasser verlieren.

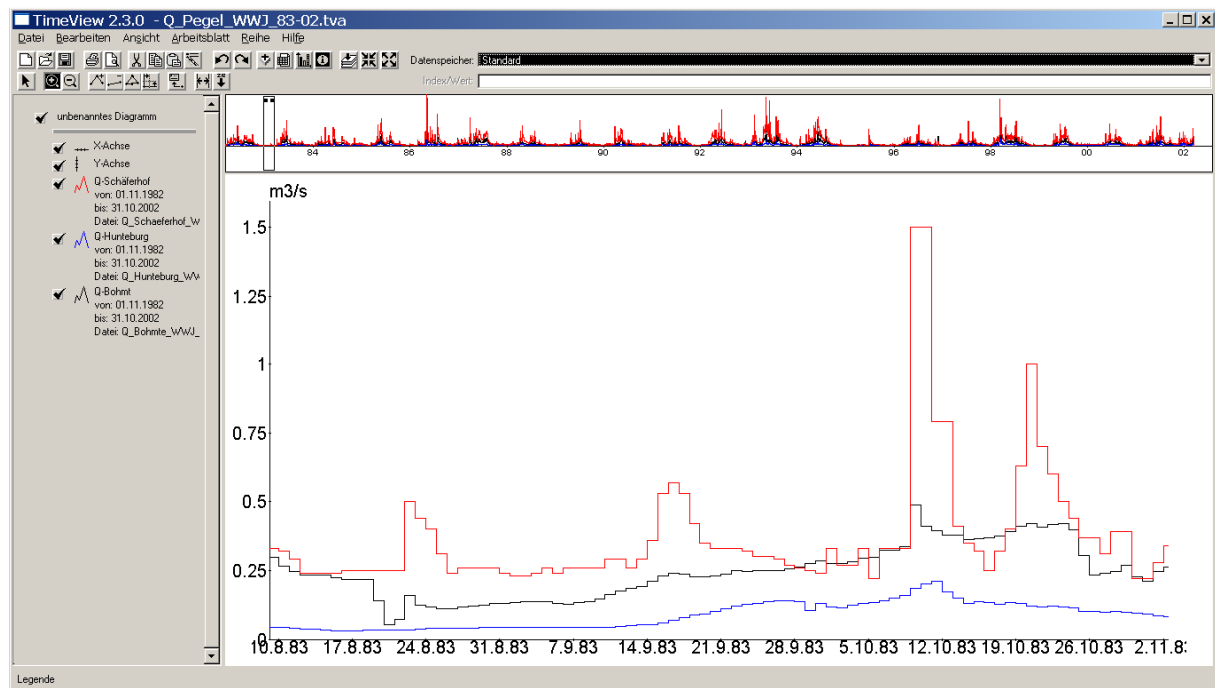


Abbildung 1.4: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Sommer 1983

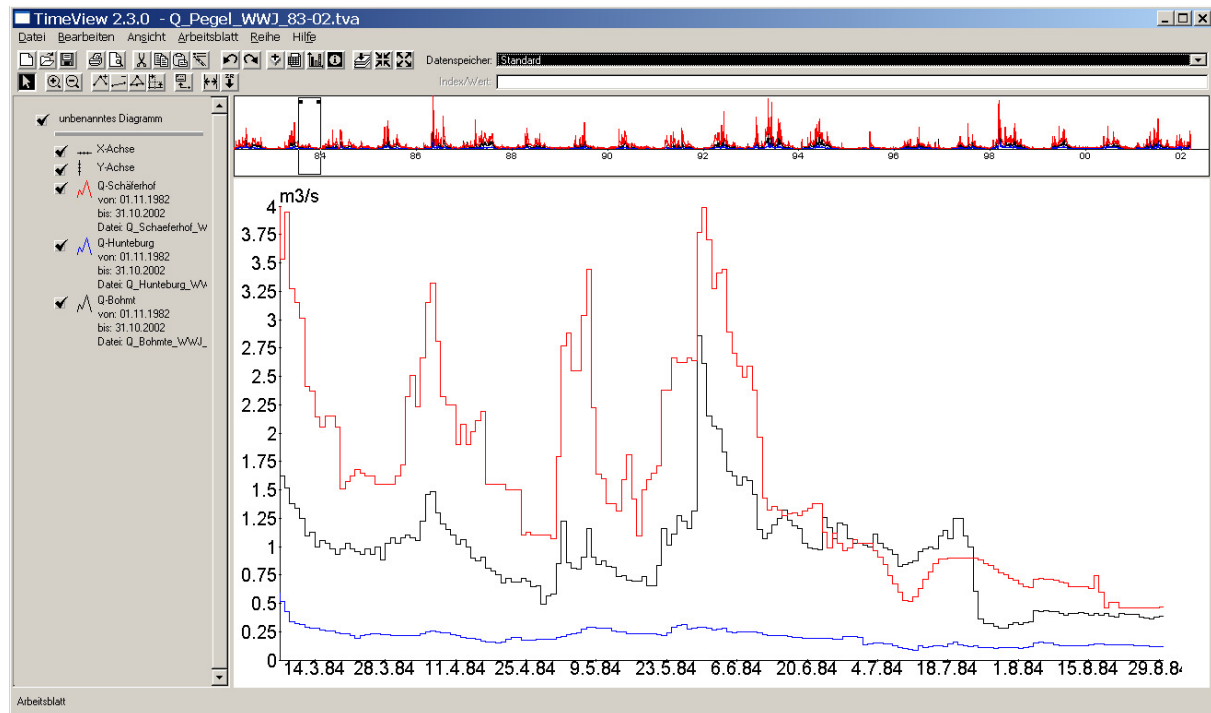


Abbildung 1.5: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt März bis August 1984. Besonderheit: Abfallen des Abflusses am Pegel Bohmte Ende Juli ist ungewöhnlich

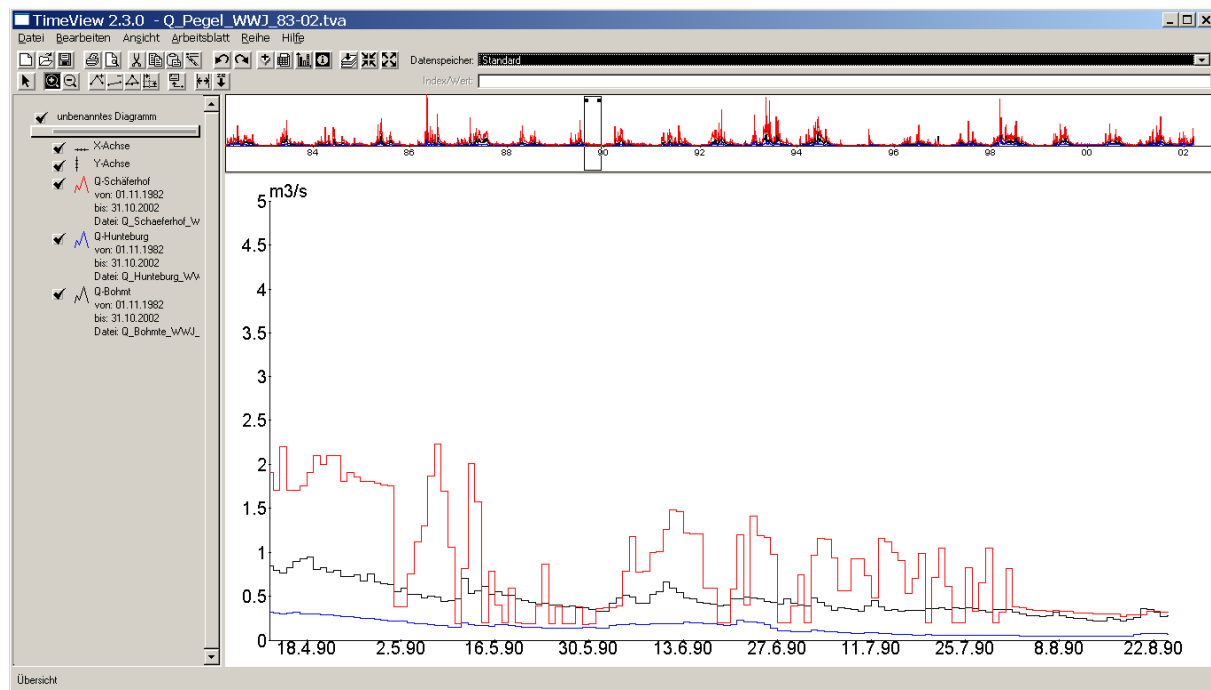


Abbildung 1.6: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt April bis August 1990. Besonderheit: Verlauf am Pegel Schäferhof ist ungewöhnlich

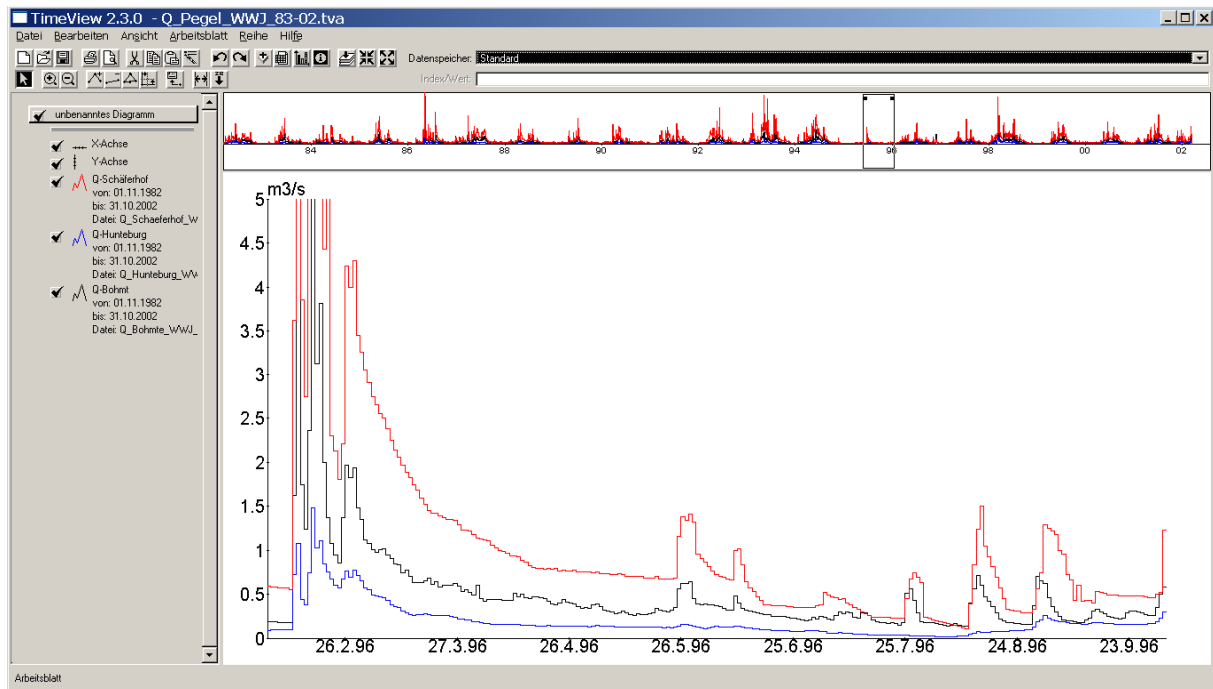


Abbildung 1.7: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt Februar bis September 1996. Besonderheit: Abfluss am Pegel Schäferhof fällt Mitte Juni ungewöhnlich ab und bleibt bis Anfang September sehr tief

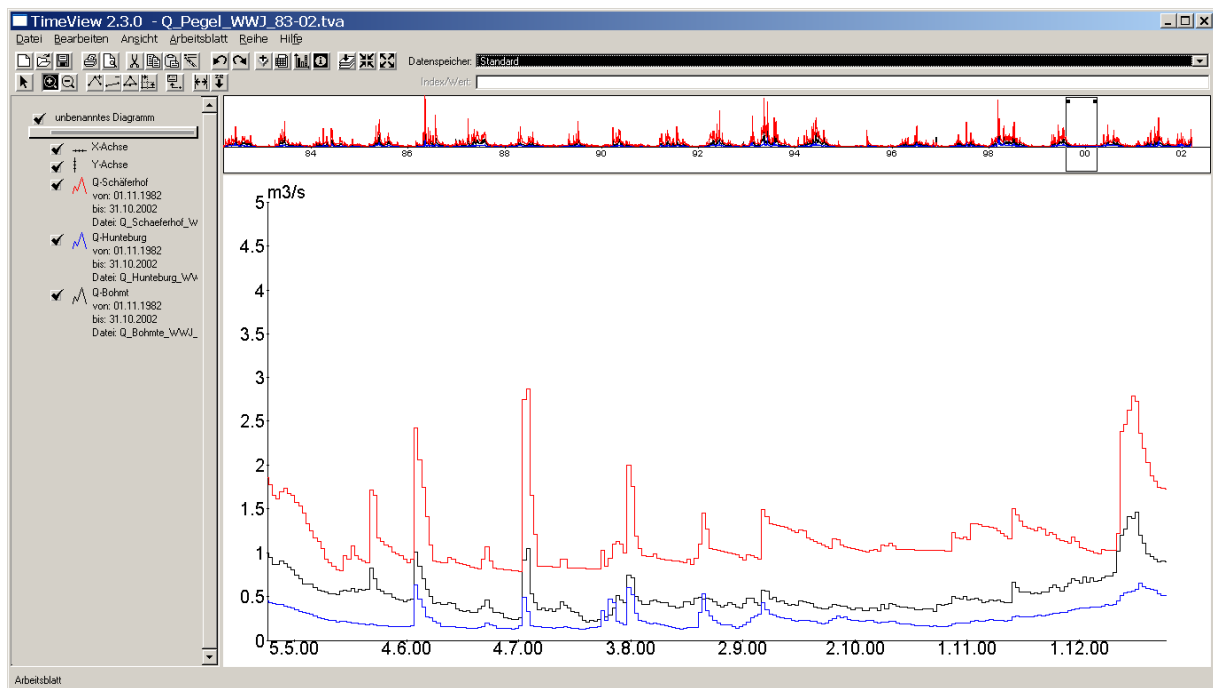


Abbildung 1.8: Gemessene Abflusszeitreihen der Pegel Bohmte, Hunteburg und Schäferhof, Ausschnitt Mai bis Dezember 2000. Besonderheit: Abfluss am Pegel Schäferhof liegt bei dem 2- bis 3-fachen des Abflusses in Bohmte

Die graphische Analyse der Abflusszeitreihen lässt vermuten, dass die Zeitreihen gewisse Unsicherheiten enthalten (siehe Abbildung 1.3 bis Abbildung 1.8). Da die obigen Analysen und die Ermittlung der Kennwerte (Tabelle 1.2) unter der Annahme durchgeführt wurden, dass die Zeitreihen korrekt sind, sind die Kennwerte sowie alle weiteren, auf den Abflusszeitreihen basierenden Aussagen, ebenfalls mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

1.2 Auswirkung der Umlegung Bornbach

Im April 2009 wurde der Bornbach umgelegt. Der am Pegel Schäferhof gemessene Abfluss beinhaltet ab diesem Zeitpunkt den Abfluss des Bornbachs somit nicht mehr, das Einzugsgebiet am Pegel Schäferhof verkleinerte sich von 403 km² auf 323 km².

Seit der Umlegung sind erst 2½ Jahre vergangen, die Abflusszeitreihe - ohne Bornbach - ist somit kurz und für statistische Auswertungen nicht geeignet. Daher ist eine Betrachtung unter Einbezug der Zeiträume vor der Umlegung erforderlich.

In Abbildung 1.9 sind die Abflüsse der Pegel Bohmte (durch die Bornbachumlegung unbeeinflusst) und Schäferhof (durch die Bornbachumlegung beeinflusst) sowie deren Verhältnis (Q-Schäferhof / Q-Bohmte) gegenübergestellt.

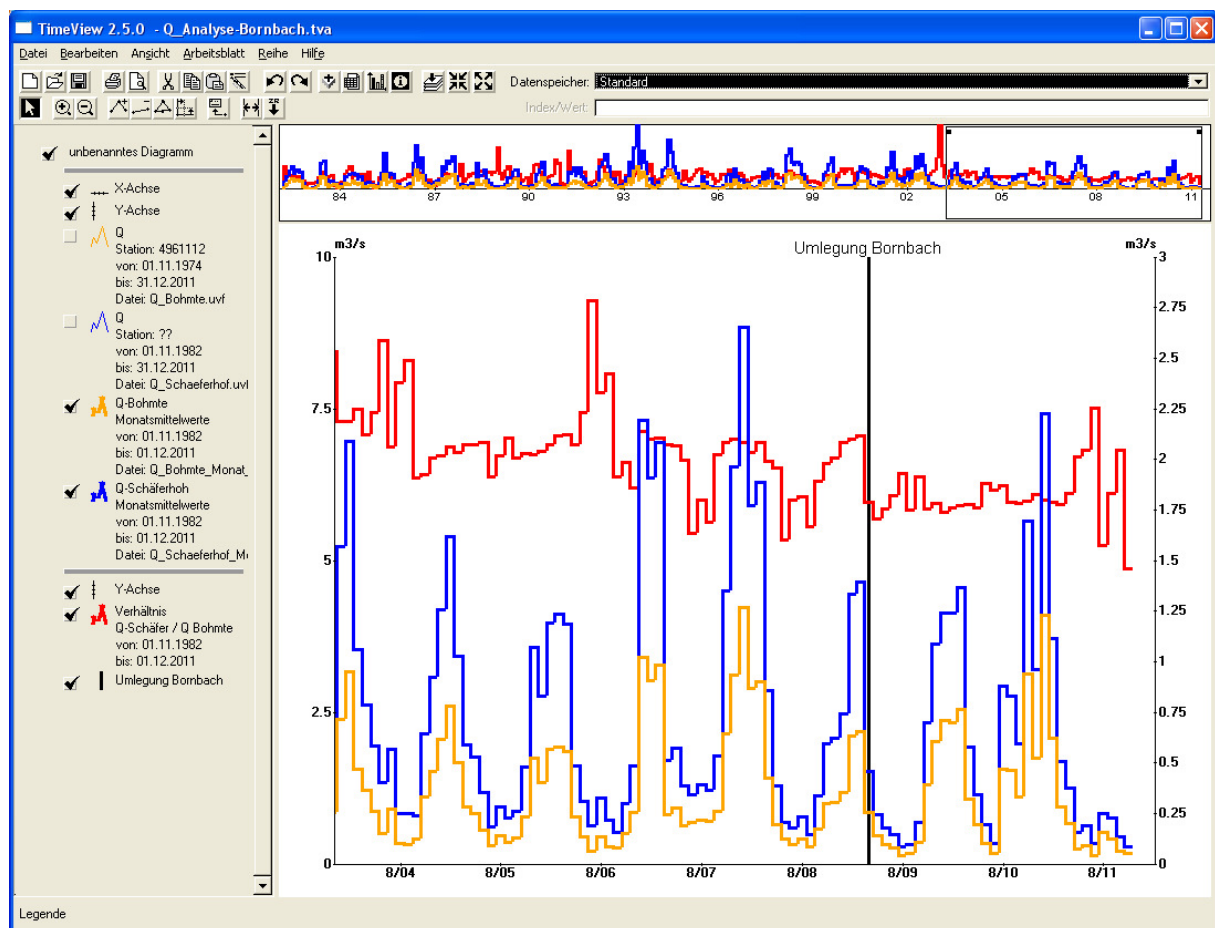


Abbildung 1.9: Abflusszeitreihen (Monatsmittelwerte) der Pegel Bohmte und Schäferhof sowie deren Verhältnisse (Q-Schäferhof / Q-Bohmte)

Die monatlichen Abflussverhältnisse zeigen erwartungsgemäß eine große Varianz, eine signifikante Änderung infolge der Umlegung des Bornbaches ist nicht zu erkennen. Es erscheint

jedoch so, als ob das Verhältnis nach der Umlegung etwas ausgeglichener und dass das Verhältnis etwas kleiner ist (der Abfluss am Pegel Schäferhof liegt näher an dem des Pegels Bohmte).

Der Pegel Bohmte ist von der Umlegung des Bornbachs nicht beeinflusst, die in Tabelle 1.3 gezeigten Kennwerte für die Zeiträume vor und nach der Umlegung des Bornbachs (April 2009) sind somit nur auf die hydrologischen Bedingungen zurückzuführen. Der Vergleich zwischen den Kennwerten dieser Zeiträume entspricht somit einem Vergleich der natürlichen hydrologischen Variation in diesen Zeiträumen. Wenn die Umlegung des Bornbachs die Abflusscharakteristik am Pegel Schäferhof verändert hat, müssten dies die „normierten Kennwerte“ (z.B. Abflussspende, Variationskoeffizient) widerspiegeln.

Tabelle 1.3 Kennwerte von Abflusszeitreihen vor und nach der Umlegung des Bornbachs, Pegel Bohmte und Schäferhof (11/1982 – 12/2011)

		Schäferhof			Bohmte		
		gesamt	vor Umlegung	nach Umlegung	gesamt	vor Umlegung	nach Umlegung
Aeo	[km ²]	403.0	403.0	323.3	179.5	179.5	179.5
Anzahl der Monate	[-]	350	317	32	350	317	32
Mittelwert MQ	[m ³ /s]	2.916	3.012	1.999	1.358	1.384	1.115
Maximum HQ	[m ³ /s]	17.071	17.071	7.432	6.012	6.012	4.116
Standardabweichung	[m ³ /s]	2.591	2.644	1.815	1.123	1.133	1.017
Variationskoeffizient	[-]	0.889	0.878	0.908	0.827	0.819	0.912
Mq	[l/s/km ²]	7.23	7.48	6.18	7.56	7.71	6.21
Hq	[l/s/km ²]	42.36	42.36	22.99	33.49	33.49	22.93
Verhältnis der Variationk.	[-]		100%	103%		100%	111%
Verhältnis der Mq	[-]		100%	83%		100%	81%
Verhältnis der Hq	[-]		100%	54%		100%	68%

Nach der Umlegung liegt die mittlere Abflussspende (Mq) am Pegel Schäferhof mit 6,18 l/s/km² bei 83% in Bezug zum Spendenmittelwert von 11/1982 bis zur Umlegung. Zum Vergleich wurden die gleichen Zeiträume für den Pegel Bohmte ausgewertet, hier liegt die mittlere Abflussspende im Zeitraum nach der Umlegung bei 81% des Spendenmittelwertes von 11/1982 bis zur Umlegung.

Die mittleren Spenden nach der Umlegung liegen bei beiden Pegeln bei gut 80% in Bezug zum analysierten Zeitraum davor. Der „Verlust“ des Bornbacheinzugsgebietes ist in den mittleren Spenden nicht erkennbar, d.h., dass der Bornbach praktisch die gleichen mittleren Abflussspenden liefert wie die Hunte.

Ein Maß für die Streuung der Werte ist die am Mittelwert normierte Standardabweichung, der Variationskoeffizient. Während der Variationskoeffizient am Pegel Schäferhof in der Zeit vor und nach der Umlegung des Bornbachs praktisch gleich geblieben ist, lag er am Pegel Bohmte in der Zeitspanne nach der Umlegung 11% über dem vor der Umlegung. Die natürliche relative Variation war somit nach der Umlegung größer als vorher, dies spiegeln die Werte am Pegel Schäferhof jedoch nicht wider. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass der Bornbach zur größeren Streuung der Werte beigetragen hat. Das Verhältnis der maximalen Spenden deutet ebenfalls darauf hin. Wegen der kurzen verfügbaren Zeitreihen lässt sich dies jedoch nicht sicher bestimmen.

Für die weiteren Analysen und Berechnungen wird daher von unveränderten Abflussspenden ausgegangen. Das Verhältnis der Einzugsgebietsgrößen nach (323,3 km²) und vor der Umlegung des Bornbaches (403,0 km²) beträgt 0,80. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass am Pegel Schäferhof 80% der Abflüsse vor der Bornbachumleitung auftreten.

1.3 Ermittlung der Extremwertabflüsse

Wie in Kapitel 1.2 gezeigt, liegt der heutige Abfluss am Pegel Schäferhof wegen der Bornbachumlegung 20% unter den Abflüssen vor der Umlegung. Für die weiteren Analysen wurde die Abflusszeitreihe des Pegels Schäferhof für den Zeitraum vor der Umlegung auf die heutigen Verhältnisse „angepasst“, d.h. mit dem Faktor 0,8 multipliziert.

Die resultierende Reihe wurde extremwertstatistisch ausgewertet, die Ergebnisse sind in Abbildung 1.10 und Tabelle 1.4 dargestellt.

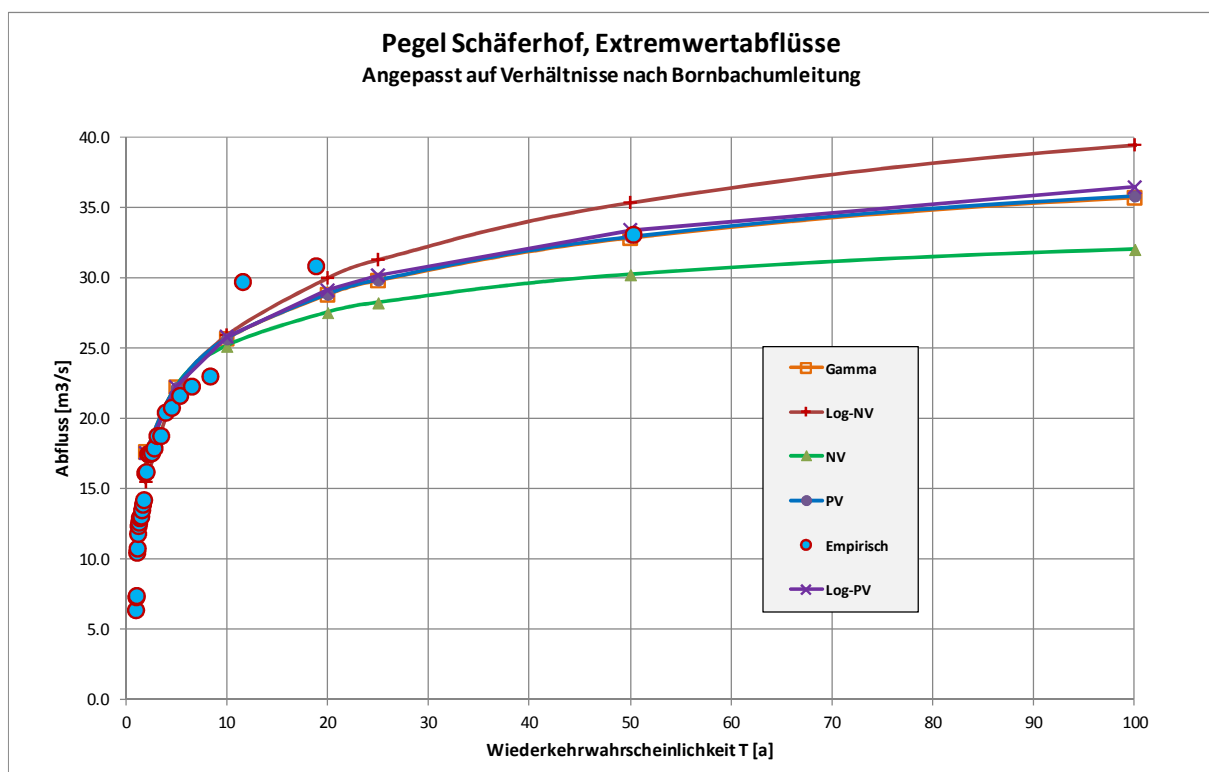


Abbildung 1.10: Extremwertabflüsse, Pegel Schäferhof nach Bornbachumlegung
(Basis: korrigierte Reihe von 11/1982 – 12/2011)

Tabelle 1.4 Extremwertabflüsse, Pegel Schäferhof nach Bornbachumlegung
 (Basis: korrigierte Reihe von 11/1982 – 12/2011)

T	Gamma [m³/s]	Log-NV [m³/s]	NV [m³/s]	Log-PV [m³/s]	PV [m³/s]
2	17.59	15.46	16.68	17.52	17.56
5	22.20	21.70	22.22	22.20	22.18
10	25.64	25.90	25.12	25.79	25.65
20	28.77	29.98	27.51	29.09	28.82
25	29.78	31.28	28.20	30.16	29.84
50	32.80	35.34	30.20	33.38	32.90
100	35.67	39.44	32.00	36.41	35.81

Die in Tabelle 1.4 dargestellten Extremwertabflüsse der verschiedenen Verteilungsfunktionen liegen relativ dicht beieinander. Für die weiteren Analysen, Auswertungen und Untersuchungen werden die Werte der Pearsonverteilung verwendet, da diese die beste Anpassung an die Messwerte zeigt.

1.4 Hochwasserwellen und Bemessungsabflüsse

Zur Analyse und zur Entwicklung von Retentionsmaßnahmen ist es erforderlich, Hochwasserwellen zu betrachten. Auf Basis der Messwerte wurden die aufgetretenen Hochwasserwellen genauer betrachtet.

Bei den Betrachtungen wurden sowohl die Hochwasserwellen als auch die hierauf basierenden Spenden als Zeitreihe verwendet.

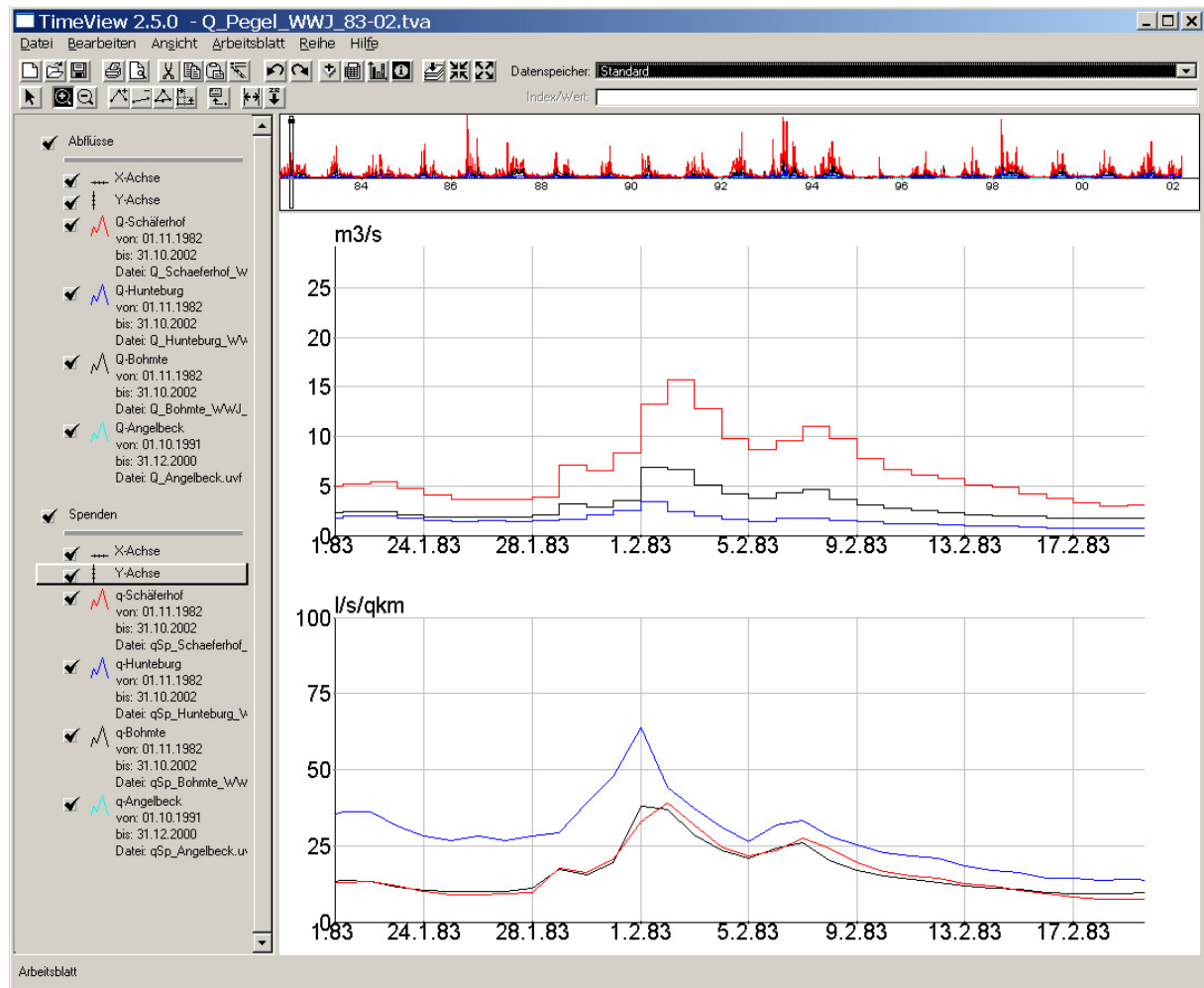


Abbildung 1.11: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 02/1983
 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg erscheint nicht plausibel

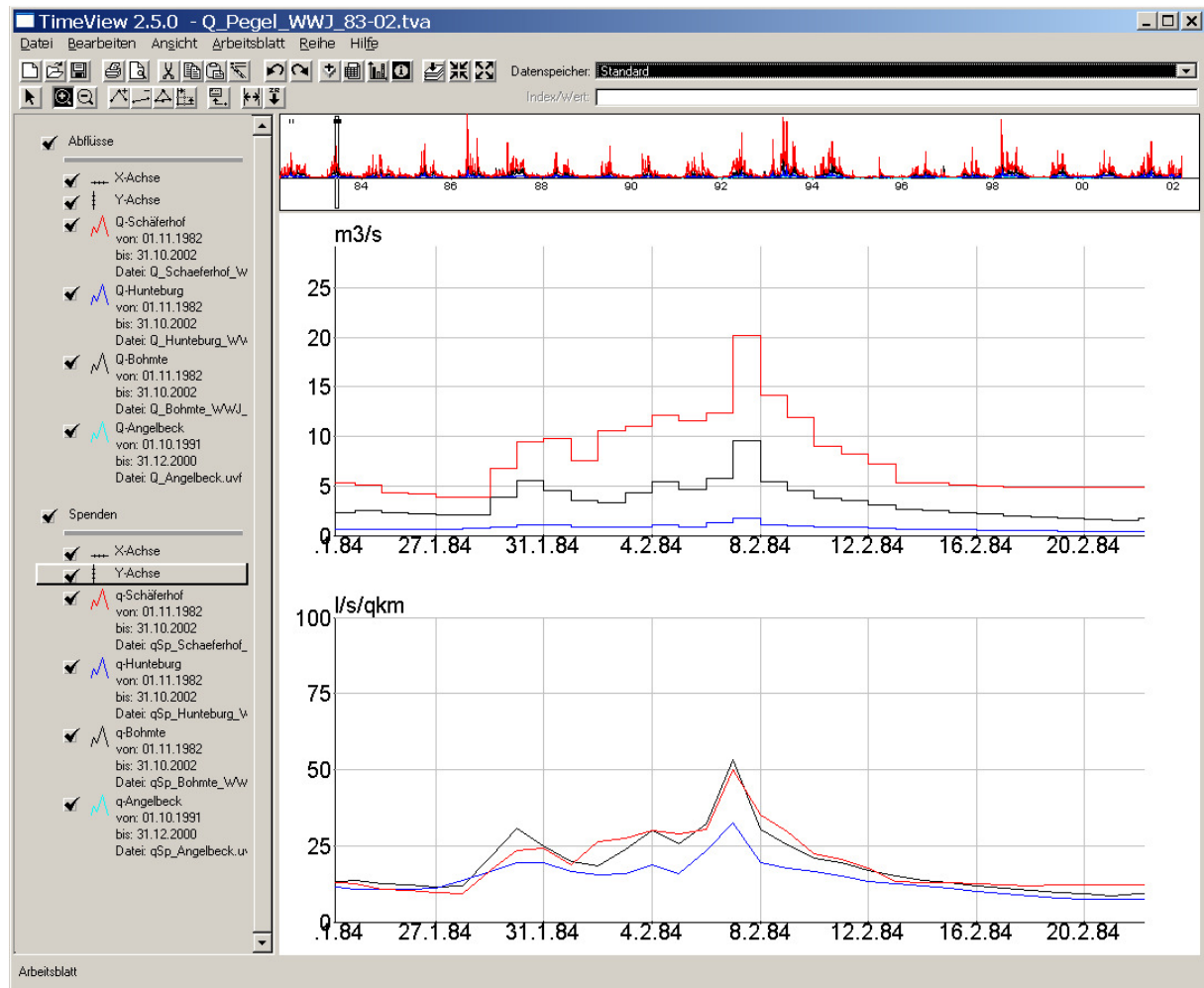


Abbildung 1.12: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 02/1984

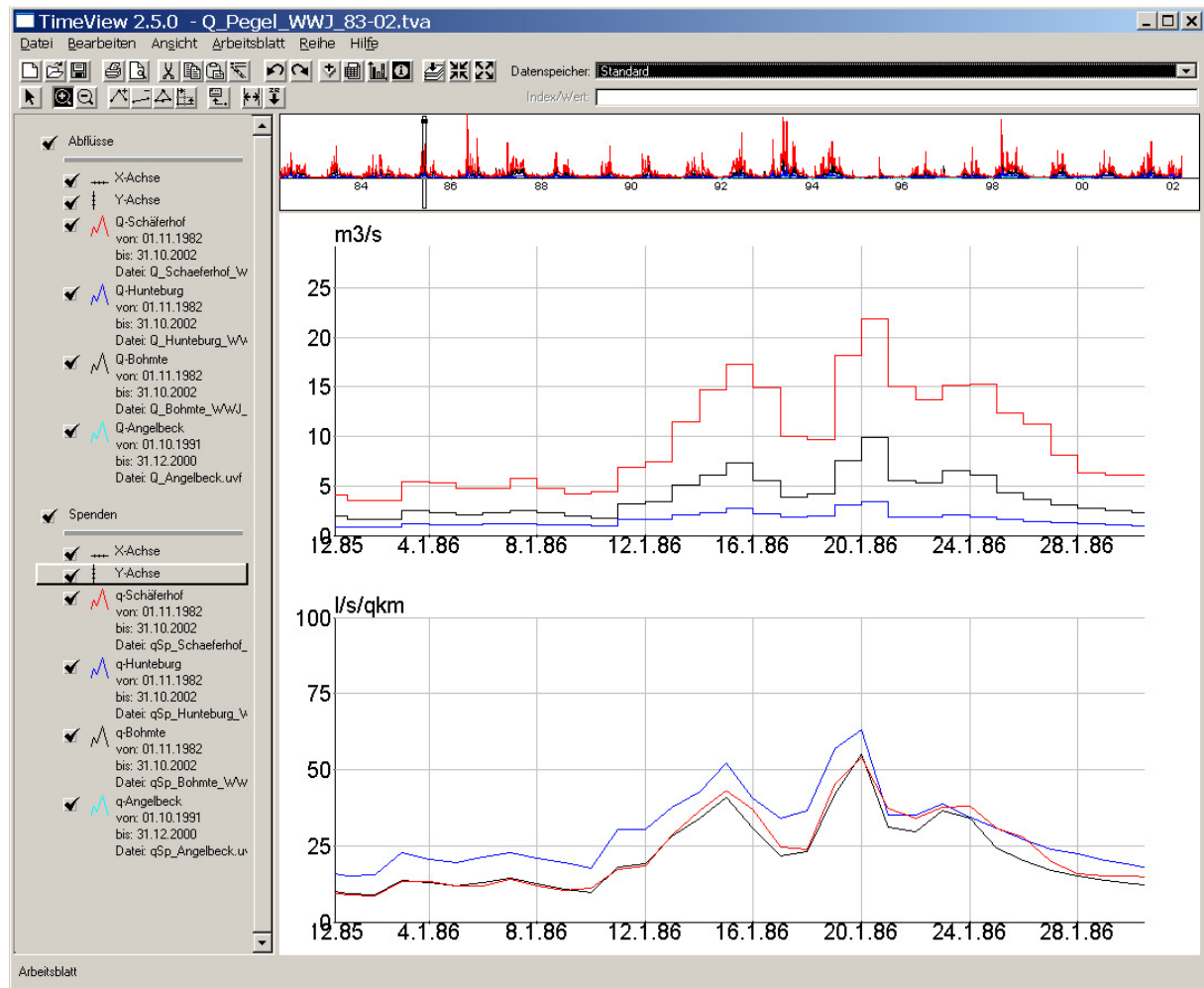


Abbildung 1.13: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1986
 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg ist relativ hoch, ggf. nicht plausibel

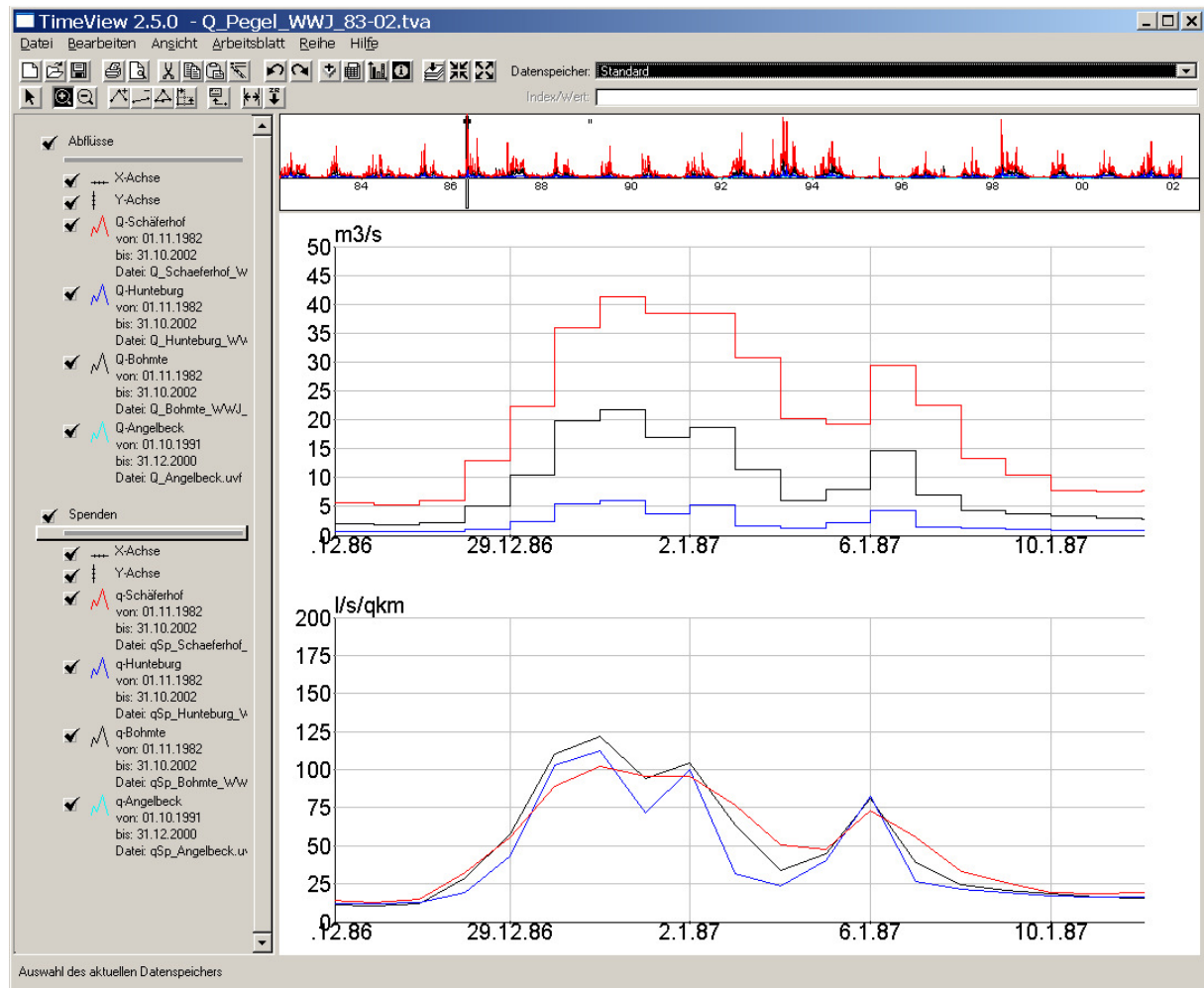


Abbildung 1.14: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1987

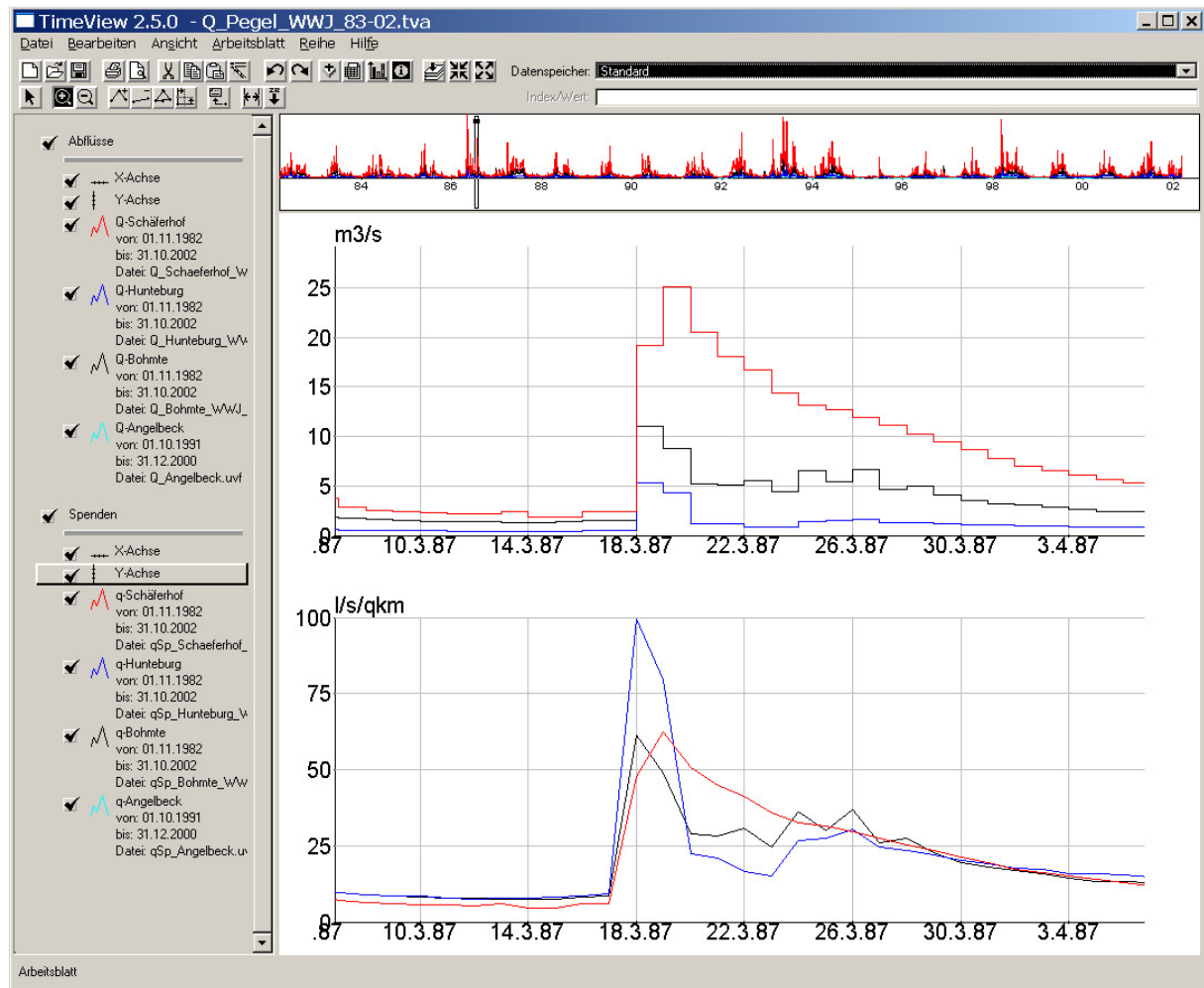


Abbildung 1.15: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1987

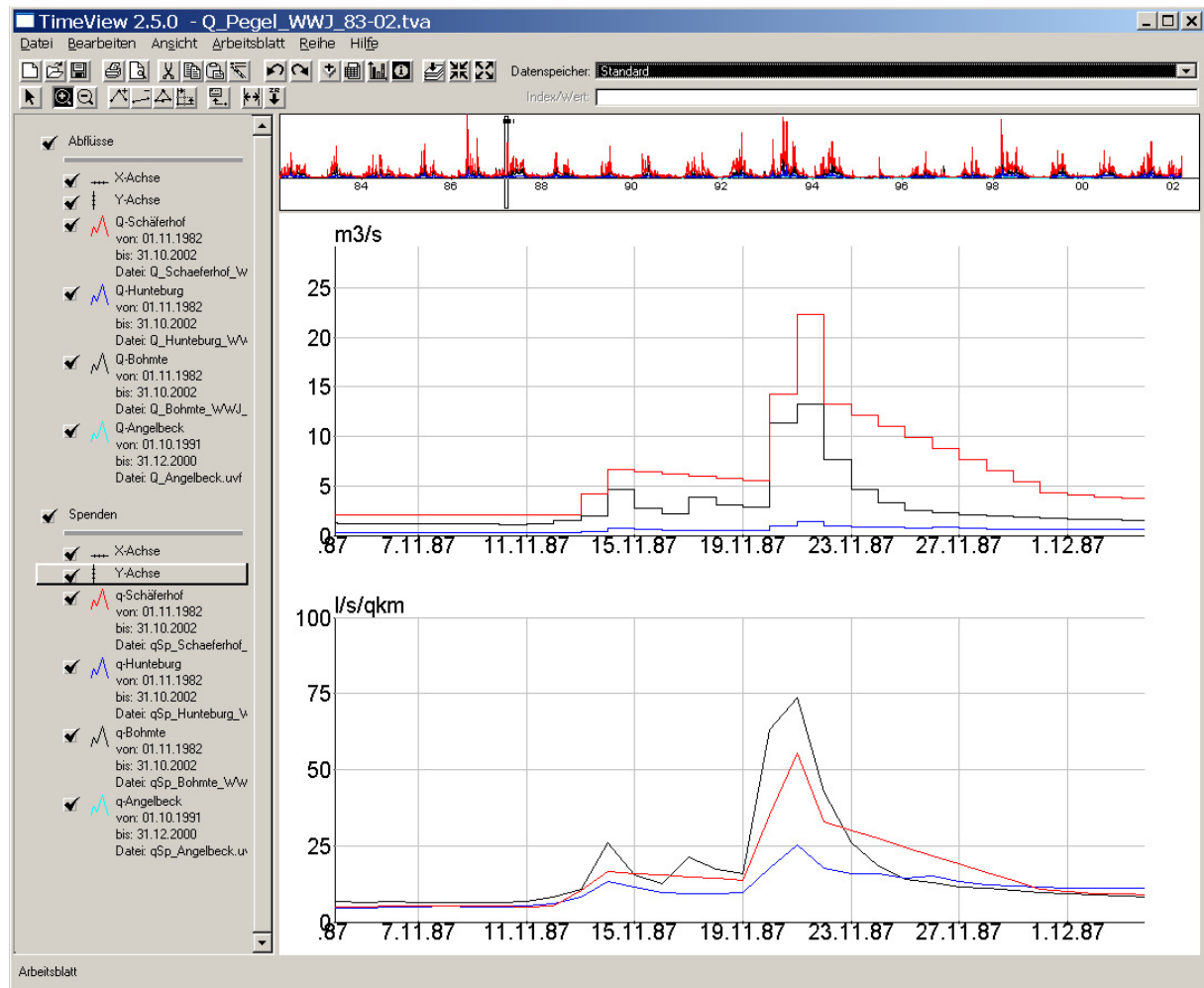


Abbildung 1.16: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 11/1987

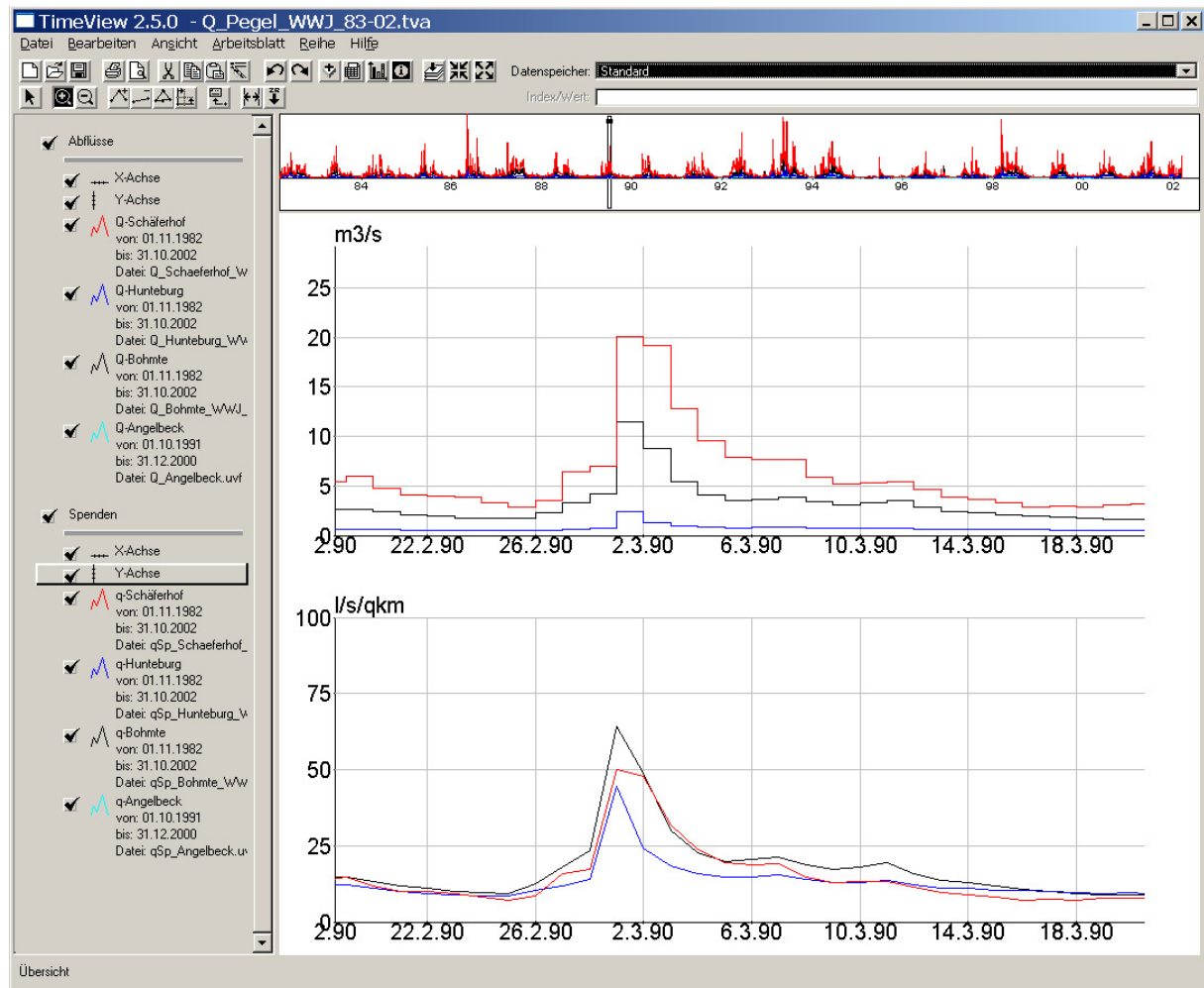


Abbildung 1.17: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1990

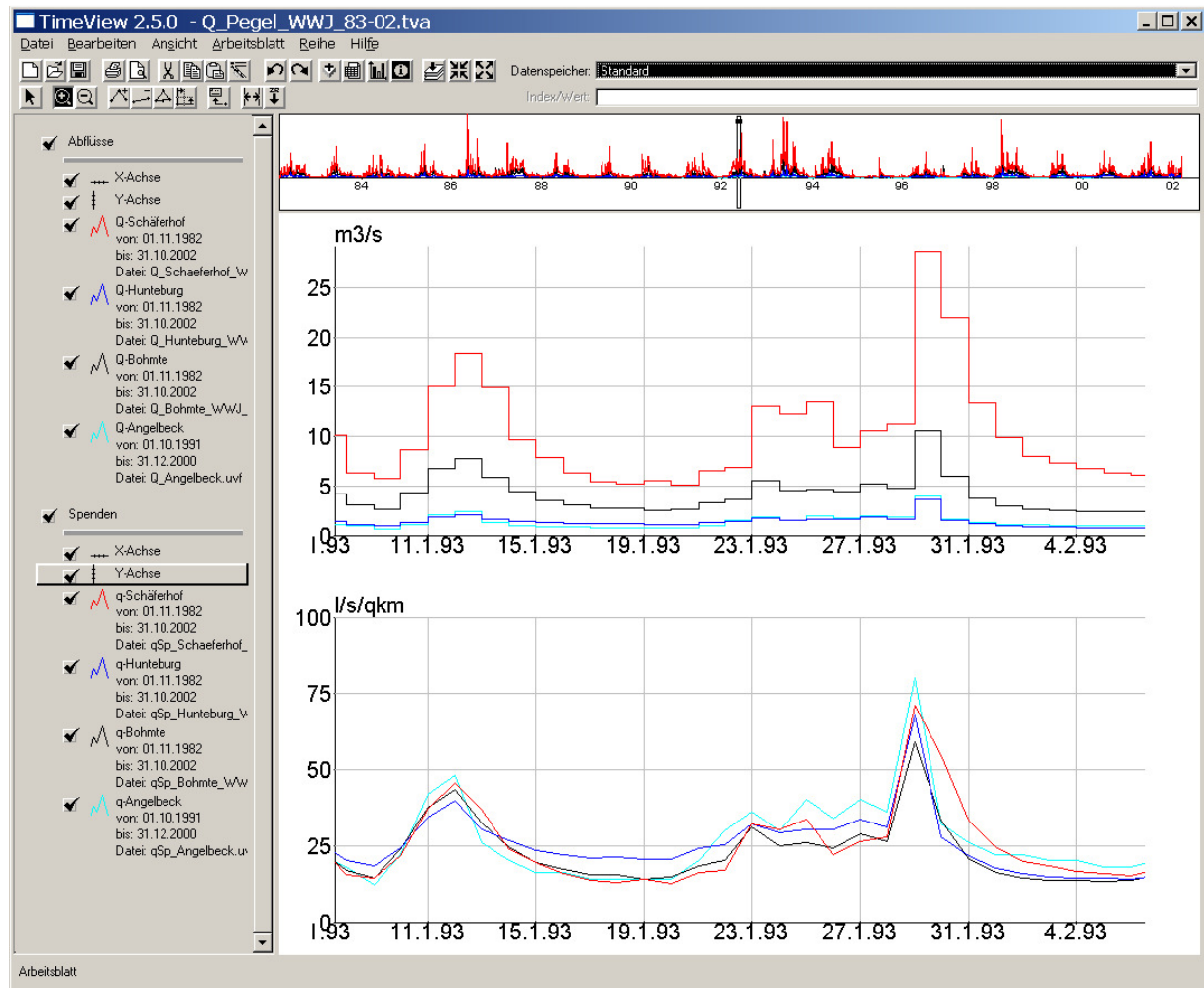


Abbildung 1.18: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 01/1993

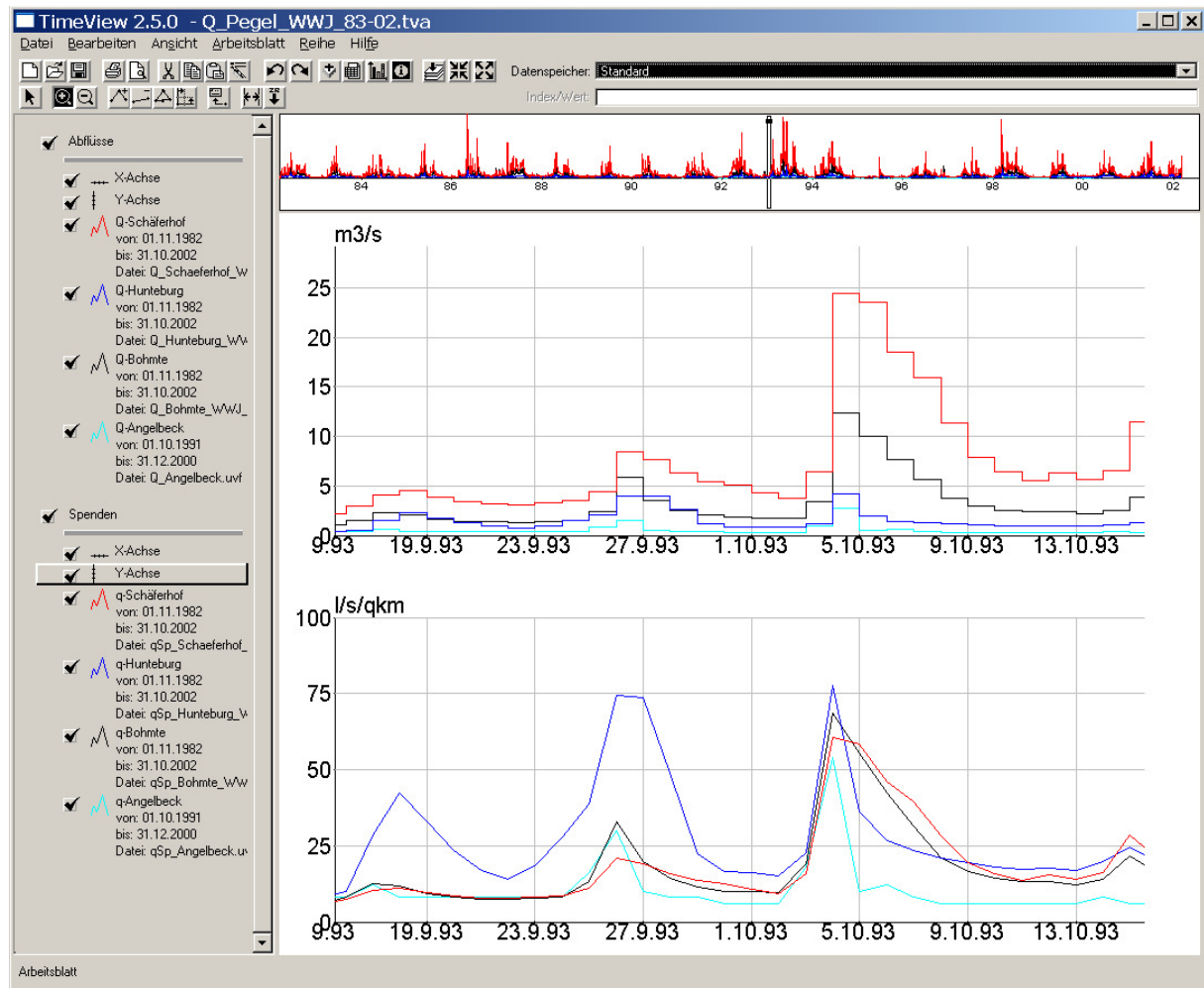


Abbildung 1.19: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 10/1993
 Besonderheit: Ganglinie Hunteburg erscheint nicht plausibel

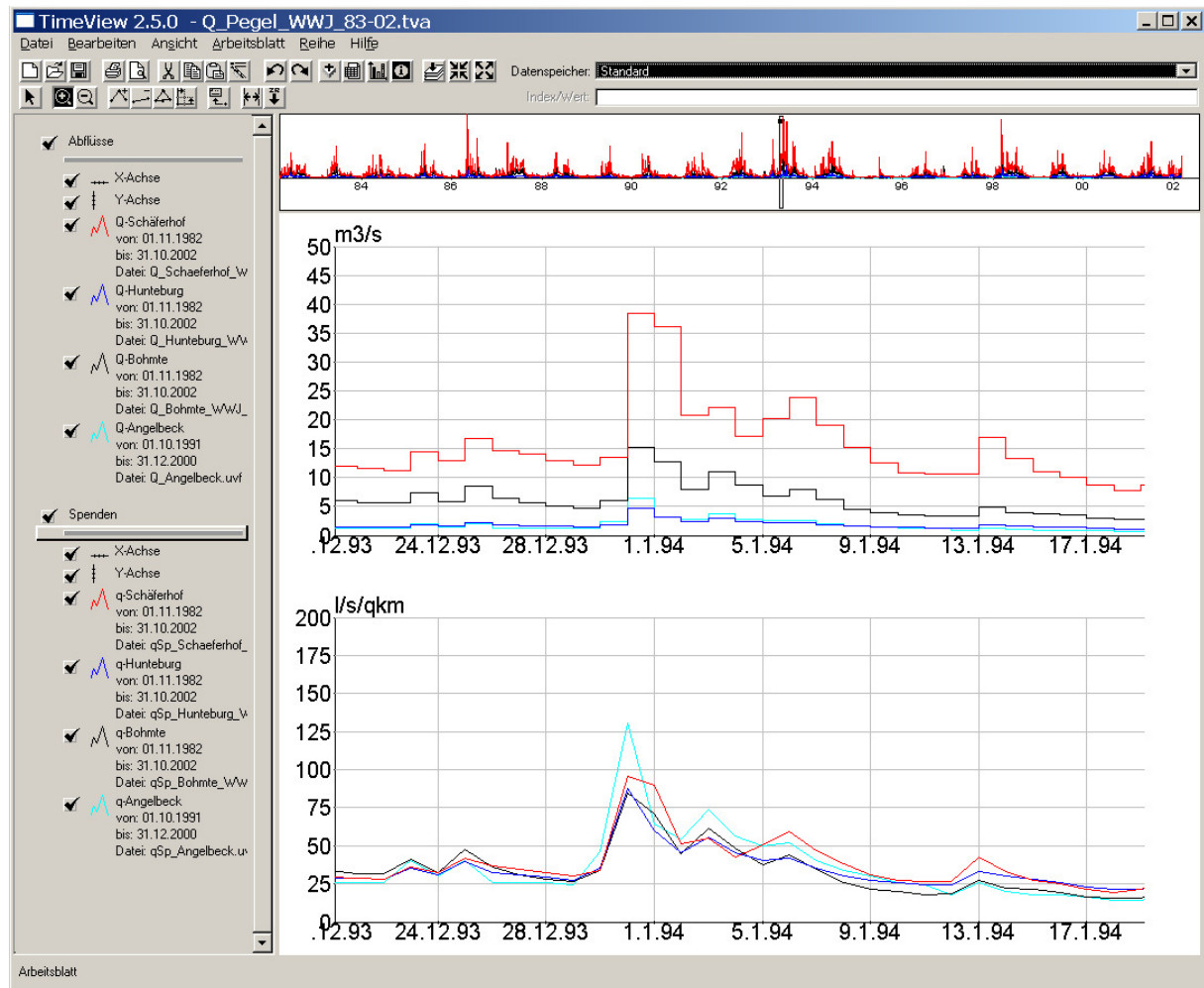


Abbildung 1.20: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 1/1/1994

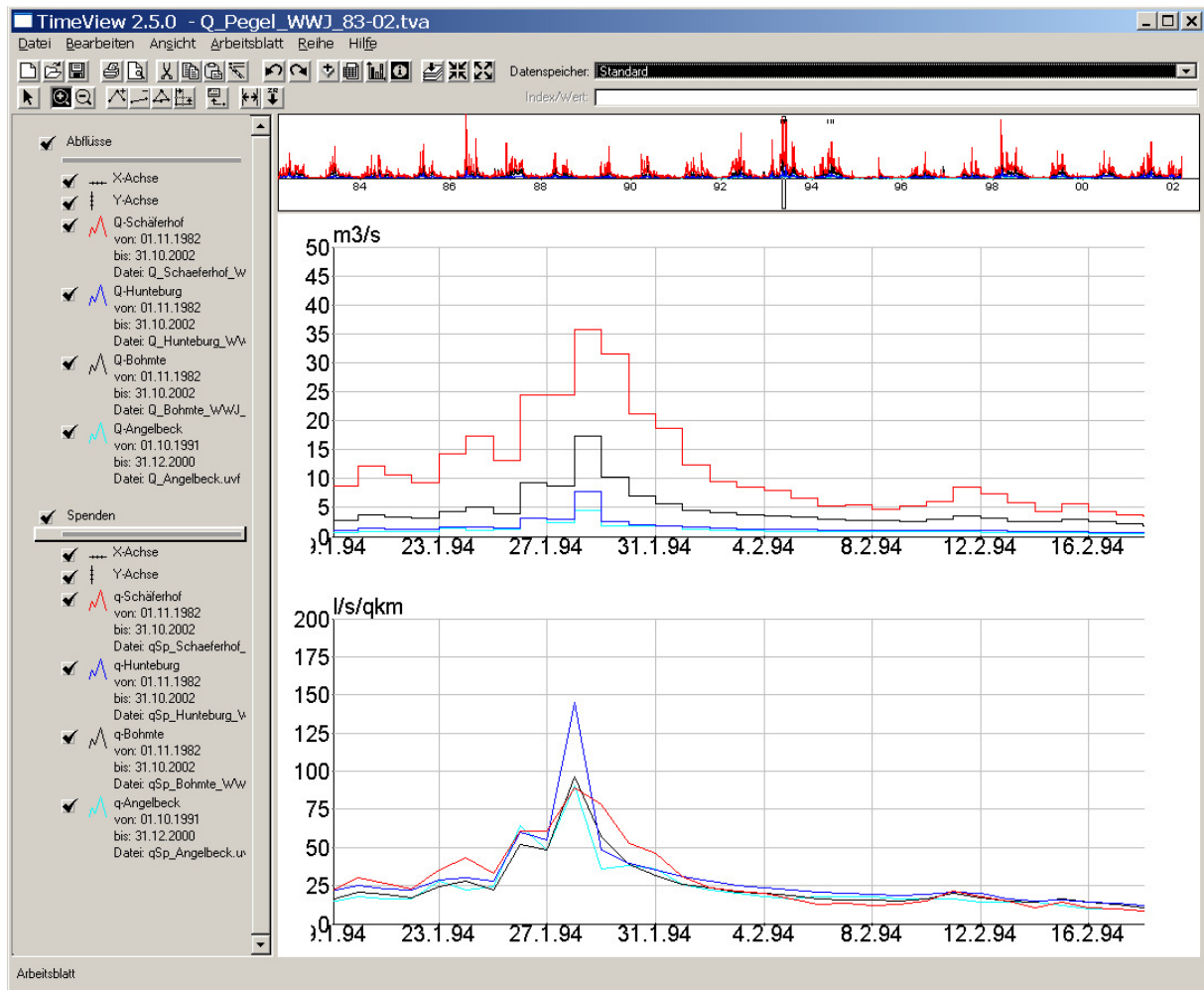


Abbildung 1.21: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 27/1/1994

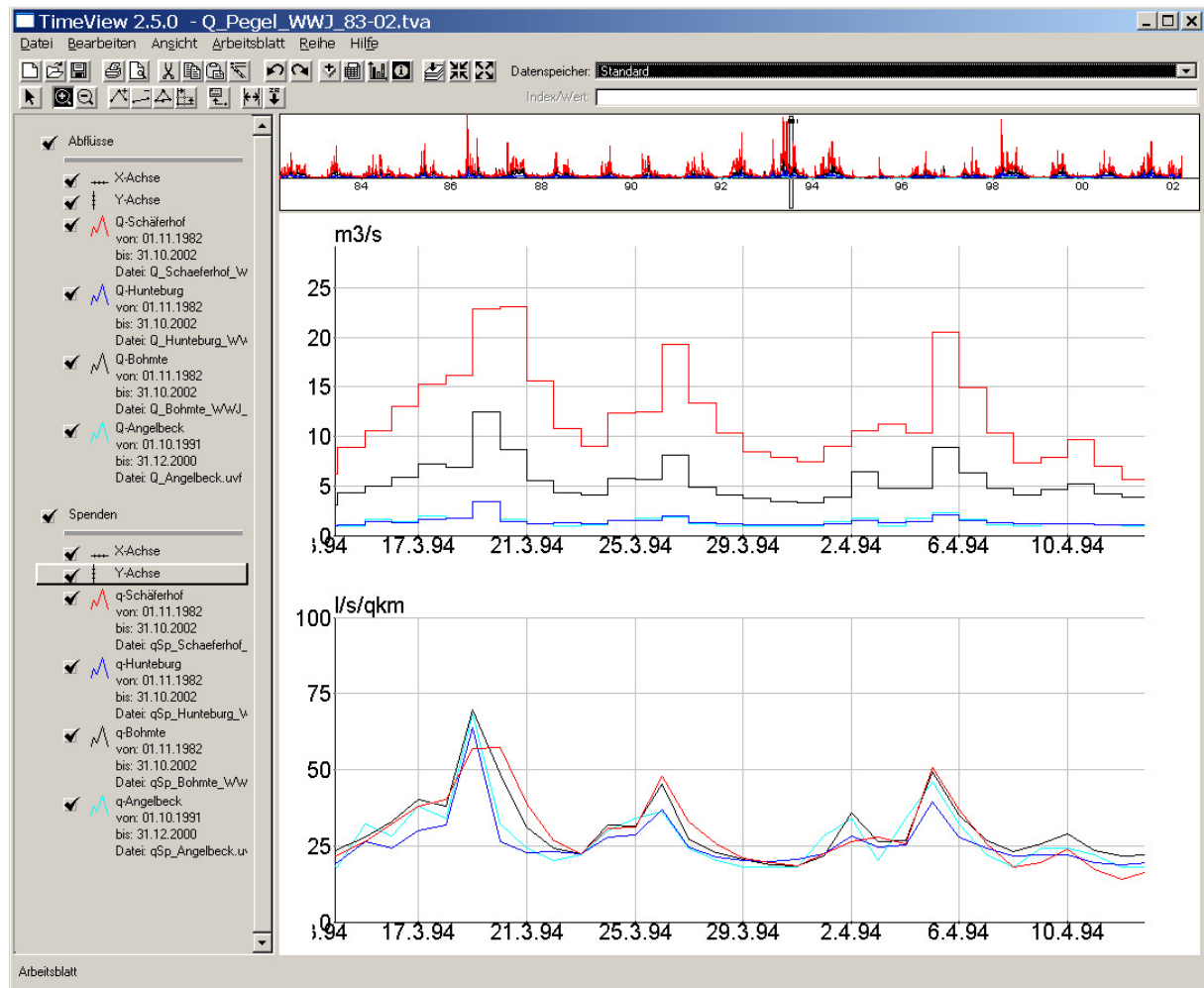


Abbildung 1.22: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 03/1994

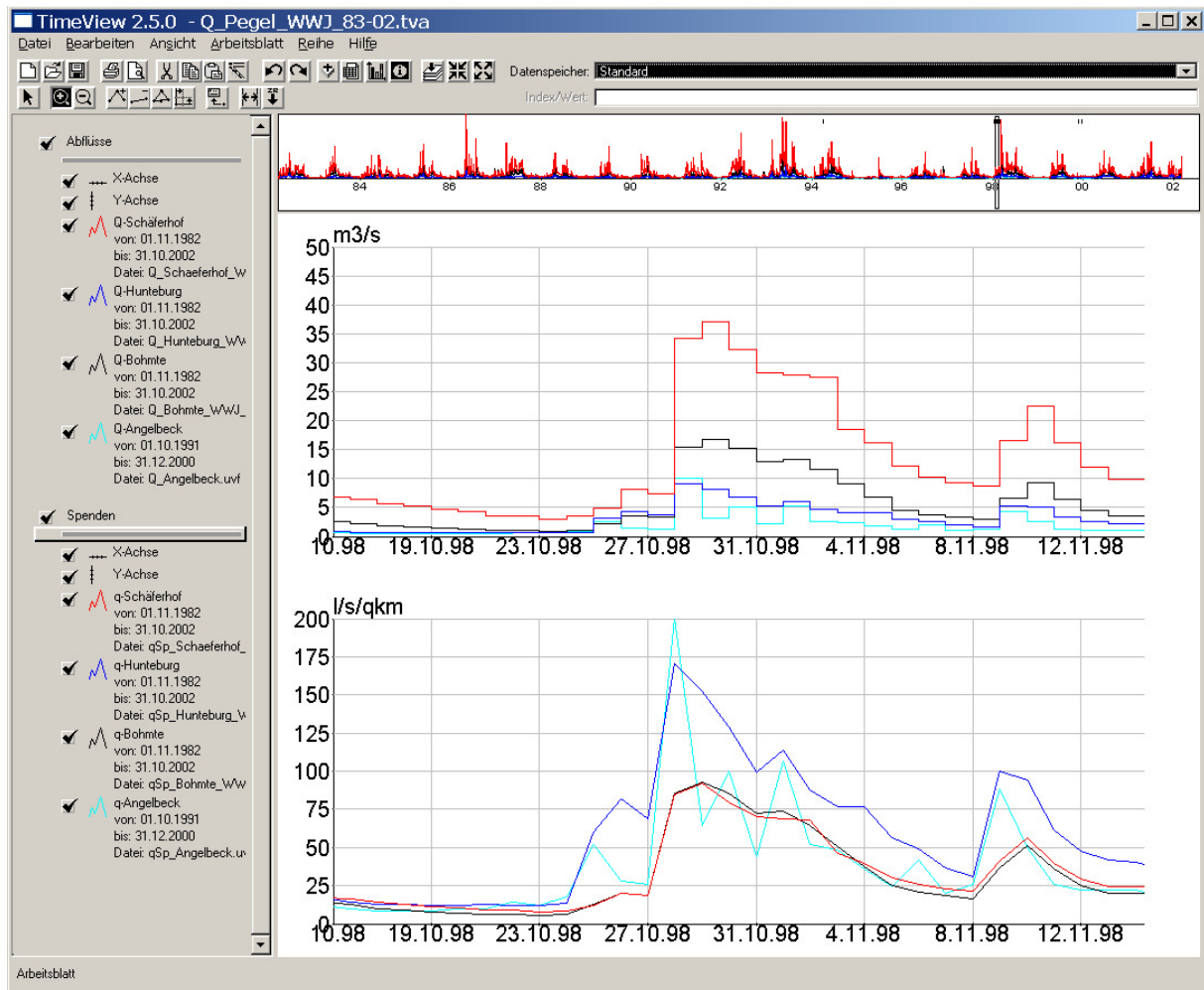


Abbildung 1.23: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohmte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 10/1998
 Besonderheit: Ganglinien Hunteburg und Angelbeck erscheinen nicht plausibel

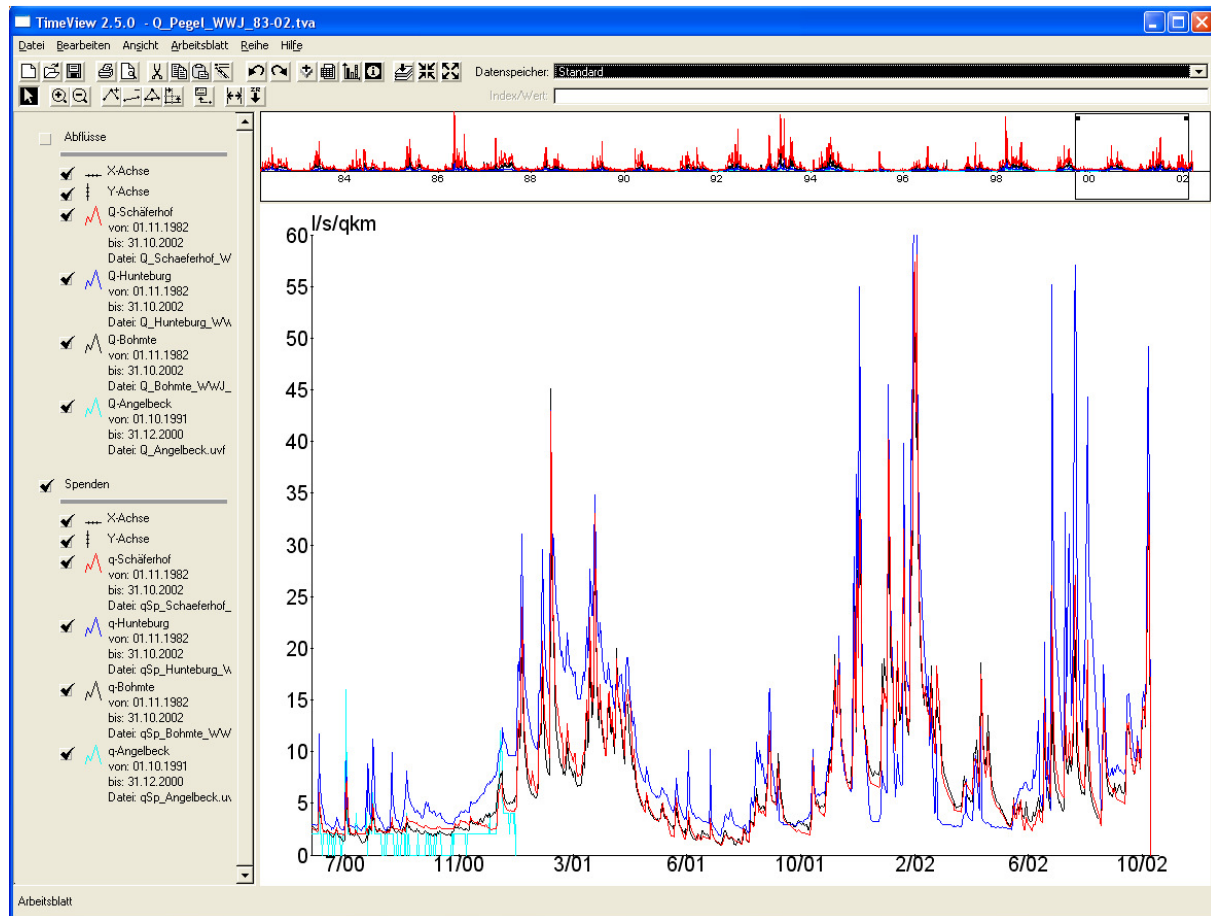


Abbildung 1.24: Hochwasserwellen und Spenden der Pegel Schäferhof / Hunte, Bohnte / Hunte, Angelbeck / Hunte und Hunteburg / Elze, 07/2000–10/2002
 Besonderheit: Ganglinien Hunteburg und Angelbeck erscheinen nicht immer plausibel

Hochwasserereignisse treten in den Wintermonaten auf (i.d.R. zwischen Oktober und April). Naturgemäß ist der Ablauf der einzelnen Wellen uneinheitlich (vergleiche Abbildung 1.11 bis Abbildung 1.24). Die Hochwasserwellen steigen häufig innerhalb von ein bis zwei Tagen an, der Maximalwert wird über ein bis zwei Tage gehalten, um dann innerhalb von rund 4 bis 6, bei großen Ereignissen auch bis zu 10 Tagen wieder in etwa auf das Ausgangsniveau abzufallen. In Abbildung 1.11 bis Abbildung 1.24 sind neben den Abflüssen auch die Spendenganglinien dargestellt. Unter der Annahme, dass in einigen Zeiträumen der Pegel Hunteburg und in anderen der Pegel Angelbeck Fehler enthalten, sind die Spendenganglinien an allen Pegeln sehr ähnlich. Das heißt, dass die Retention im Gewässer, bei Verwendung der vorliegenden Tagesmittelwerte, nicht signifikant ist. Der Vergleich zeigt auch, dass die Spenden an den Pegeln sehr ähnlich sind. Die Verwendung einer Bemessungsganglinie erscheint daher ausreichend.

Für die Nährstoffzufuhr sind Abflüsse von Januar bis April kritisch (siehe Wolter & Köhler 2012), die Hochwasserereignisse sind somit von großer Relevanz. In den Wintermonaten liegt der Basisabfluss in etwa bei 2 m³/s (siehe Abbildung 1.25), die hydraulische „Basisbelastung“ des geplanten Polders ist somit deutlich höher als bei den mittleren Sommerabflüssen von rund 0,5 m³/s.

Zur Ermittlung von Bemessungswellen wurden unterschiedliche Hochwasserwellen in einer Graphik überlagert. Abbildung 1.26 zeigt, dass die Wellenlaufzeit mit Zunahme der Abfluss-

scheitel ebenfalls zunimmt. Aus diesem Grunde wurden die zwei, ebenfalls in Abbildung 1.26 dargestellten Bemessungswellen - hier für Pegel Schäferhof inklusive Bornbach - entwickelt. Unter Verwendung der HQ-Werte der Tabelle 1.4 ergeben sich die in Abbildung 1.27 dargestellten Bemessungswellen.

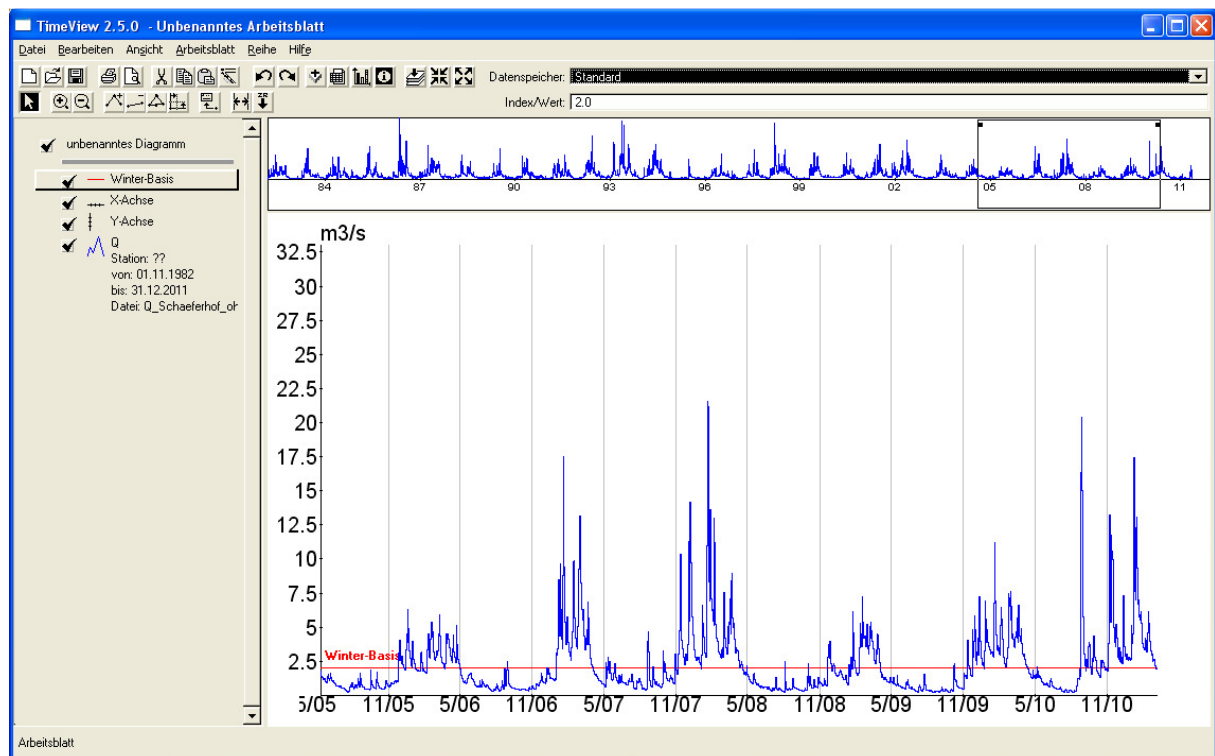


Abbildung 1.25: Abflusswellen Pegel Schäferhof / Hunte (ohne Bornbach) 03/2005–11/2010

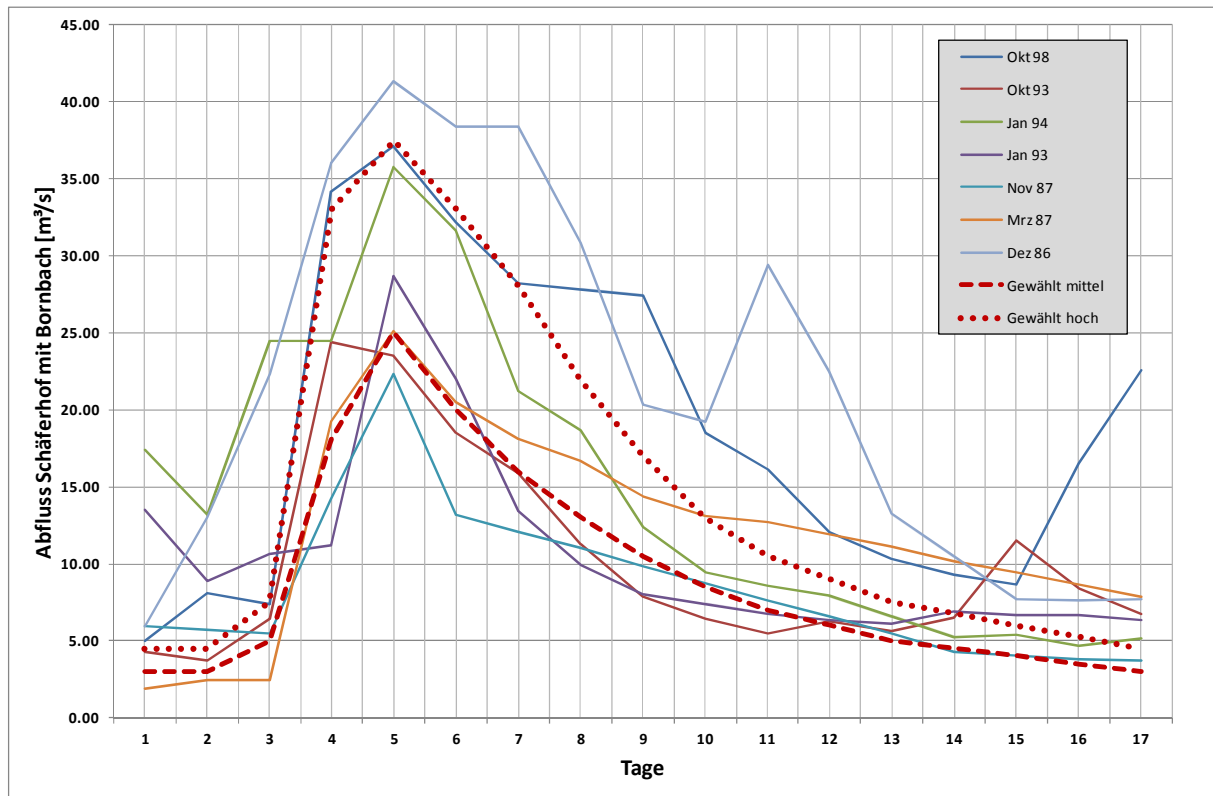


Abbildung 1.26: Hochwasserwellen und gewählte Bemessungswellen am Pegel Schäferhof / Hunte

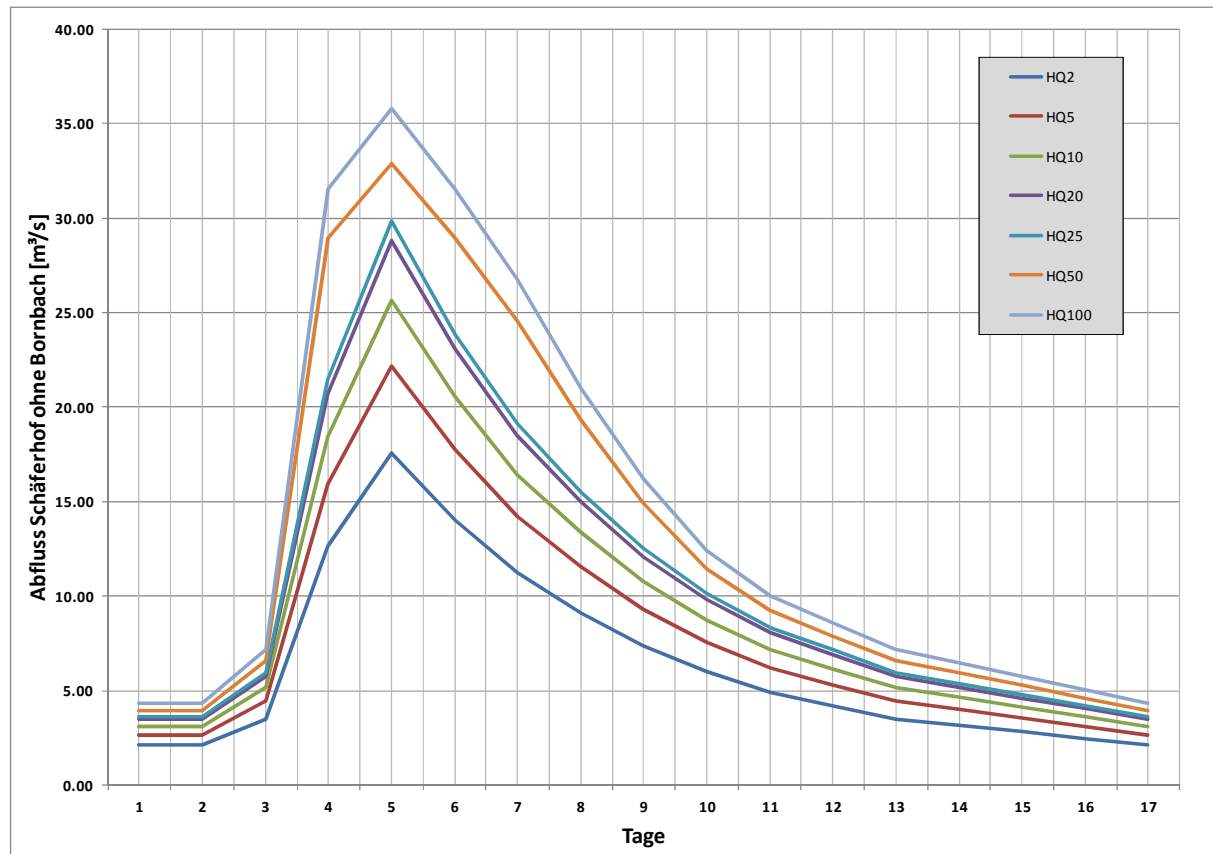


Abbildung 1.27: Bemessungswellen am Pegel Schäferhof / Hunte (ohne Bornbach)

Die maßgebenden Abflüsse und Kennwerte am Pegel Schäferhof / Hunte sind in Tabelle 1.5 dargestellt.

Tabelle 1.5 Abflusskennwerte, Pegel Schäferhof nach Umlegung des Bornbachs

Messwerte

	Abfluss [m³/s]	Spende [l/s/km²]
Median	1.42	4.4
MQ	2.36	7.3
MHQ	16.68	51.6
HQ	33.04	102.2

Extremwerte

Wiederkehr [T]	Abfluss [m³/s]	Spende [l/s/km²]
2	17.56	54.3
5	22.18	68.6
10	25.65	79.3
20	28.82	89.1
25	29.84	92.3
50	32.90	101.8
100	35.81	110.8

2 Nährstoffbelastung

Bezüglich der Nährstoffverhältnisse liegen Messwerte und verschiedene Untersuchungen vor. Die Minderung der Nährstoffbelastung des Dümmers, insbesondere zur Quantifizierung der Nährstoffeinträge und die Ausweisung der Belastungsschwerpunkte, wird gegenwärtig durch Scheer und Hinnerk („Minderung der Nährstoffbelastung des Dümmers -Quantifizierung der Nährstoffeinträge und Ausweisung der Belastungsschwerpunkte“, 2012) untersucht.

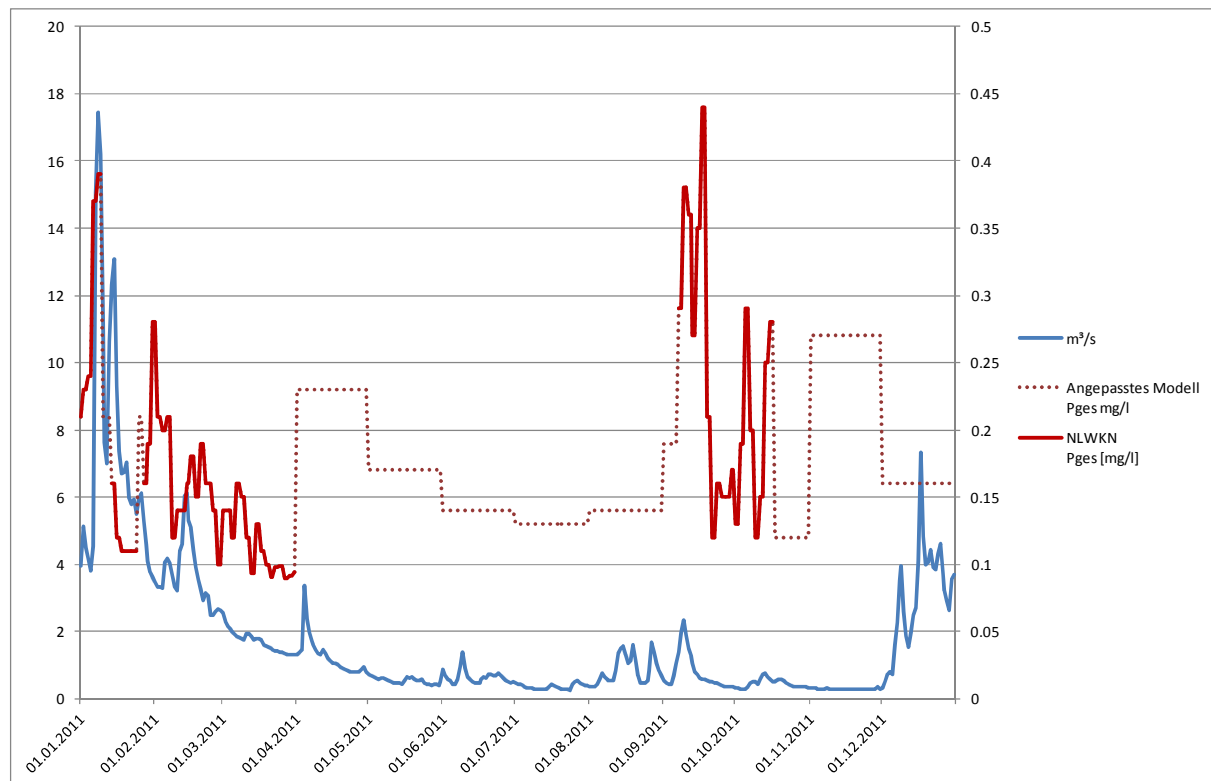


Abbildung 2.1: Abfluss und Pges-Konzentration am Pegel Schäferhof / Hunte

Die Ergebnisse zu den Phosphor-Emissionen, d.h. den jeweiligen vor Ort resultierenden P-Einträgen in die Gewässer, und Phosphor-Immissionen (die P-Belastung der jeweiligen Flächen in Relevanz zum Dümmers) sind in Abbildung 2.2 bis Abbildung 2.5 für mittlere Abflussbedingungen vor der Umlegung des Bornbachs dargestellt. In Abbildung 2.4 fällt insbesondere der hohe Flächenaustrag am südlichen Rand des Bornbachs auf, gemäß den Berechnungen trug er bei mittleren Abflussbedingungen mit rund 45% zur gesamten P-Immission bei. Aufgrund der Umleitung des Bornbachs gelangen die hier überwiegend über Drainagen emittierten Phosphate nicht mehr in den Dümmers.

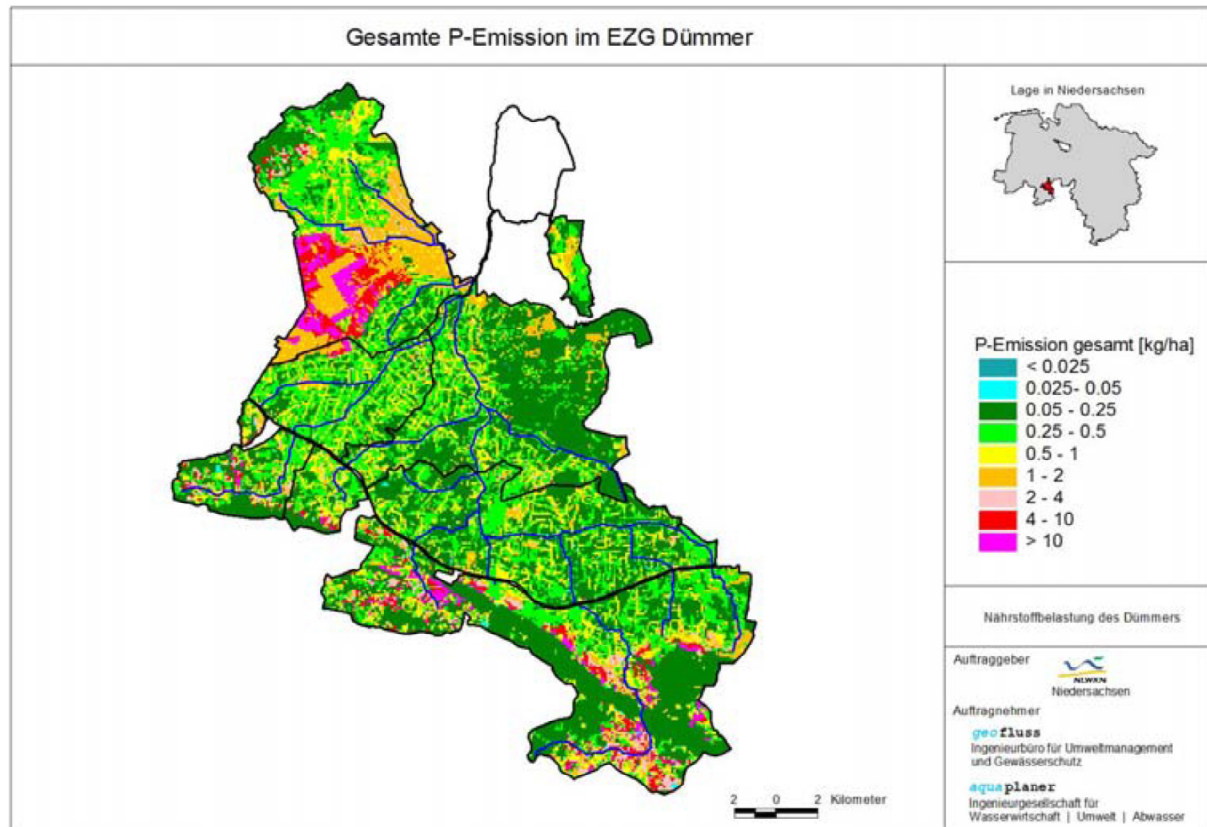


Abbildung 2.2: Summe der gesamten P-Emissionen im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] bei mittleren Abflussbedingungen (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

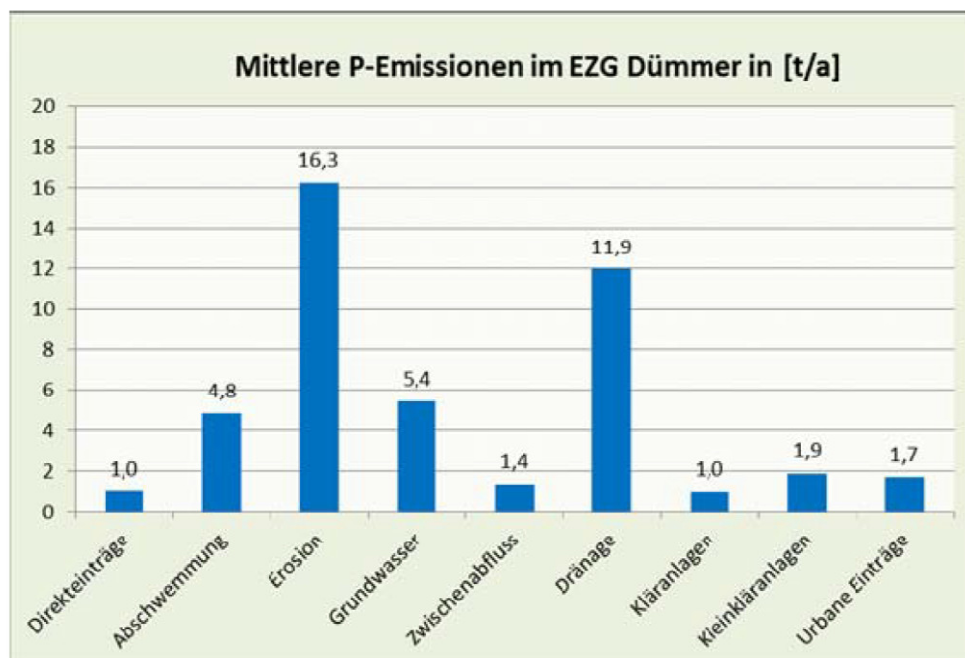


Abbildung 2.3: P-Emissionen für mittlere Abflussbedingungen im EZG Dümmmer in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

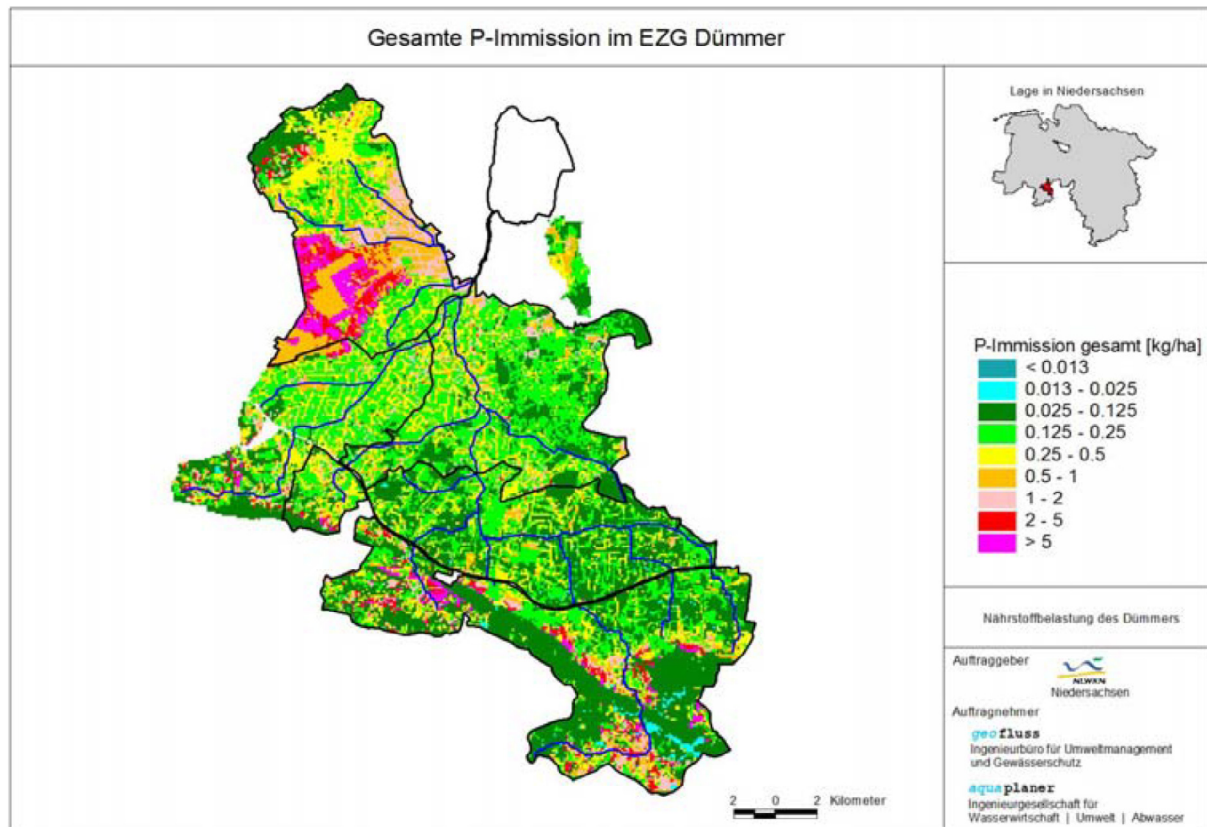


Abbildung 2.4: Summe der gesamten P-Immissionen im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] bei mittleren Abflussbedingungen (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

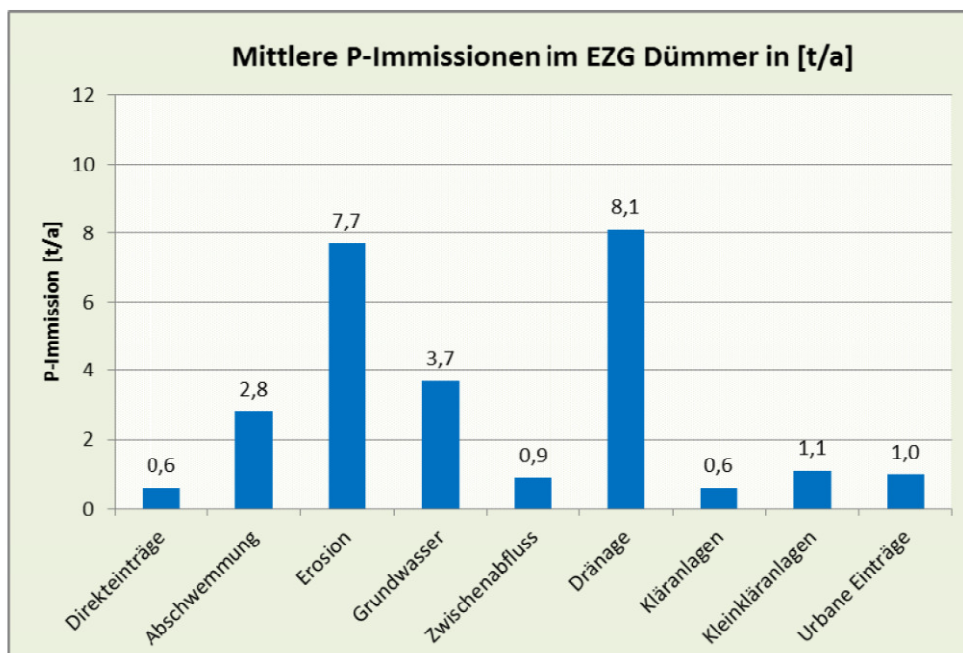


Abbildung 2.5: P-Immissionen für mittlere Abflussbedingungen im EZG Dümmmer in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

Die simulierten P-Immissionen des Jahres 2010 (vergleiche Abbildung 2.7) zeigen, dass nach der Bornbachumleitung der wesentliche Phosphatanteil über die Erosion in die Gewässer getragen wird. Der Belastungsschwerpunkt bzgl. der Erosion liegt im Wiehengebirge, d.h. südlich des Mittellandkanals.

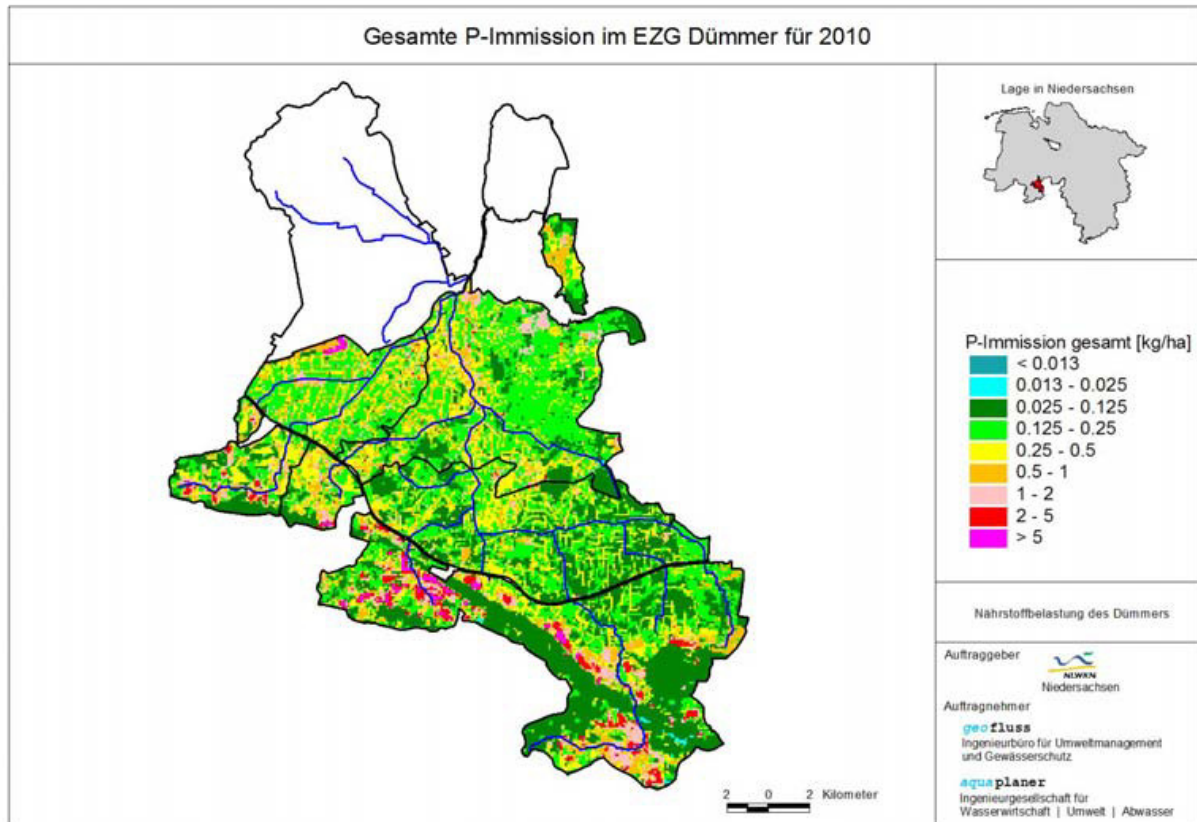


Abbildung 2.6: Summe der gesamten P-Immissionen nach Bornbachumleitung für das Jahr 2010 im EZG Dümmmer in [kg/ha·a] (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

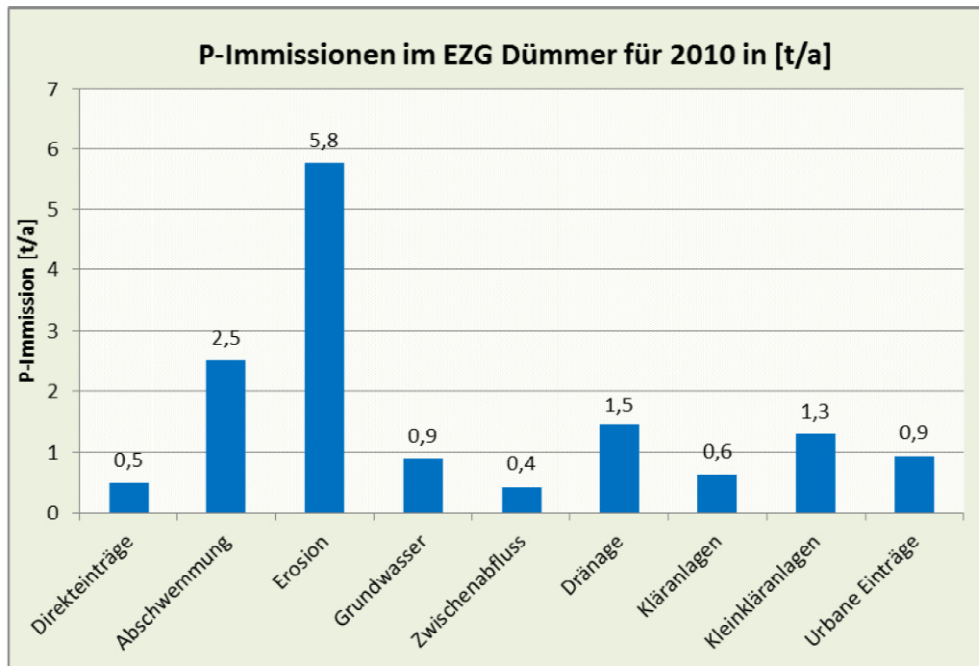


Abbildung 2.7: P-Immissionen nach Bornbachumleitung für das Jahr 2010 im EZG Dümmers in [t/a], Bezug Auslasspegel Schäferhof (Quelle: Scheer und Hinnerk, 2012)

Gemäß den Untersuchungen von Wolter & Köhler 2012 „Rahmenentwurf zur Fortsetzung der Dümmersanierung“ beträgt der Zielwert im Zufluss des Dümmers $50 \mu\text{g P/L}$. Unter Ansatz des mittleren Abflusses berechnet er den mittleren tolerablen Flächenaustrag zu rund $20 \text{ kg P}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ bzw. zu $0,2 \text{ kg P}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Der Vergleich dieses mittleren tolerablen immissionsorientierten Austrags mit den P-Immissionen der Abbildung 2.4 zeigt, dass dieser Wert an vielen Stellen überschritten wird, insbesondere die südlichen Bereiche des Einzugsgebietes liefern deutlich höhere Immissionen.

Hinsichtlich der Auswahl etwaiger Retentionsräume ist es sinnvoll, die stofflichen Belastungsschwerpunkte zu berücksichtigen. Dies insbesondere auch vor dem Hintergrund, dass die Erosion vorrangig bei starken Niederschlägen, welche ein Hochwasser bedingen können, auftreten.

3 Ableitung in den Mittellandkanal

Zur Entlastung des Hunte-Systems erfolgt im Hochwasserfall an mehreren Stellen eine Ableitung in den Mittellandkanal. Zu den Abschlüssen liegen ProAqua unterschiedliche Informationen vor, in der Regel sind dies Unterlagen aus den 1970er Jahren.

3.1 Abschlag der Hunte

Oberhalb von Wittlage befindet sich ein Abschlag in den Mittellandkanal.

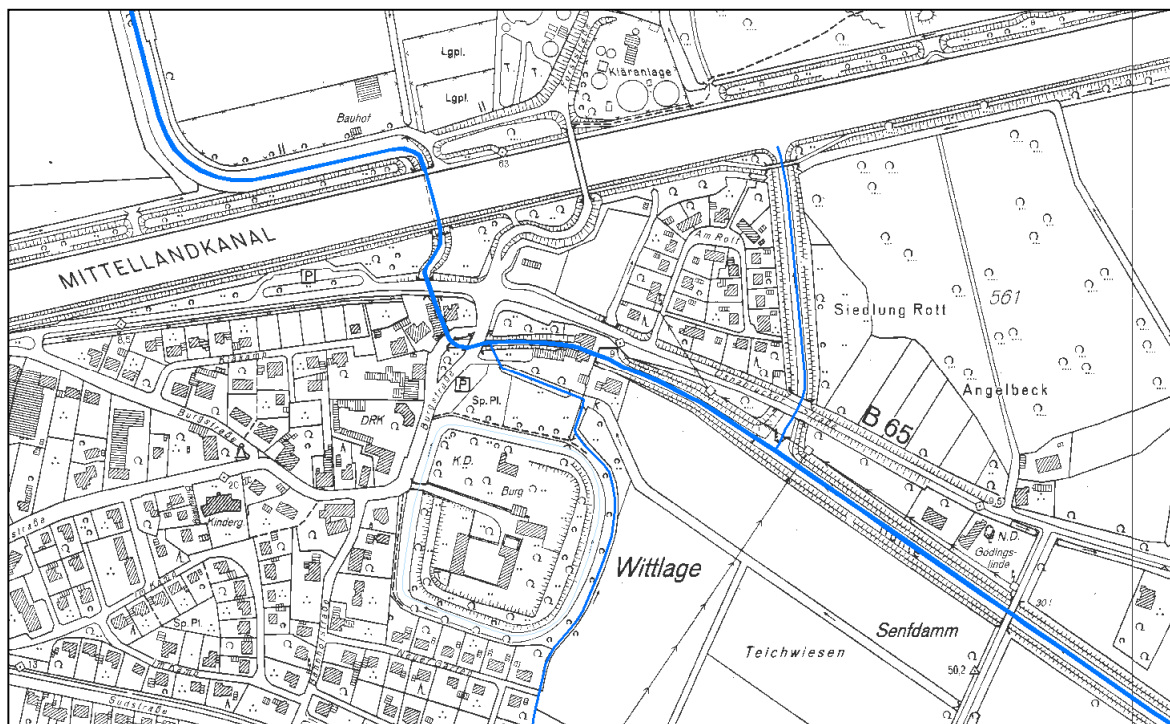


Abbildung 3.1: Abschlag der Hunte in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN)

Der Abschlag erfolgt über ein Streichwehr (Überfalllänge 25 m, Schwellenhöhe 50,45 mNN). Gemäß dem Entwurf zum hydraulischen Ausbau (vergleiche Abbildung 3.2) werden bei dem Bemessungszufluss in der Hunte ($19,11 \text{ m}^3/\text{s}$) $10 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeschlagen, $9,11 \text{ m}^3/\text{s}$ verbleiben demnach in der Hunte. Gemäß dem hydraulischen Modell (HWSP Hunte) erfolgt ein Abschlag über die Schwelle ab einem Abfluss von rund $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

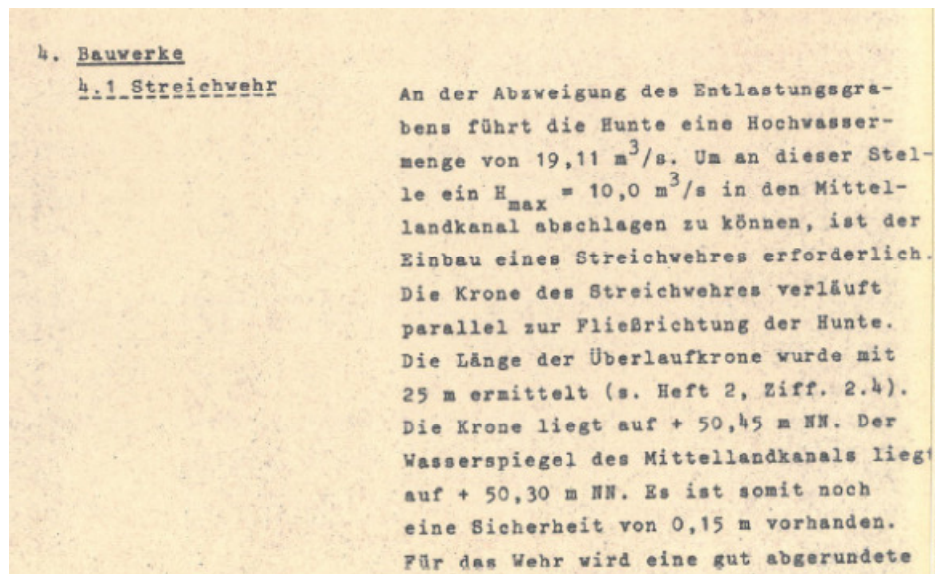


Abbildung 3.2: Auszug aus dem hydraulischen Entwurf zum Ausbau des Mittellandkanals (Anfang der 1970er Jahre)

3.2 Abschlag Leckermühlenbach

Östlich von Ostercappeln erfolgt ein Abschlag des Leckermühlenbaches in den Mittellandkanal.

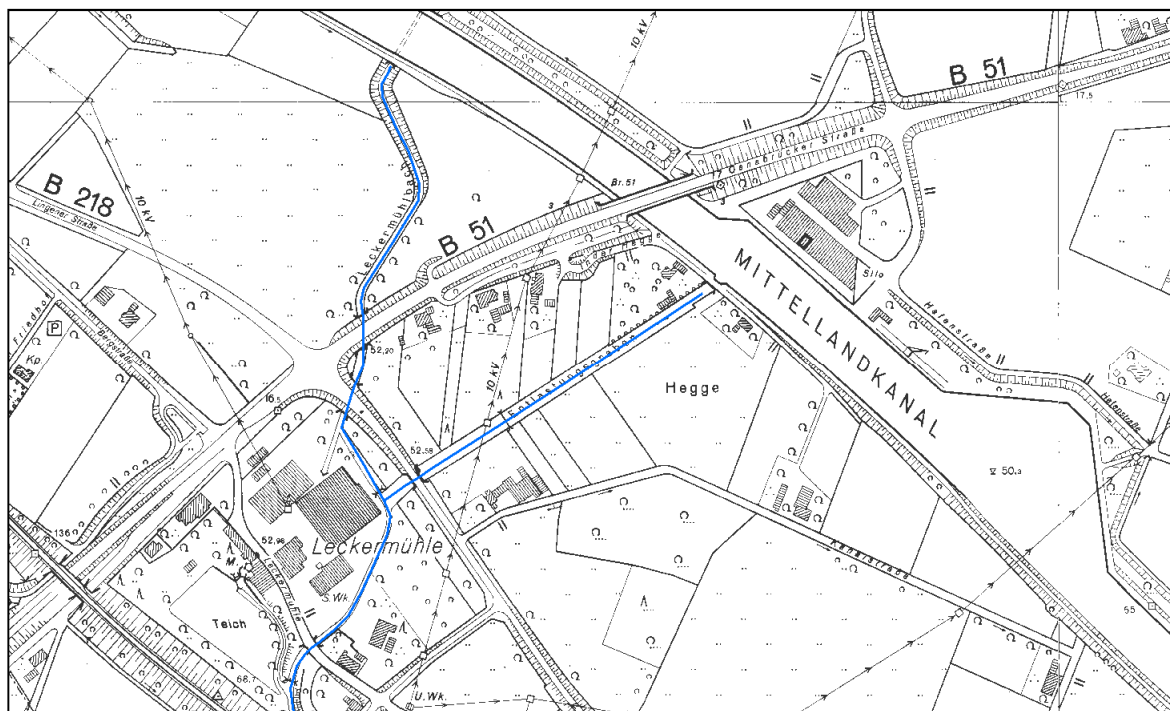


Abbildung 3.3: Abschlag Leckermühlenbach in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN)

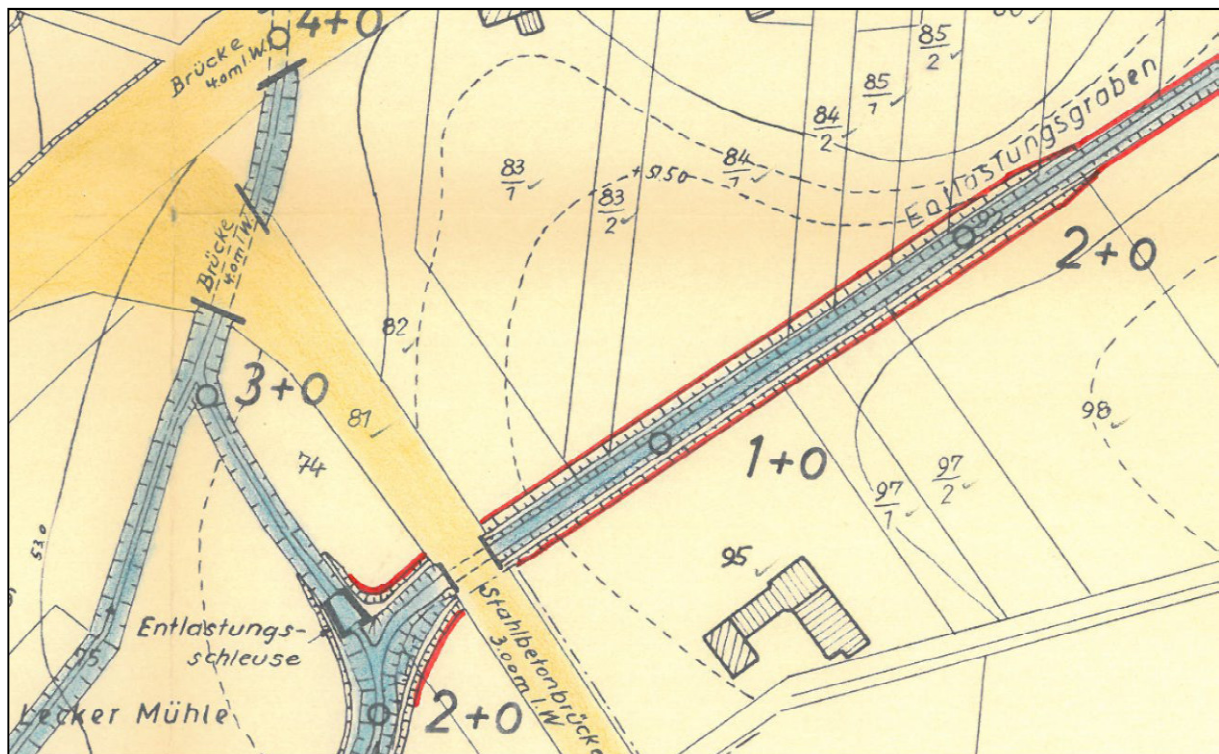


Abbildung 3.4: Auszug aus dem Lageplan zum Ausbau des Abschlages Leckermühlenbach (Anfang der 1970er Jahre)

In der Entlastungsschleuse (siehe Abbildung 3.4) befindet sich ein Schütz (Breite 2,0 m, lichte Öffnung 0,58 m). Bei größeren Abflüssen im Leckermühlenbach bedingt dieses Schütz einen oberwasserseitigen Aufstau. Bei entsprechend großem Abfluss / Aufstau erfolgt ein Abschlag über den Entlastungsgraben zum Mittellandkanal. Die maximale zulässige Abgabe in den Mittellandkanal ist auf 6,0 m³/s begrenzt. Diese Abgabe erfolgt bei einem Wasserstand von 51,41 mNN. Um ein weiteres Ansteigen des Wasserspiegels zu verhindern, befindet sich in der Entlastungsschleuse ein Überfall (rechts und links des Schützes mit jeweils 2,0 m Breite) auf genau dieser Höhe.

Gemäß dem Entwurf zum hydraulischen Ausbau werden beim Bemessungszufluss (9,6 m³/s) 6 m³/s abgeschlagen, demnach verbleiben 3,6 m³/s im Leckermühlenbach.

3.3 Abschlag Venner Mühlenbach

Zur Entlastung des Venner Mühlenbachs erfolgt im Hochwasserfall ein Abschlag in den Mittellandkanal.

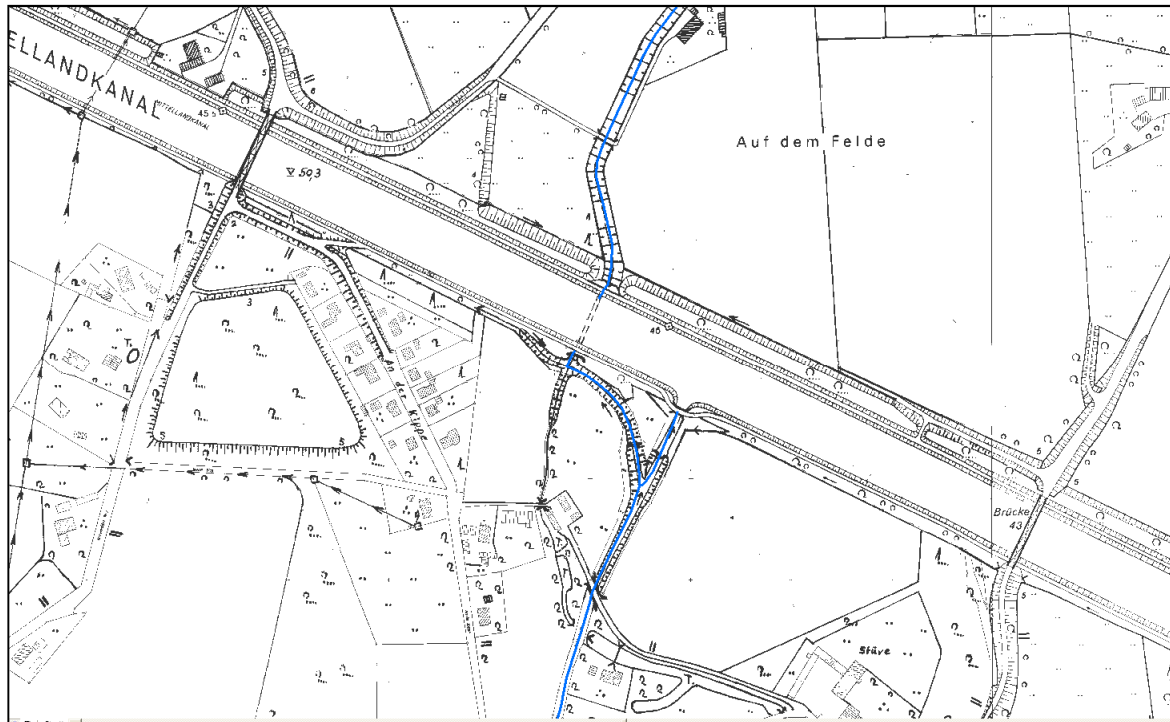
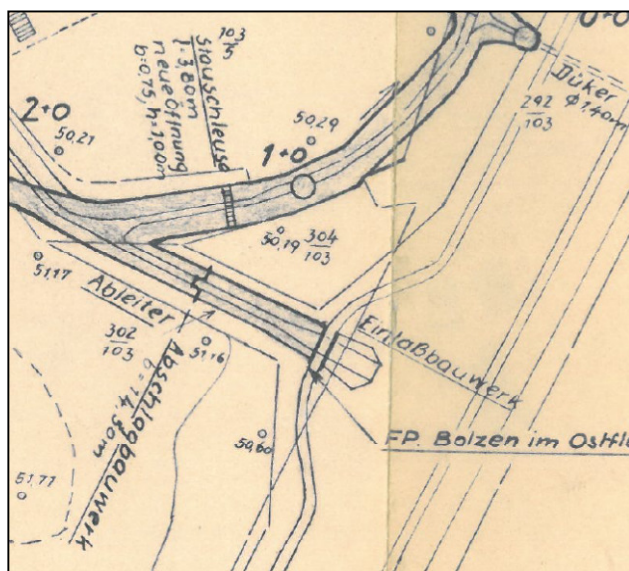


Abbildung 3.5: Abschlag Venner Mühlenbach in den Mittellandkanal (Quellen: Topographische Karte und Gewässer: NLWKN)

Im Venner Mühlenbach liegt eine Stauschleuse, die lichte Öffnung ist mit $H=0,75\text{ m}$ und $B=1,0\text{ m}$ angegeben. Bei großen Abflüssen im Venner Mühlenbach bedingt dies einen Aufstau, ab einem oberwasserseitigen Stand von $50,5\text{ mNN}$ (Überfallhöhe des Abschlagbauwerks) beginnt die Entlastung in den Mittellandkanal.



Gemäß dem Entwurf zum hydraulischen Ausbau werden beim Bemessungszufluss (9,1 m³/s) 6,1 m³/s abgeschlagen, demnach verbleiben 3,0 m³/s im Venner Mühlenbach.

3.4 Summarische Betrachtung der Abschläge in den Mittellandkanal

Im aktuellen Einzugsgebiet des Dümmers erfolgt an drei Stellen ein Abschlag in den Mittellandkanal. Im Rahmen der hydraulischen Bemessung der 1970er Jahre wurden für die einzelnen Abschläge unterschiedliche Bemessungsspenden angesetzt (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1 Kennwerte der Abschläge in den Mittellandkanal gemäß Bemessung in den 1970er Jahren

Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	Bemessungs Spende [l/s/km ²]	Bemessungs Zufluss [m ³ /s]	Abschlag in den MLK [m ³ /s]	Weiterleitung [m ³ /s]
Hunte	42.0	455	19.1	10.0	9.1
Leckermühlenbach	20.0	480	9.6	6.0	3.6
Venner Mühlenbach	18.3	500	9.2	6.1	3.1
Summen	80.3		37.9	22.1	15.8

Der summarische Bemessungszufluss des rund 80 km² großen Einzugsgebietes beträgt nach den Ansätzen der 1970er Jahre knapp 38 m³/s (dies entspricht 471 l/s/km²), 58% werden in den Mittellandkanal abgeschlagen, 42% verbleiben in den jeweiligen Gewässern.

Die Summe der Bemessungsabschläge beträgt 37,9 m³/s (siehe Tabelle 3.1), dies entspricht in etwa dem HQ₁₀₀ am Pegel Schäferhof (nach Bornbachumleitung). Die verwendeten Bemessungsspenden erscheinen unter Berücksichtigung der aktuellen Pegelraten (vergleiche Kapitel 0) und auch hinsichtlich der Spendenlängsschnitte des NLÖ (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie: Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, Hildesheim April 2003) sehr groß. Die 100-jährlichen Spenden liegen unter Verwendung der NLÖ-Auswertungen (welche im Vergleich zu den Auswertungen in Kapitel 0 hoch sind) in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgröße zwischen 220 und 260 l/s/km². Unter Ansatz dieser Spenden ergeben sich im Bereich der Abschläge die in Tabelle 3.2 dargestellten Scheitelwerte im Zulauf zu den Abschlagsbauwerken.

Tabelle 3.2 Extremwertabflüsse im Zulauf zu den Abschlagsbauwerken in den Mittellandkanal unter Ansatz der NLÖ-Auswertungen (2003)

Gewässer	Aeo [km ²]	HQ100 [m ³ /s]	HQ50 [m ³ /s]	HQ20 [m ³ /s]	HQ10 [m ³ /s]	HQ5 [m ³ /s]
Hunte	42.00	9.211	8.382	6.370	4.140	2.236
Leckermühlenbach	20.00	5.102	4.643	3.529	2.294	1.239
Venner Mühlenbach	18.30	4.754	4.326	3.288	2.137	1.154

Die Ausführungen zeigen, dass die Abschlüsse in den Mittellandkanal, bei Einhaltung der in den 1970er Jahren fixierten maximalen Abschlüsse, ein erhebliches Potenzial zur Reduzierung der Hochwasserwellen bieten. Gemäß Tabelle 3.2 kann selbst im 100-jährlichen Lastfall der gesamte Zufluss an den drei Abschlüssen in den Mittellandkanal abgeleitet werden, ohne die maximal zulässigen Werte zu überschreiten.

Die Einleitungs- bzw. Abschlusserlaubnis liegt ProAqua nicht vor. Nachfolgend beschriebene Maßnahmen wurden unter der Annahme entwickelt, dass die Erlaubnis die maximale Höhe der Abschlüsse begrenzt, nicht jedoch die Häufigkeit oder Volumen.

4 Maßnahmen zur Hochwasserretention

Nach aktuellem Planungsstand ist ein zentraler Schilfpolder mit einer Fläche von rund 126 ha (netto) zur Reduzierung der Phosphatbelastung des Dümmers vorgesehen. Die Entwicklung der Maßnahmen zur Hochwasserretention basiert auf dem Bericht von Wolter & Köhler 2012.

Gemäß Wolter & Köhler 2012 treten für den Dümmmer besonders kritische Belastungen in den Monaten Februar, März und April auf. Zur Ermittlung der Belastungsverhältnisse wurden die Abflusszeitreihen monatspezifisch ausgewertet. In Abbildung 4.1 sind die mittleren monatlichen Abflüsse dargestellt. Es ist ersichtlich, dass im stofflich besonders „kritischen“ Monat März die mittleren Abflüsse auf hohem Niveau liegen. In Abbildung 4.2 ist das Auftreten der jährlichen maximalen Hochwasserabflüsse den jeweiligen Monaten zugeordnet. Es ist gut zu erkennen, dass die meisten Hochwasserereignisse im Winter, insbesondere im Januar und Februar auftreten.

Die mittleren monatlichen Abflussverhältnisse verdeutlichen die jährliche Abflussverteilung sehr gut. Insbesondere für die Hochwasserrückhaltung sind jedoch auch die Abflussschwankungen innerhalb der Monate wichtig. In Abbildung 4.3 sind die im Monat März gemessenen Abflüsse des Pegels Schäferhof (ohne Bornbach bzw. bereinigt) für die einzelnen Jahre dargestellt. In Tabelle 4.1 sind einige Kennwerte zu den Monaten Februar, März und April zusammengestellt, Abbildung 4.4 zeigt die Alphaquantilen der Abflüsse graphisch.

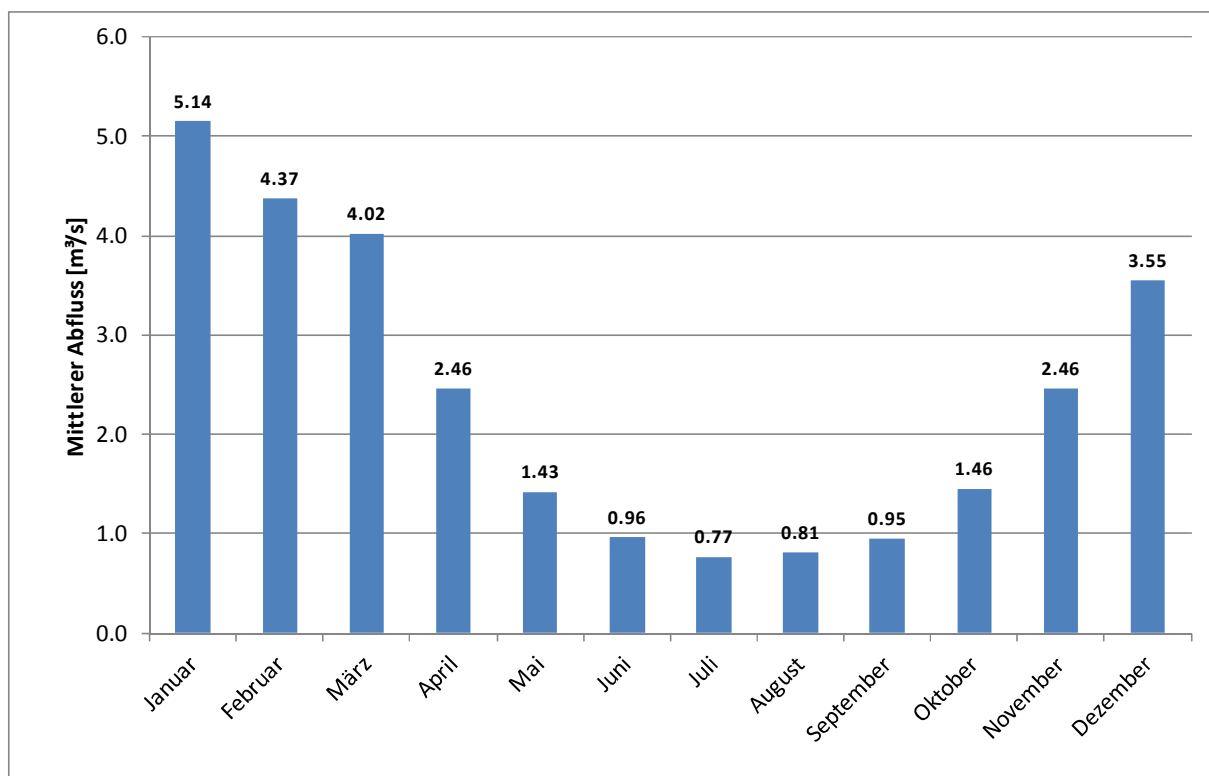


Abbildung 4.1: Mittlere monatliche Abflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011)

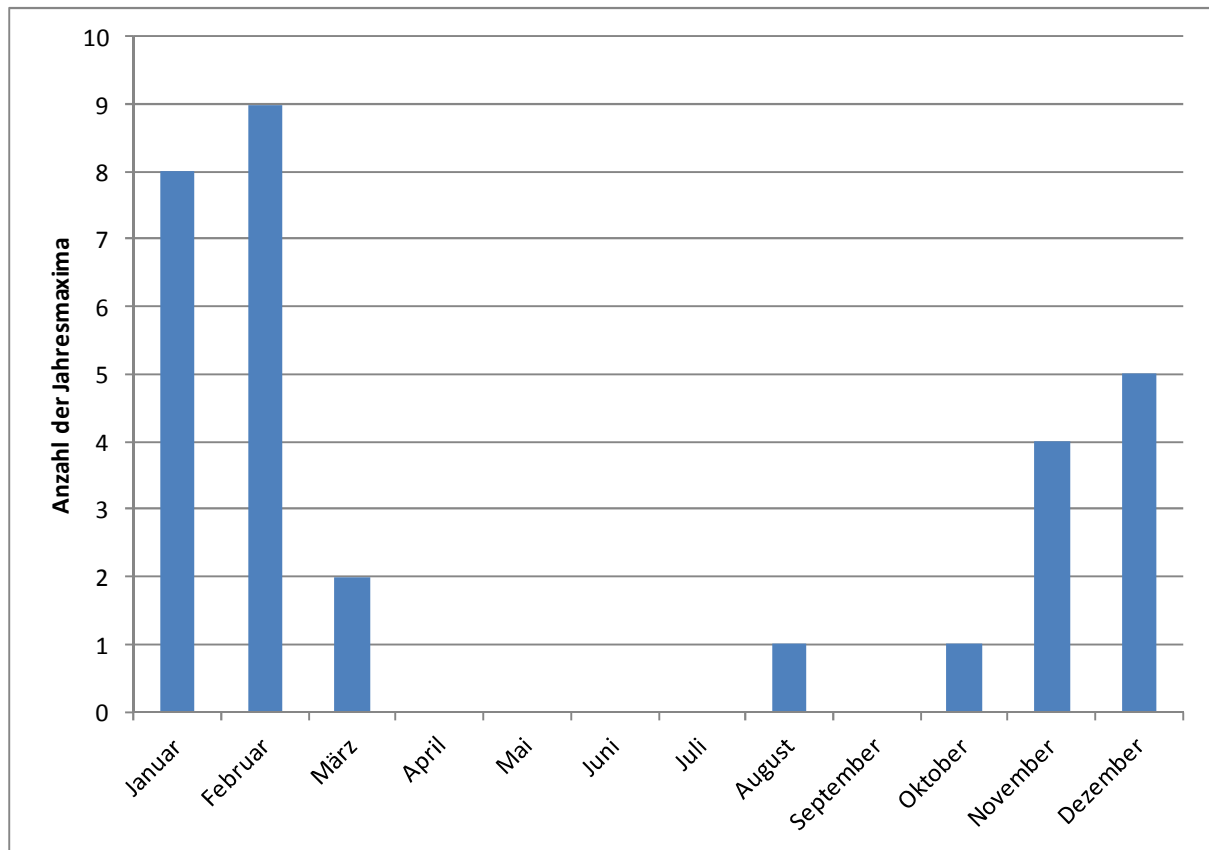


Abbildung 4.2: Verteilung der jährlichen maximalen Hochwasserabflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011)

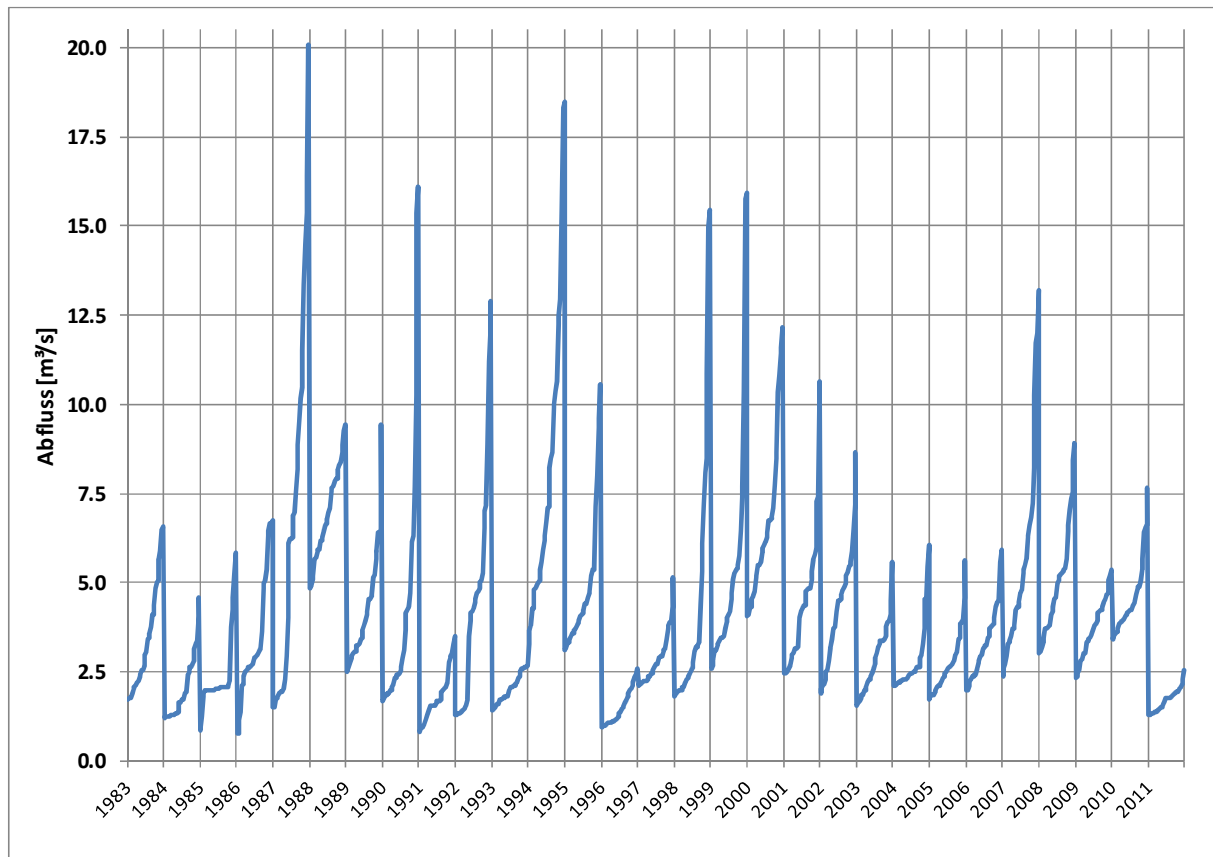


Abbildung 4.3: Jahresweise nach Größe sortierte Tagesmittelwerte im Monat März am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) (Basis 11/1982 bis 12/2011)

Tabelle 4.1 Abflusskennwerte für die Monate Februar, März und April am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach), Basis 11/1982 bis 12/2011

		Monat 2	Monat 3	Monat 4
Min		0.384	0.760	0.456
Median		3.833	3.288	2.088
Mittel		4.374	4.021	2.464
Max		18.720	20.080	16.400
Quantil	0%	0.384	0.760	0.456
Quantil	5%	1.470	1.343	0.824
Quantil	10%	1.703	1.648	1.026
Quantil	15%	1.934	1.865	1.212
Quantil	20%	2.326	2.005	1.362
Quantil	25%	2.640	2.152	1.464
Quantil	30%	2.913	2.340	1.559
Quantil	35%	3.161	2.525	1.680
Quantil	40%	3.345	2.713	1.784
Quantil	45%	3.544	3.031	1.936
Quantil	50%	3.833	3.288	2.088
Quantil	55%	4.039	3.590	2.200
Quantil	60%	4.229	3.903	2.368
Quantil	65%	4.500	4.229	2.583
Quantil	70%	4.882	4.545	2.778
Quantil	75%	5.364	5.020	3.018
Quantil	80%	6.038	5.460	3.384
Quantil	85%	6.781	6.248	3.789
Quantil	90%	7.744	7.099	4.385
Quantil	95%	9.680	9.368	5.256
Quantil	97%	10.560	10.899	6.082
Quantil	99%	13.000	15.362	8.240
Quantil	99.9%	18.524	18.643	12.507

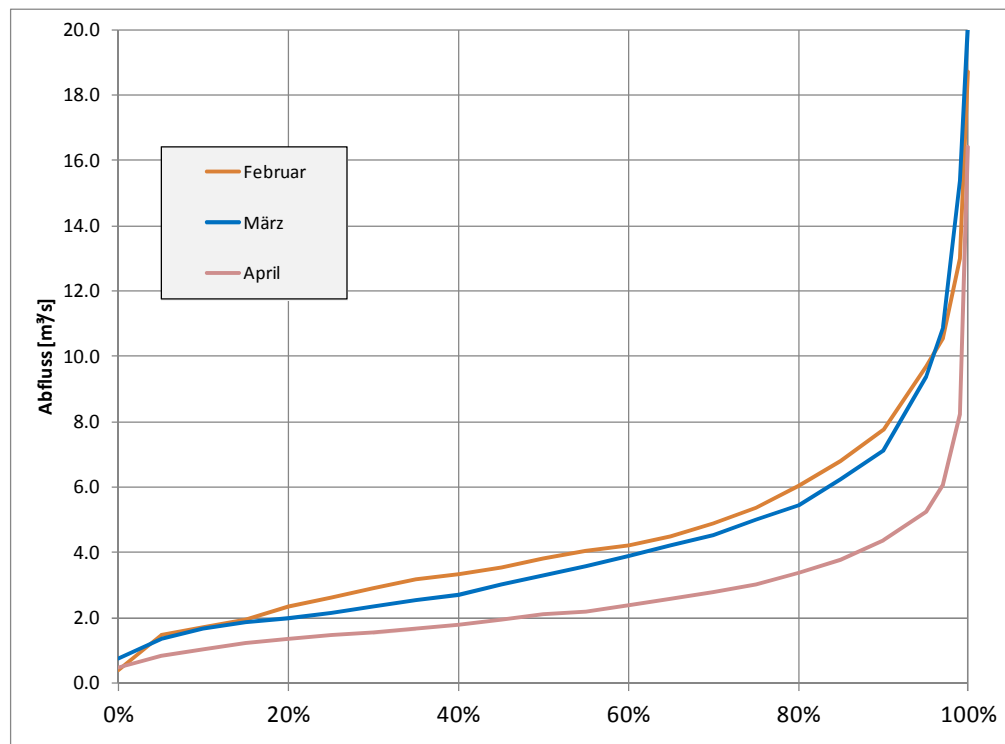


Abbildung 4.4: Alphaquantil der Abflüsse am Pegel Schäferhof (ohne Bornbach) für die Monate Februar, März und April, Basis 11/1982 bis 12/2011

Im Zuge der Dimensionierung und Gestaltung des Schilfpolders werden mittlere monatliche Belastungen angesetzt. Die Wirkung von Stoßbelastungen auf die Funktion von Schilfpoldern ist noch nicht ausreichend untersucht, Tests in anderen Projekten und Studien wurden in der Regel mit gleichmäßigen Zuflüssen durchgeführt. Eine Betrachtung auf Basis von Tageswerten erscheint sowohl hinsichtlich des Hochwasserrückhaltes bzw. der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen als auch der stofflichen Aspekte in Bezug zur Dimensionierung und Betrieb geboten.

Zur Berechnung der Wirksamkeit des Schilfpolders verwenden Wolter & Köhler unterschiedliche Ansätze. Die resultierende Ablaufkonzentration hängt neben der Zulaufkonzentration, je nach Ansatz, von unterschiedlichen Parametern ab. Bezüglich der hydrologischen Belastung sind hier Zufluss und Schilfpolderfläche oder die Aufenthaltsdauer oder aber auch die hydraulische Belastung wesentliche Eingangsgrößen. Gemäß allen Gleichungen nimmt die Wirksamkeit eines Schilfpolders - bei ansonsten gleichen Randbedingungen - mit größer werdenden Zuflüssen ab.

Oberhalb des Schilfpolders sind Hochwasserabflüsse auf ein für den Schilfpolder verträgliches Maß zu begrenzen. Klare Vorgaben hinsichtlich verträglicher Abflüsse und Jährlichkeiten liegen nicht vor. Seitens Wolter & Köhler, 2012 sind selten auftretende, größere stoffliche Belastungen (oberhalb des Zielwertes im Zufluss des Dümmers $50 \mu\text{g P/L}$) des Dümmers möglichst zu vermeiden, erscheinen aber nicht sehr kritisch. Die Aufenthaltszeiten im Schilfpolder sollten 2 Tage nicht unterschreiten, die Oberflächenbeschickung (Zufluss dividiert durch die Polderfläche) sollte $1,08 \text{ m/s}$ nicht überschreiten.

Unter Berücksichtigung der Maßnahmenziele ist das 10-jährliche Hochwasser auf ein verträgliches Maß zu dämpfen. Nach aktuellem Planungsstand weist der Schilfpolder eine Nettofläche von 126 ha auf, dies liegt den weiteren Betrachtungen zugrunde.

Oberflächenbeschickung:

Bei der Nettofläche von 126 ha beträgt der maximal zulässige Zufluss 15,75 m³/s. Größere Abflüsse sind für den Schilfpolder / den Stoffaustrag sehr kritisch. Der zulässige Zufluss ist ungeachtet der Eintrittswahrscheinlichkeiten einzuhalten, da a) die Anlage auf größere Abflüsse hydraulisch nicht ausgelegt ist, somit Schäden entstehen können und b) erhebliche stoffliche Belastungen für den Dümmer, z.B. durch Resuspension des Sedimentes, erfolgen können.

Aufenthaltsdauer:

Unter der Annahme, dass der Zufluss gleich dem Abfluss ist, ergibt sich die in Abbildung 4.5 dargestellte Aufenthaltszeit. Im Hochwasserfall wird der Wasserstand im Polder erhöht, um die Aufenthaltszeit hoch zu halten, unter Ansatz einer mittleren Tiefe von 1,0 Meter ergibt sich ein Volumen von 1,26 Millionen m³. Bei einem Zufluss von 7,0 m³/s bedingt dies eine Aufenthaltszeit von 50 Stunden. Wird das Wasser im Schilfpolder auf 1,2 m aufgestaut, kann bis zu einem Zufluss von knapp 9 m³/s die Aufenthaltszeit von 2 Tagen eingehalten werden.

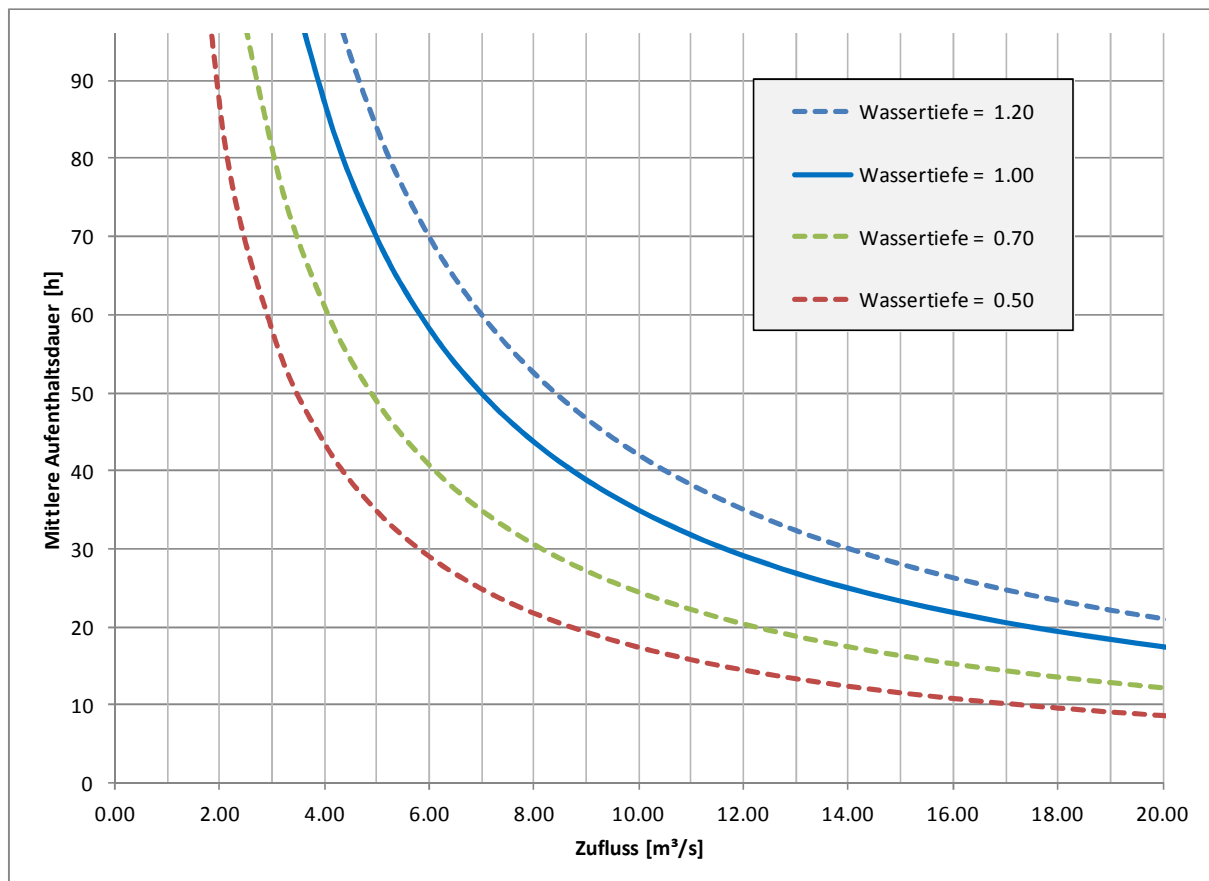


Abbildung 4.5: Mittlere Aufenthaltsdauer im Schilfpolder in Abhängigkeit des Zulaufes (Schilfpolderfläche 1,26 km²)

Vor diesem Hintergrund wird ein maximal zulässiger 10-jährlicher Schilfpolderzufluss von 7,0 m³/s gewählt. Unter Berücksichtigung der Abflusszeitreihe Schäferhof (ohne Bornbach) wird dieser Wert im März im Mittel an etwa 3 Tagen überschritten. In der zweiten Februarhälfte wird der Abfluss an etwa 2 Tagen, in der ersten Aprilhälfte im Mittel jedes zweite Jahr überschritten. Die erforderlichen Maßnahmen müssten somit relativ häufig greifen.

Folgende Ziele und Vorgaben wurden zur wasserwirtschaftlichen Maßnahmenentwicklung berücksichtigt:

- Der Fokus der **Hochwasserretention** liegt auf der Dämpfung und möglichst gleichmäßigen Beschickung des zentralen Schilfpolders bei Hochwasserereignissen.
- Relevant sind Ereignisse bis zu einer 10-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit.
- Schilfpolderzuflüsse, die eine Oberflächenbeschickung von 1,08 m/s überschreiten, sind immer zu vermeiden.
- Die mittlere Aufenthaltsdauer im Schilfpolder sollte auch im Hochwasserfall 2 Tage nicht unterschreiten.
- Die mittleren Einstauhöhen im Schilfpolder sollen zwischen 0,7 und 1,0 m liegen.
- Zur Reduzierung der stofflichen Belastung ist eine Reduzierung des Schilfpolders bzw. des Dümmerzuflusses im März bzw. dem Zeitraum vom 15. Februar bis zum 15. April anzustreben.

Grundsätzlich mögliche Maßnahmen sind:

1. Rückhaltung und Wellendämpfung

- a. in der Fläche durch geänderte Flächennutzung
- b. im Gewässer durch Renaturierung
- c. in zu schaffenden Retentionsräumen

2. Ableitung / Bypass

- d. Ableitung in den Mittellandkanal
- e. Ableitung in den Bornbach / Randkanal zur Entlastung von Schilfpolder und Dümmer
- f. Bypass des Schilfpolders

Die oben aufgeführten Maßnahmen lassen sich nicht strikt voneinander trennen. Dies gilt sowohl für die Abgrenzung der Maßnahmen untereinander, insbesondere jedoch in Bezug auf deren Wechselwirkung. Ungeachtet dessen werden zunächst die einzelnen Maßnahmentypen unabhängig voneinander betrachtet.

Hinweis:

Die hier aufgezeigten Maßnahmen zielen auf eine Änderung der Wassermengenbewirtschaftung. Hierdurch soll zum Einen der Betrieb des Schilfpolders sicher gestellt werden, zum Anderen werden Wege aufgezeigt die eine Reduzierung der P-Frachten bedingen. Stoffliche Aspekte wie Konzentrationsänderungen in Folge von z.B. Sedimentation werden nicht betrachtet.

4.1 Maßnahmen zur Rückhaltung und Wellendämpfung

Durch Rückhalte- und Retentionsmaßnahmen kann eine „Umverteilung“, in der Regel eine zeitliche Streckung der Zuflusswellen erfolgen, um kurzfristige Überlastungen zu vermeiden. Das dem Polder zuströmende Volumen bleibt praktisch unverändert. Eine etwaige stoffliche Reduzierung durch die Rückhaltungen wird wie erwähnt hier nicht betrachtet.

Unter Berücksichtigung der Maßnahmenziele ist das 10-jährliche Hochwasser auf ein verträgliches Maß zu dämpfen. Nach aktuellem Planungsstand weist der Schilfpolder eine Nettofläche von 126 ha auf, dies liegt den weiteren Betrachtungen zugrunde.

Fokus: Maximal zulässiger Polderzufluss:

Die Einhaltung des maximalen Polderzuflusses von 15,75 m³/s kann durch Retentionsmaßnahmen nicht für alle Eintrittswahrscheinlichkeiten gewährleistet werden. Weitere Maßnahmen sind zwingend erforderlich.

Fokus: Aufenthaltsdauer

Die Aufenthaltszeit sollte zwei Tage nicht unterschreiten, der 10-jährliche Schilfpolderzufluss muss auf 7,0 m³/s reduziert werden. In der stofflich kritischen Phase zwischen dem 15. Februar und dem 15. April wird dieser Abfluss im Mittel jedes Jahr fünfmal überschritten. Die erforderliche Rückhaltung muss somit relativ häufig erfolgen.

Das Ziel kann durch Retentionsmaßnahmen - bei entsprechend großen Retentionsräumen - erreicht werden.

Fokus: Reduzierung der stofflichen Belastung

Durch Retentionsmaßnahmen wird die stoffliche Belastung voraussichtlich reduziert. Das Maß der Reduktion hängt von den Maßnahmen ab. Im Rahmen der hier entwickelten Retentionsmaßnahmen liegt der Fokus auf der Wasserwirtschaft. Bezüglich der stofflichen Aspekte wird zur Abschätzung vereinfacht von unveränderten Konzentrationen in den Gewässern ausgegangen. Da durch die Retention das Zuflussvolumen zum Schilfpolder praktisch unverändert bleibt, ändert sich die stoffliche Belastung im Zulauf nicht.

Weitere Maßnahmen zur Reduzierung der stofflichen Belastung sind erforderlich.

4.1.1 Rückhaltung und Dämpfung in der Fläche durch geänderte Flächennutzung

Eine Veränderung der Hochwasserwellen durch geänderte Flächennutzung ist im Prinzip möglich, hierzu zählt beispielsweise die Wiederaufforstung landwirtschaftlich genutzter Flächen, die Wiedervernässung durch das Verschließen von Dränagen und / oder die Entsiegelung.

Die Umsetzbarkeit derartiger Maßnahmen erscheint gegenwärtig schwierig, so dass sie im Rahmen dieser Untersuchung nicht weiter betrachtet wurden.

4.1.2 Rückhaltung und Dämpfung im Gewässer durch Renaturierung

Die Hunte ist gegenwärtig meist als Trapezprofil aufgebaut. Zur Renaturierung der Hunte zwischen Bohnte und Hunteburg liegt eine Vorplanung vom Dezember 2010 vor. Hinsichtlich der Maßnahmen wird in der Vorplanung zwischen „Ausbau im vorhandenen Profil“ und „Breiter Ausbau mit Grunderwerb“ unterschieden.

Der „Ausbau im vorhandenen Profil“ wird für Abschnitte vorgeschlagen, in denen die Flurstücke eine Breite von etwa 20 m aufweisen, d.h. etwa 5 m breiter sind als das heutige Gewässer. Vorgesehen sind im Wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur (Totholz, Stummelbuhnen ...). Hydraulisch / hydrologisch bedingen diese Maßnahmen zwar eine Erhöhung der Strömungsvariabilität, nennenswerte Volumina durch Aufweitung und / oder Ausuferungen sind jedoch nicht zu erwarten. Die Maßnahmen werden daher keinen Effekt auf den Wellenablauf haben.

Detail 1

Umgestaltungskonzept ohne Grunderwerb

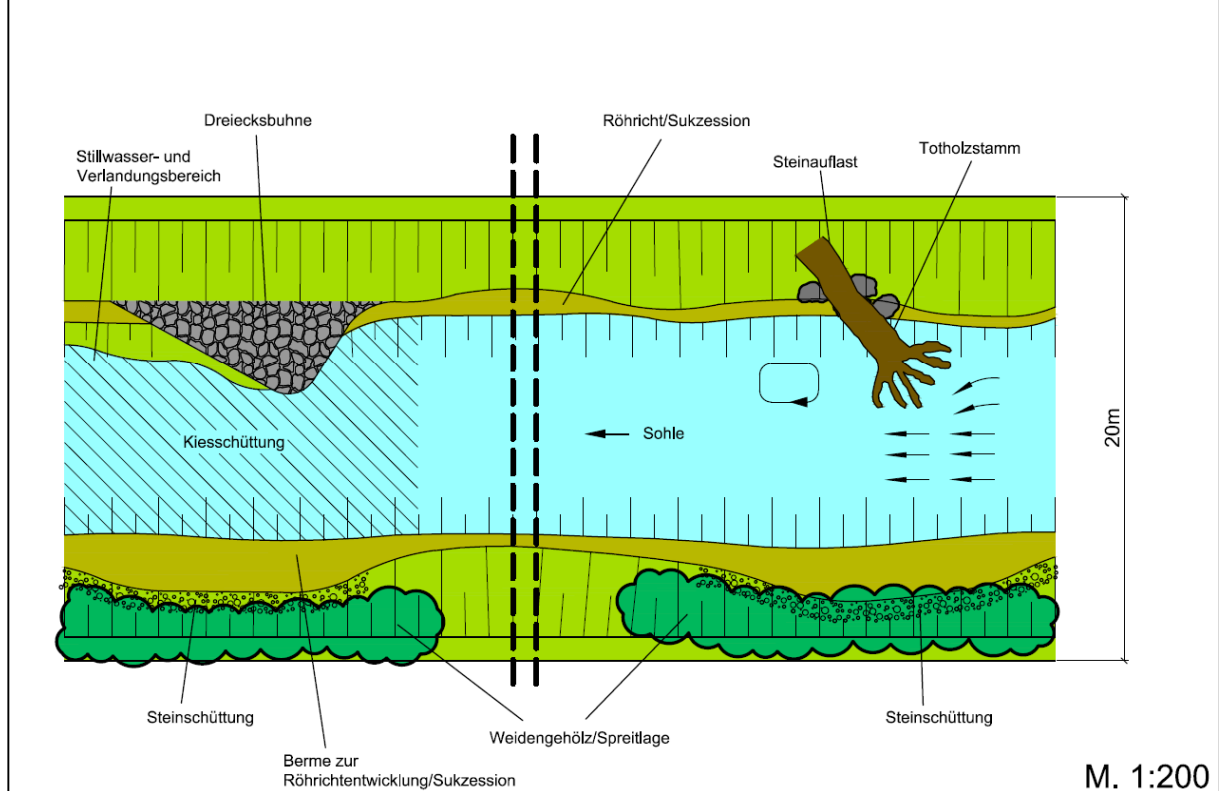
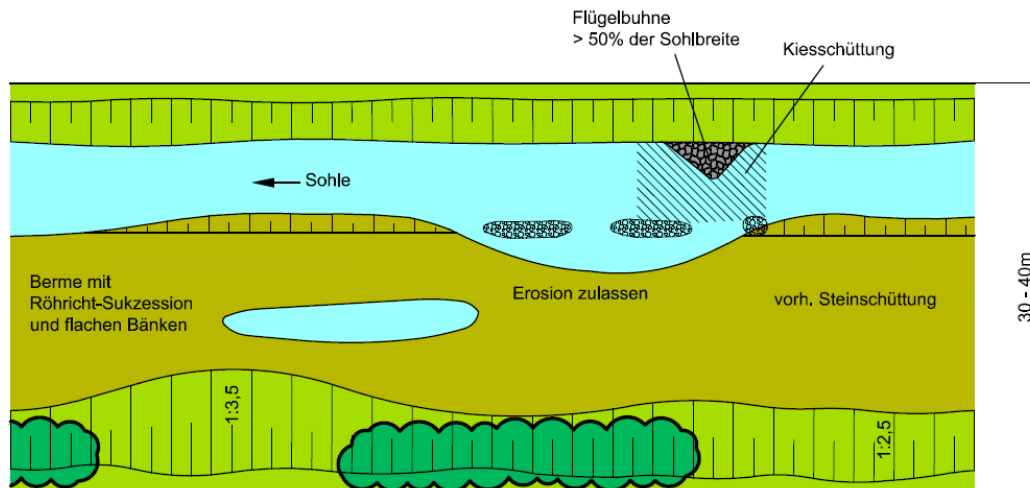


Abbildung 4.6: Gestaltungsbeispiel für „Ausbau im vorhandenen Profil“
(Quelle: Vorplanung zur Renaturierung und Wiederherstellung des Fließgewässercharakters der Hunte zwischen Bohmte und Hunteburg, Unterhaltungsverband Obere Hunte, 12/2010)

„Breiter Ausbau mit Grunderwerb“ ist für Abschnitte vorgesehen, in denen die Flurstücke keine Entwicklungsmöglichkeit zulassen. Die neuen Profile sind uneinheitlich, zum Teil sind Sekundärauen mit Breite von 5 bis 10 m vorgesehen.

Detail 2

aufgeweitetes Profil mit Grunderwerb



Gehölzpflanzung aus:
 Strauchweiden, Hartriegel, Faulbaum, Schwarzer Holunder,
 Weißdorn, Wasserschneeball, Traubenkirsche

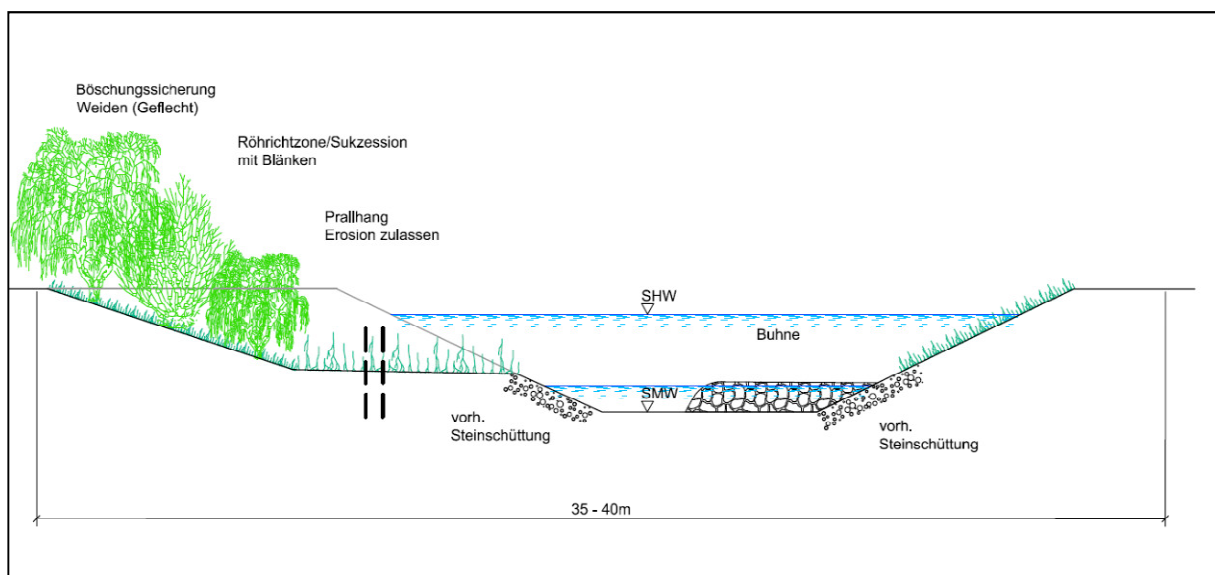


Abbildung 4.7: Gestaltungsbeispiel für „Breiter Ausbau mit Grunderwerb“
 (Quelle: Vorplanung zur Renaturierung und Wiederherstellung des Fließgewässercharakters der Hunte zwischen Bohmte und Hunteburg, Unterhaltungsverband Obere Hunte, 12/2010)

„Breiter Ausbau mit Grunderwerb“ ist auf dem ca. 10 km langen Abschnitt auf rund 40% der Strecke vorgesehen. Aufgrund der Profilaufweitungen nimmt die hydraulische Leistungsfähigkeit zu, wegen des stärkeren Bewuchses und der „Abflusshindernisse“ wird dieser Effekt jedoch wieder reduziert ggf. auch vollständig kompensiert.

Das durch die Profilaufweitungen zusätzlich entstehende „Gewässervolumen“ (Länge ca. 4.000 m, mittlere Verbreiterung ca. 7,5 m, Einschnittstiefe ca. 1 m) beläuft sich auf etwa 30.000 m³. Gemäß Tabelle 1.2 beträgt der mittlere Jahresabfluss (MQ) am Pegel Hunteburg 0,485 m³/s, im März fließen im Mittel rund 0,8 m³/s. Das mittlere Jahreshochwasser (MHQ) am Pegel Hunteburg liegt bei rund 3,6 m³/s. Unter der Annahme, dass beim MHQ rund 1,0 m³/s im Hauptgerinne verbleiben, somit 2,6 m³/s über die neue Sekundäraue strömen, würden die 30.000 m³ in gut 3 Stunden komplett gefüllt.

Die einfache Abschätzung zeigt, dass eine Renaturierung zwischen Bohmte und Hunteburg gemäß der Vorplanung nur einen sehr geringen Effekt auf den Wellenablauf und die Dämpfung hat.

Signifikante Effekte einer Renaturierung sind lediglich dann zu erwarten, wenn sehr lange Gewässerabschnitte umgestaltet werden und / oder durch die Renaturierung Ausuferungen eintreten, die vor der Renaturierung nicht stattfanden. Dieser Effekt wird in Kapitel 4.1.3 näher betrachtet.

Ungeachtet der hydrologischen / hydraulischen Wirkung kann eine Gewässerumgestaltung erheblichen Einfluss auf die stoffliche Retention haben.

4.1.3 Rückhaltung und Dämpfung in zu schaffenden Retentionsräumen

Wie erwähnt, wird als Zielgröße ein maximal zulässiger 10-jährlicher Schilfpolderzufluss von 7,0 m³/s angestrebt. Zur Ermittlung der erforderlichen Retentionsvolumina ist eine maßgebliche Hochwasserwelle zu betrachten.

Die meisten Hochwasserabflüsse treten im Februar auf (vergleiche Abbildung 4.2). Vereinfacht wird daher angenommen, dass die extremwertstatistische Auswertung der Jahresmaxima (siehe Kapitel 1.3 und 1.4) auch für den Zeitraum Februar bis April relevant sind, aufgrund der kurzen Zeitspanne von 3 Monaten werden die Maxima auf 90% der Jahresmaxima angesetzt. Unter Verwendung der so bestimmten, maßgeblichen 10-jährlichen Hochwasserwelle ergibt sich ein erforderliches Rückhaltevolumen von rund 4,6 Millionen m³ (siehe Abbildung 4.8).

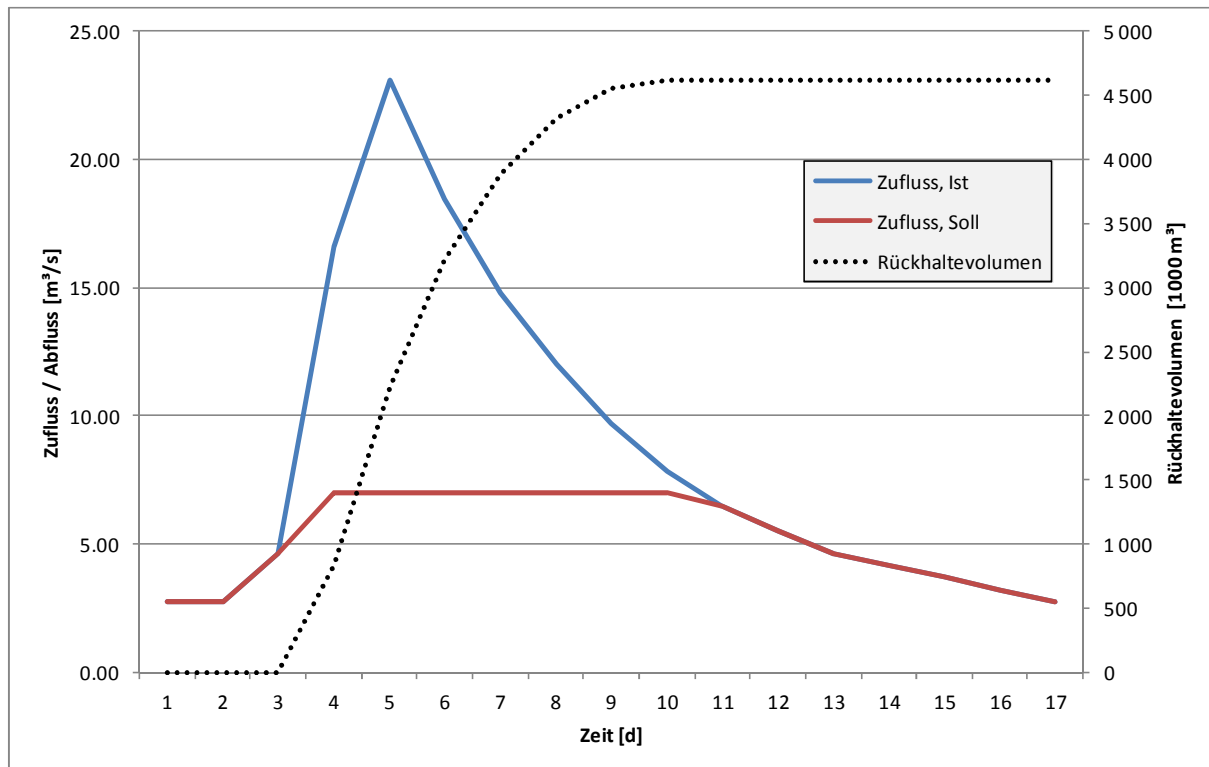


Abbildung 4.8: Ist- und Sollzuflusswelle einschließlich erforderlichem Retentionsvolumina

Zur Aktivierung eines derartig großen Volumens sind bauliche Maßnahmen im und am Gewässer erforderlich. Zur Identifizierung möglicher Retentionsräume wurden das Geländemodell, die topographischen Karten und die Flächennutzung verwendet. Als potenziell geeignete Standorte wurden unmittelbar an die größeren Gewässer angrenzenden Flächen gewählt, welche keine Bebauung aufweisen, flach sind und am „unteren Ende“ eine Querstruktur vorhanden ist. In Abbildung 4.9 sind die identifizierten Standorte dargestellt, Tabelle 4.2 zeigt die ermittelten Kennwerte.

Das ermittelte potenziell nutzbare Gesamtvolumen beträgt 4,3 Millionen m³ und ist somit rund 0,3 Mio. m³ kleiner als erforderlich. Hiermit wäre theoretisch, d.h. bei optimaler Steuerung und Ausnutzung der Volumina, eine Dämpfung des 10-jährlichen Hochwasserscheitels auf etwa 7,5 m³/s möglich, die Aufenthaltszeit im Schilfpolder beträgt dann etwa 56 Stunden. In der Realität ist die Wirksamkeit der Rückhaltungen erheblich geringer. Bei einer angenommenen Wirksamkeit von 70% beträgt das effektiv nutzbare Volumen rund 3 Mio. m³. Hierdurch könnte der Scheitelwert eines HQ₅ auf das verträgliche Maß von 7 m³/s gedämpft werden.

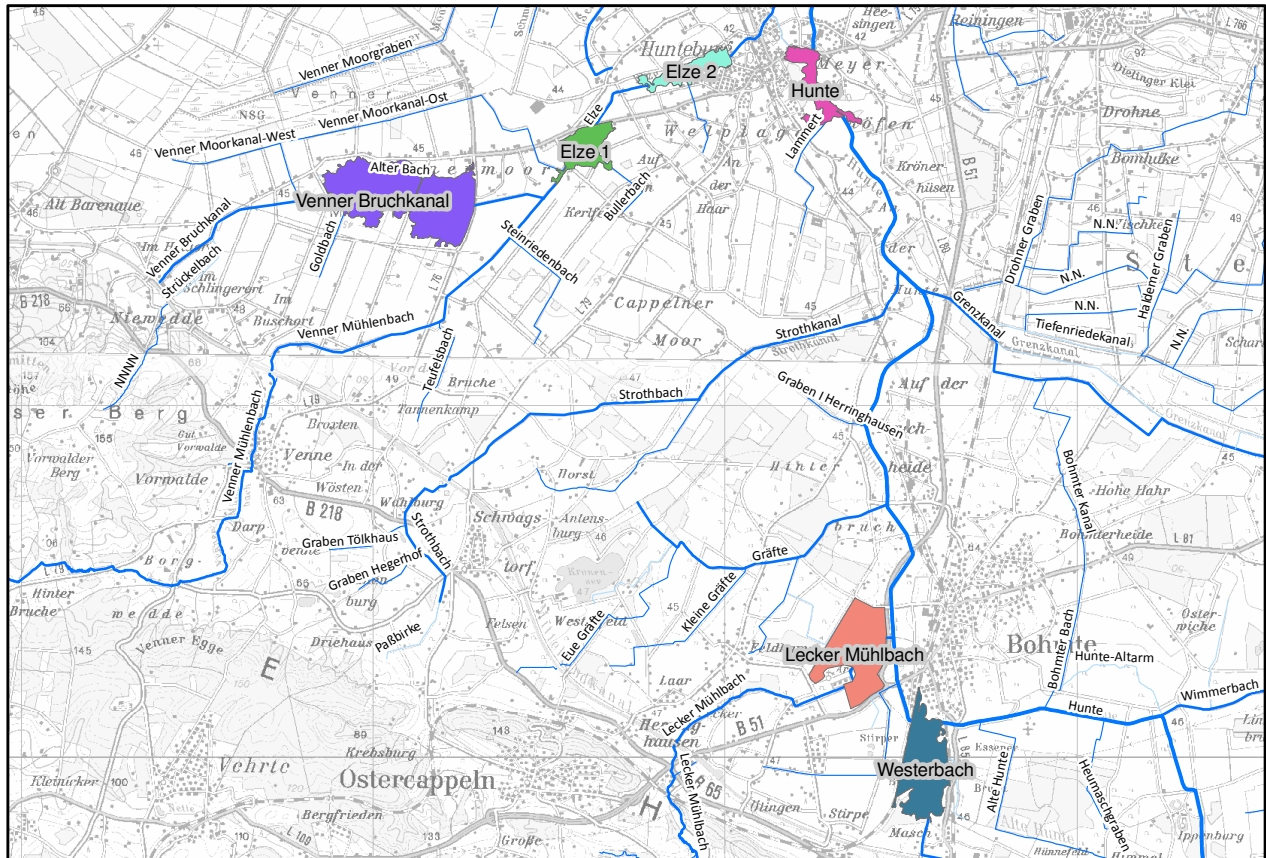


Abbildung 4.9: Lage potenziell geeigneter Retentionsflächen

Tabelle 4.2 Kennwerte der potenziell geeigneter Retentionsflächen

Bezeichnung	Fläche [km ²]	Einstautiefe [m]	Speichervolumen [1000 m ³]
Westerbach	0.83	1	834
Lecker Mühlbach	0.91	0.7	639
Venner Bruchkanal	1.65	1.2	1 981
Elze 2	0.28	1.1	303
Elze 1	0.33	0.6	199
Hunte	0.31	1.1	346
Summe	4.32		4 304

Realisierung

Zur Aktivierung der Retentionsflächen ist der Bau von Drosselbauwerken erforderlich, um einen Rückstau und somit eine Ausuferung im Oberwasser zu erreichen. Wie dies im Einzelnen realisiert werden kann und ob eine jahreszeitlich veränderbare Retention erfolgen sollte, ist im Zuge einer weiteren Konkretisierung, insbesondere nach der Prüfung der Flächenverfügbarkeit und -tauglichkeit zu erarbeiten.

4.2 Maßnahmen zur Ableitung / Umgehung

Maßnahmen der Ableitung und Umgehung bedingen, dass dem Schilfpolder und / oder dem Dümmer weniger Wasser zufließt. Ob die Minderung im Hochwasserfall oder aber auch bei kleineren Abflüssen erfolgt, kann bei entsprechender Ausführung bedarfsweise gesteuert werden.

Im Vergleich zu den Rückhaltungen bieten diese Maßnahmen eine deutlich größere Flexibilität, dies jedoch nur unter der Voraussetzung, dass genügend „Abnehmer“ zur schadfreien Aufnahme des ab- und umgeleiteten Wassers zur Verfügung stehen. Eine zeitliche Streckung oder Rückhaltung ist nicht möglich.

Unter „Ableitung“ werden nachfolgend die Maßnahmen verstanden, die eine Reduzierung der Zuflüsse (der Wasserfracht) in den Dümmer bedingen. Mit „Umgehung“ sind Maßnahmen gemeint, welche z.B. ein Passieren des Schilfpolders bedingen, ohne den Dümmerzufluss in seiner Summe zu verändern.

Fokus: Maximal zulässiger Polderzufluss:

Der aus der Oberflächenbeschickung abgeleitete maximal zulässige Zufluss von 15,75 m³/s (siehe Kapitel 4) ist ungeachtet der Eintrittswahrscheinlichkeiten einzuhalten. Dieses Ziel kann durch alleinige Retention nicht gewährleistet werden. Ein Abschlag oder eine Umleitung ist zwingend erforderlich.

Fokus: Aufenthaltsdauer

Die Aufenthaltszeit im Schilfpolder hängt maßgeblich vom Zufluss ab, der 10-jährliche Schilfpolderzufluss soll 7,0 m³/s nicht überschreiten. Eine Änderung des Zuflusses kann durch Ableitung und Umleitung erreicht werden.

Fokus: Reduzierung der P-Frachten

Im Rahmen der hier betrachteten Maßnahmen liegt der Fokus auf den wasserwirtschaftlichen Aspekten. Bei der vereinfachten Annahme unveränderter Konzentrationen kann die stoffliche Belastung (Fracht) durch Ableitung reduziert werden.

4.2.1 Ableitung in den Bornbach / Randkanal

Eine Ableitung in den Bornbach / Randkanal kann aus unterschiedlichen Gründen sinnvoll sein. Im Folgenden erfolgt zunächst eine monokausale Betrachtung.

Maximal zulässiger Polderzufluss

Der maximale Schilfpolderzufluss darf 15,75 m³/s nicht überschreiten. Da die Einhaltung durch Retentionsmaßnahmen für seltene Hochwasserereignisse nicht gewährleistet werden kann, ist es erforderlich, unmittelbar oberhalb des Schilfpolders ein „vorgeschaltetes Abschlagsbauwerk“ (je nach Ausführung und Bauphase ggf. in der Elze und der Hunte) zu errichten. Das Bauwerk ist so zu gestalten und zu betreiben, dass der Schilfpolderzufluss auf das zulässige Maß gedrosselt werden kann. Das überschüssige Wasser ist in die Hunte und / oder in den Bornbach / Randkanal abzuleiten.

Da hohe Abflüsse mit hohen P-Konzentrationen korrelieren, erscheint aus stofflicher Sicht die Ableitung über den Bornbach - zumindest von Mitte Februar bis Mitte April - vorteilhaft.

Aus Sicht des Hochwasserschutzes ist eine Ableitung über den Bornbach kritisch zu sehen. Abschlüsse in den Bornbach / Randkanal sollten lediglich bis zur maximalen hydraulischen Leistungsfähigkeit des Bornbaches / Randkanals sowie den Hunteunterlauf erfolgen. Zur Leistungsfähigkeit des umgelegten Bornbachabschnittes sowie zum Randkanal liegen

ProAqua keine Unterlagen vor. Gemäß dem hydraulischen Modell (ProAqua 09/2010) beträgt der bordvolle Abfluss der Alten Hunte unterhalb der Einmündung des Randkanals in etwa $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Wirkung des Dümmer auf Hochwasserereignisse wird unter anderem im Untersuchungsbericht „Überarbeitung des gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebietes der Hunte im Landkreis Diepholz; Hunteabschnitt Dümmer – Reininger Graben (NLWKN Betriebsstelle Sulingen 11/2006)“ beschrieben. Eine gute Zusammenfassung zeigt Abbildung 4.10, in welcher die HQ_{100} -Abflüsse rund um den Dümmer dargestellt sind. Das HQ_{100} im Dümmerlauf ist mit $50 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben, über die Grawiede und die Lohne fließen $18 \text{ m}^3/\text{s}$ ab (der Randkanal wurde in der Untersuchung nicht explizit berücksichtigt). Im Rahmen des „Hochwasserschutzplans Hunte, Teile 1 und Teil 2 (ProAqua 09/2010)“, wurde neben diesen Abflüssen eine weitere Dümmerabgabe in die Alte Hunte (HQ_{100} von $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$) angesetzt. Im Randkanal wurde ein Abfluss von $10 \text{ m}^3/\text{s}$ angenommen.

Der Dümmer reduziert demnach den Zufluss von $50 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $23 \text{ m}^3/\text{s}$ im Ablauf (Summe der Dümmerabflüsse). Das im Dümmer zwischengespeicherte Volumen wurde mit $16,6 \text{ Mio. m}^3$ angegeben (Anfangswasserstand $37,0 \text{ mNN}$, maximaler Wasserstand $38,1 \text{ mNN}$). Diese für den Unterlauf dämpfende Wirkung sollte weiterhin genutzt werden.

Hinweis

Unter Berücksichtigung der Bornbachumleitung erscheinen die obigen Abflüsse zwar etwas hoch (vergleiche auch Kapitel 1.3), die Wirkung des Dümmer wird aber dennoch gut beschrieben.

Fazit:

Aus stofflicher Sicht sollte eine Ableitung über den Bornbach - zumindest von Mitte Februar bis Mitte April - erfolgen. Der Abschlag sollte bis zum Erreichen der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Unterlauf (Bornbach, Randkanal, Alte Hunte) erfolgen. Darüber hinaus gehende Abflüsse sollten „unbehandelt“ am Schilfpolder vorbei in den Dümmer geleitet werden.

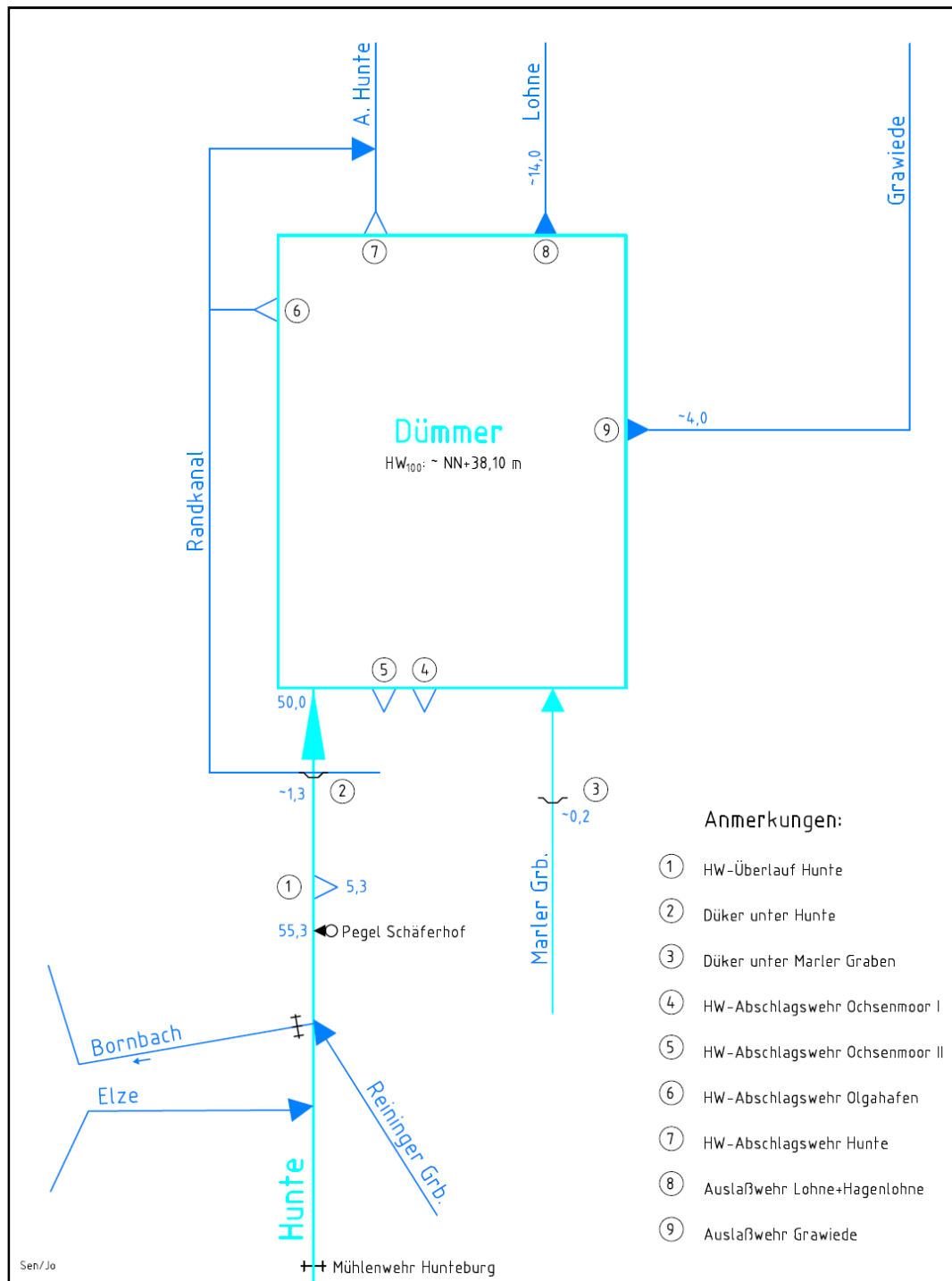


Abbildung 4.10: Abflussschema Hunte / Dümmer mit HQ₁₀₀-Abflussmengen (Quelle: NLWKN Betriebsstelle Sulingen 11/2006)

Aufenthaltsdauer

Für die Reinigungsleistung im Schilfpolder ist die Aufenthaltszeit ein wichtiger Parameter. Die Aufenthaltsdauer hängt bei konstanten Schilfpoldervolumen unmittelbar vom Zufluss ab und kann somit durch eine gezielte Ableitung und Umleitung durch ein vorgeschaltetes Abschlagsbauwerk (oberhalb des Polders) leicht und einfach beeinflusst werden.

Bei einer entsprechenden baulichen Gestaltung des Abschlagsbauwerks kann die Beschickung des Polders praktisch beliebig geregelt werden. Der Fokus liegt hier aber auf der Ableitung bei erhöhten Zuflüssen.

Durch den Abschlag wird der Abfluss in den Bornbach / Randkanal erhöht, dem Dümmers entsprechend weniger Wasser zugeführt.

Reduzierung der P-Frachten

Die stoffliche Belastung ist in den Monaten Februar bis April besonders kritisch. Ein Sanierungsziel ist die Reduzierung der Phosphatkonzentration auf maximal 50 µg P/L im Dümmerzulauf. Die Erreichung dieses Konzentrationsziels hängt von vielen Faktoren ab und kann nicht mit absoluter Sicherheit prognostiziert werden. Die Angabe einer Prognosesicherheit bzgl. der Wirkung von bestimmten Phosphorfrachten auf einen Flachsee wie den Dümmers ist schwierig. Auch aus diesem Grund schlagen Wolter & Köhler 2012 eine Realisierung in bis zu drei Bauphasen, in welchen die jeweiligen Polderflächen stets größer werden, vor. Dieses Vorgehen folgt dem Prinzip „so wenig wie möglich, soviel wie nötig“ und soll eine Überdimensionierung verhindern.

Neben der Fokussierung auf die P-Konzentration im Dümmerzulauf ist möglicherweise auch eine Reduzierung der in den Dümmers geleiteten P-Fracht von Bedeutung. Da die P-Konzentration nicht beliebig reduziert werden kann, kann eine Reduzierung durch einen Abschlag in den Bornbach / Randkanal erreicht werden.

Der Abschlag könnte als „vorgeschaltetes Abschlagsbauwerk“ oder als „nachgeschaltetes Abschlagsbauwerk“, das heißt zwischen Schilfpolderablauf und Dümmers (z.B. im Bereich des Randkanal-Dükers), realisiert werden. Im Falle des nachgeschalteten Abschlagsbauwerks würde durch den Schilfpolder gereinigtes Wasser abgeschlagen, beim vorgeschalteten das „ungereinigte“ Huntewasser.

4.2.2 Ableitung in den Mittellandkanal

Die Ausführungen zur Ableitung in den Mittellandkanal (siehe in Kapitel 3) zeigen, dass hinsichtlich der maximal zulässigen Abschlüsse oberhalb des jeweiligen Abschlages gelegenen Einzugsgebietes vollständig in den Mittellandkanal abgeleitet werden könnte.

Die Ausführungen in Kapitel 2 (Nährstoffbelastung), hier insbesondere die Abbildung 2.6 und Abbildung 2.7 zeigen, dass nach der Bornbachumleitung die Erosion im Wiehengebirge mit rund 40% zur P-Belastung beiträgt.

In Abbildung 4.11 sind die Belastungsschwerpunkte teileinzugsgebietsspezifisch dargestellt, sie liegen südlich des Mittellandkanals. Mit Ausnahme des Wehrendorfer Mühlenbaches und der Strothe können alle Teileinzugsgebiete über Bauwerke (vergleiche Kapitel 3) in den Mittellandkanal abschlagen. Die Teileinzugsgebiete mit einem Abschlag zum Mittellandkanal bedingen rund 70% der gesamten erosionsbedingten P-Immission, hinsichtlich der gesamten P-Immission entspricht dies etwa 30%.

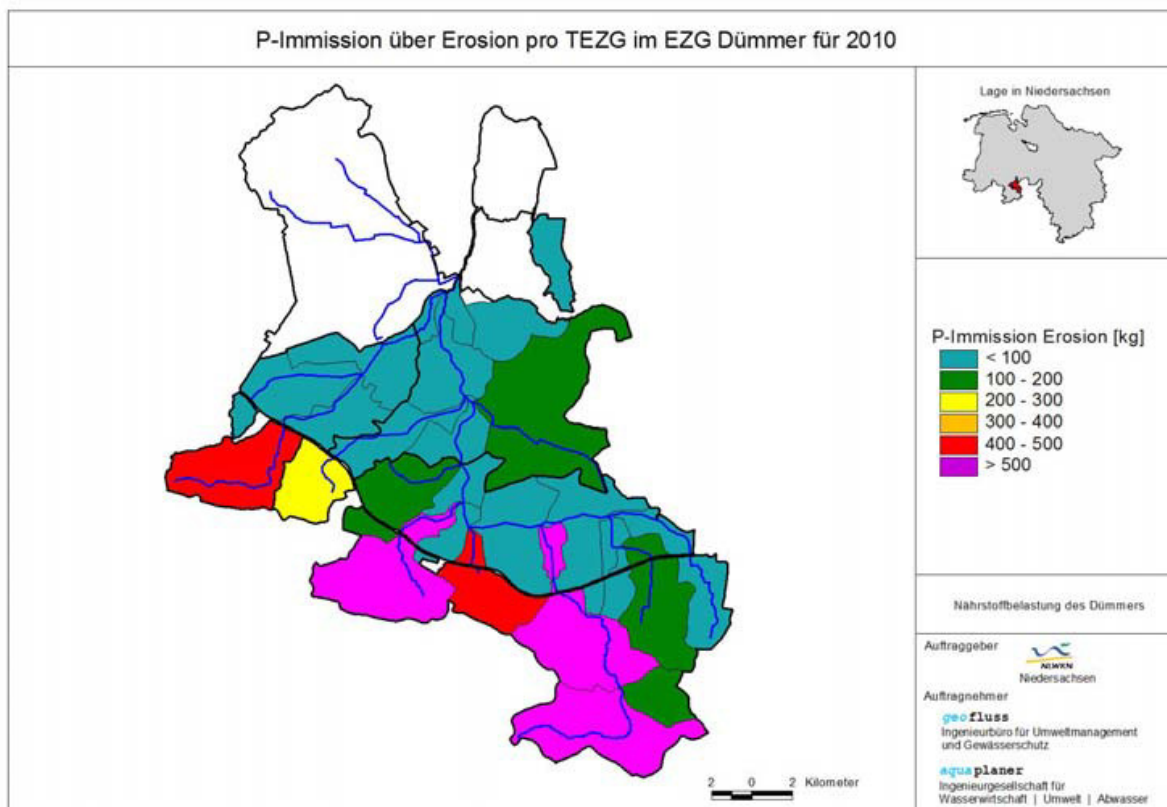


Abbildung 4.11: Belastungsschwerpunkte im EZG Dümmmer 2010: erosive P-Immissionen pro TEZG in [kg]

Da P-Einträge aus Erosion in der Regel mit Hochwasserereignissen einhergehen, können Hochwasserabschläge in den Mittellandkanal nicht nur zur Reduzierung der Abflussspitzen, sondern auch zur signifikanten Reduzierung der P-Frachten beitragen.

Bei einer „Neuordnung“ der Abschläge in den Mittellandkanal sind Ansprüche und Mindestwassermengen im Unterlauf zu berücksichtigen. Als erster Ansatz erscheint die Einhaltung der heutigen mittleren Abflüsse als „Mindestwassermenge“ zielführend. Die beschriebenen Maßnahmen / Regelungen sind in den stofflich kritischen Monaten Februar, März und April relevant. In den übrigen Monaten kann die heutige Einstellung beibehalten werden.

Maximal zulässiger Polderzufluss

Obwohl durch die Abschläge Hochwasserscheitel reduziert werden, können die Abschläge die sichere Einhaltung des maximal zulässigen Polderzuflusses nicht gewährleisten.

Aufenthaltsdauer

Zur Einhaltung der angestrebten Aufenthaltsdauer ist ein Polderzufluss von $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ bis zum 10-jährlichen Ereignis zulässig. Bei Einhaltung der Mindestwassermengen im Unterlauf würden im 10-jährlichen Lastfall bis zu $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeschlagen. Ohne weitere Maßnahmen würden dem Schilfpolder noch $20 \text{ m}^3/\text{s}$ zuströmen.

Reduzierung der P-Frachten

In Kapitel 4.2.1 wurden die Auswirkungen von Ableitungen auf die P-Frachten beschrieben. Aufgrund der höheren immissionsseitigen Belastung der Gewässer im Oberlauf ist ein Ab-

schlag in den Mittellandkanal bzgl. der P-Frachten wirksamer als ein Abschlag in den Bornbach / Randkanal.

Realisierung

Im heutigen Zustand erfolgen die Abschlüsse über feste Schwellen. Der Wasserstand im Bereich der Schwelle wird im Leckermühlenbach und Venner Mühlenbach durch ein unterwasserseitig gelegenes Bauwerk bestimmt. Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Bauwerke kann durch ein verstellbares Schütz verändert werden. Der Abschlag der Hunte erfolgt über ein Streichwehr, im Unterwasser befindet sich kein Bauwerk, das Abschlagsverhalten kann ohne bauliche Maßnahmen somit nicht verändert werden.

Um auch bei häufigeren Hochwasserereignissen eine Entlastung zu erreichen, ist es zweckmäßig, die Abschlüsse so zu gestalten, dass ein Abschlag beim Erreichen der Mindestwassermenge in den Mittellandkanal erfolgt. Auch bei darüber hinaus steigenden Zuflüssen sollte die Weiterleitungsmenge nicht wesentlich über die Mindestwassermenge ansteigen.

Bei den Abschlüssen Leckermühlenbach und Venner Mühlenbach kann dies im Prinzip durch eine Reduzierung der Schützöffnungen erreicht werden. Zur Konkretisierung sind weitere Daten und hydraulische Berechnungen erforderlich.

Zur Steuerung des Abschlags der Hunte sind bauliche Eingriffe vorzunehmen. Um den Huntequerschnitt nicht komplett zu verbauen, erscheint es sinnvoll, das Hunteprofil unterhalb des Abschlages zu verengen (z.B. Einbau von Widerlagern zur Aufnahme von Dammbalken) und gleichzeitig das heutige Streichwehr durch eine veränderbare Schwelle (z.B. Dammbalken) zu ersetzen. Auch hier ist zur Konkretisierung eine detaillierte hydraulische Betrachtung erforderlich.

Die geänderte Betriebsweisen / Umbauten sind auch mit der WSA abzustimmen.

4.3 Maßnahmenkombination

Die möglichen Maßnahmen zum Hochwasserrückhalt und zur Reduzierung der stofflichen Belastungen sind in den Kapiteln 4.1 und 4.2 beschrieben, eine Wechselwirkung wurde bisher nicht berücksichtigt. Die Wirkung der einzelnen Maßnahmen ist in Tabelle 4.3 zusammengestellt.

Tabelle 4.3 Wirkungsmatrix der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen

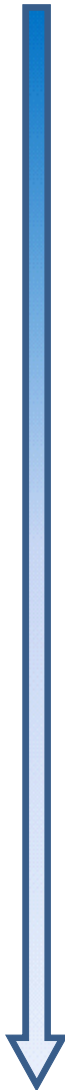
Fokus Beschreibung Relevantes Abflussspektrum		Rückhaltung und Wellendämpfung			Maßnahmen zur Ableitung / Umgehung		
		Änderung der Flächennutzung	Gewässer Renaturierung	Schaffung von Retentionsraum	Ableitung in Bornbach / Randkanal	Bypass des Polders zum Dümmers	Ableitung in Mittellandkanal
Maximal zulässiger Polderzufluss	MQ bis HQ ₁₀₀	o	o	o	++ ¹	++ ¹	o
Aufenthaltszeit im Schilfpolder	MQ bis HQ ₁₀	o	o	++	+	+	+
Reduzierung der stofflichen Fracht	MQ bis HQ ₁₀	(+)	(+)	(+)	+	(?)	+
o		Keine oder geringe Wirkung					
+		Positive Wirkung					
++		Sehr positive Wirkung					
++ ¹		Eine der Maßnahme ist zwingend erforderlich					
(+)		Positive Wirkung ist zu erwarten, wurde hier nicht berücksichtigt					
(?)		Nicht eindeutig					

Die Betrachtungen zeigen, dass mit einzelnen, isolierten Maßnahmen nicht alle Ziele erreicht werden, eine Kombination von Maßnahmen ist erforderlich.

In Tabelle 4.4 ist die empfohlene Maßnahmenkombination einschließlich Rangfolge aufgeführt. Der wichtigste Schritt ist der Schutz des Schilfpolders vor hydraulischer Überlastung. Die zweite Priorität liegt in der Umgestaltung der Abschlüsse in den Mittellandkanal. Hierdurch kann vergleichsweise einfach sowohl die stoffliche als auch die hydraulische Belastung reduziert werden. Um den Bornbach / Randkanal nicht unnötig zu belasten, wird als dritter Schritt der Ausbau von Retentionsräumen empfohlen. Durch die Abschlüsse in den Mittellandkanal ist ein wirksames Volumen von rund 2,5 Mio. m³ erforderlich. Sollten die Maßnahmen nicht ausreichen, ist es sinnvoll, auch bei kleineren Ereignissen Abschlüsse in den Bornbach / Randkanal zu leiten.

Bezüglich der Umsetzung erscheint es sinnvoll, analog zur Realisierung des Schilfpolders vorzugehen, gemäß dem Prinzip „So wenig wie möglich, so viel wie nötig“.

Tabelle 4.4 Empfohlene Maßnahmenkombination und -umsetzungsreihenfolge

Kürzel	Maßnahme	Haupt Ziel	Wechselwirkung zwischen den Maßnahmen	Rang
M1	Vorgeschaltetes Abschlagsbauwerk	Begrenzung auf maximalen Zufluss		
M2	Änderung der Abschlagscharakteristik zum Mittellandkanal	Kappung der Abflussspitzen Reduzierung der P-Frachten	Durch Reduzierung der Abflüsse ist eine Reduzierung des erforderlichen Retentionsraumes möglich (M3)	
M3	Schaffung von Retentionsräumen	Kappung von Hochwasserwellen zur Einhaltung der Aufenthaltszeiten	Durch Kappung von Hochwasserwellen muss seltener in den Bornbach / Randkanal abgeschlagen werden (M1 / M4)	
M4	Vorgeschaltetes Abschlagsbauwerk, Steuerung bzgl. Aufenthaltszeit	Einhaltung der Aufenthaltszeiten		
M5	Vor- oder nachgeschaltetes Abschlagsbauwerk, Steuerung zur Frachtreduzierung	Abschlag zur Reduzierung der P-Fracht		

Die aufgezeigten Maßnahmen beschreiben die wesentlichen Mechanismen und Anforderungen. Eine Konkretisierung der stofflichen Anforderungen und Maßnahmen einschließlich der dynamischen Prozesse ist geboten. Des Weiteren sind genaue Betrachtungen der Abschlagsbauwerke und der hydraulischen Verhältnisse in den Gewässern zwingend erforderlich. Eine noch engere Verzahnung mit den weiteren Maßnahmen zum Stoffrückhalt und zum Schilfpolder ist notwendig.

4.4 Auswirkungen auf den Dümmer

Die Bewirtschaftung des Dümmers wurde im April 2009 neu geregelt. Ein wesentlicher Aspekt war die Festlegung neuer Regelwasserstände (vergleiche Abbildung 4.12).

Der Zielwasserstand steigt von Mitte Februar bis Mitte März um 0,4 m an. Bei Ansatz der Seewasserfläche von 14,97 km² entspricht dies einem Volumen von rund 6 Mio. m³ und einem Nettospeicherzufluss von 2,3 m³/s. Unter Berücksichtigung der Mindestabgaben (Lohne und Grawiede = 0,45 m³/s) des Dümmers müssten 2,75 m³/s zufließen. Bei Ansatz einer Verdunstung im März von ca. -30 mm und einem Niederschlag von etwa +60 mm ergibt sich ein atmosphärischer Nettoeintrag von +30 mm. Dies entspricht einem mittleren Zufluss von 0,2 m³/s, der zur Erreichung der Stauziele erforderliche mittlere Dümmerzufluss ergibt sich zu 2,55 m³/s. Die Auswertungen in diesem Kapitel weisen für den März den Median mit 3,3 und den Mittelwert mit 4,0 m³/s aus.

Auch bei Anlage des Schilfpolders und den oben erwähnten Ableitungen im Hochwasserfall kann die Anhebung auf den Zielwasserstand gewährleistet werden.

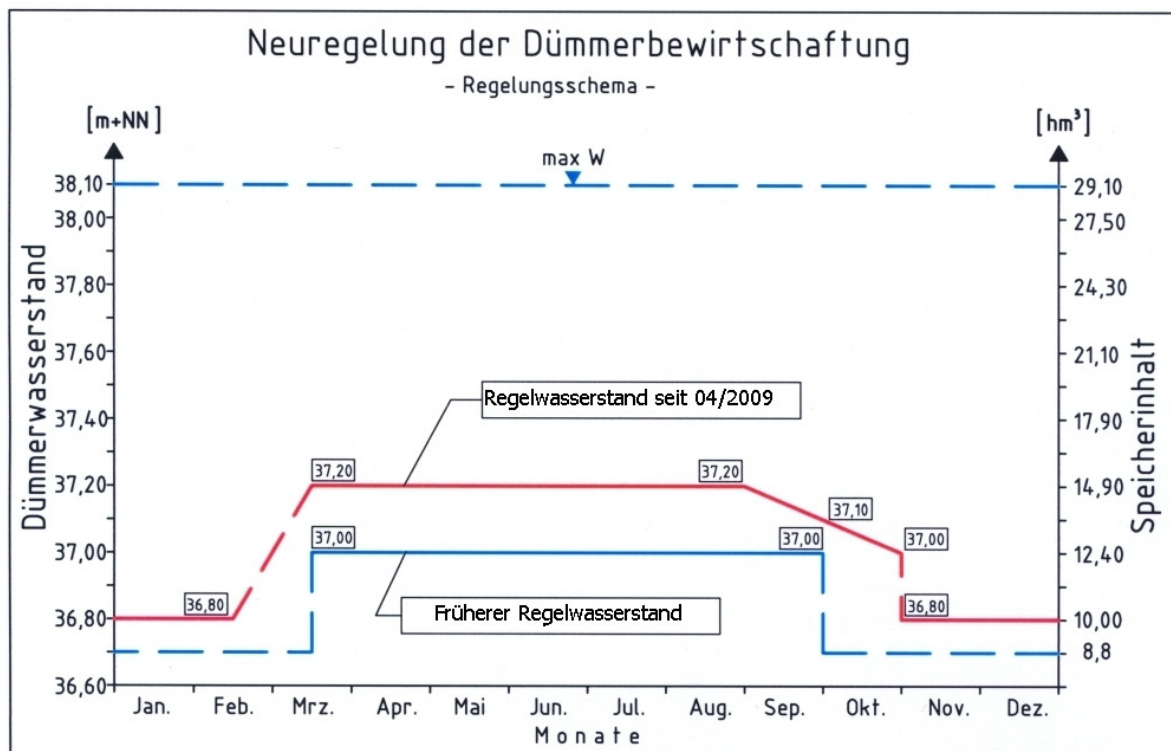


Abbildung 4.12: Zielwasserstände im Dümmer (Quelle: Neuregelung der Dümmerbewirtschaftung. Regelungsschema, Hunte Wasserverband, 2009)

Wie der vereinfachte hydraulische Längsschnitt (Abbildung 4.13) zeigt, hat der Dümmerwasserstand bei kleinen bis mittleren Abflüssen im Bereich des geplanten Polders (in etwa bei Station 135) einen signifikanten Einfluss auf die Wasserstände. Im Zuge der weiteren Konkretisierung ist in Abhängigkeit der Beschickung des Schilfpolders, der erforderlichen Abschlagsbauwerke und des Fischaufstiegs der Zielwasserstand kritisch zu prüfen und ggf. anzupassen, um beispielsweise Pumpkosten zu vermeiden / zu reduzieren.

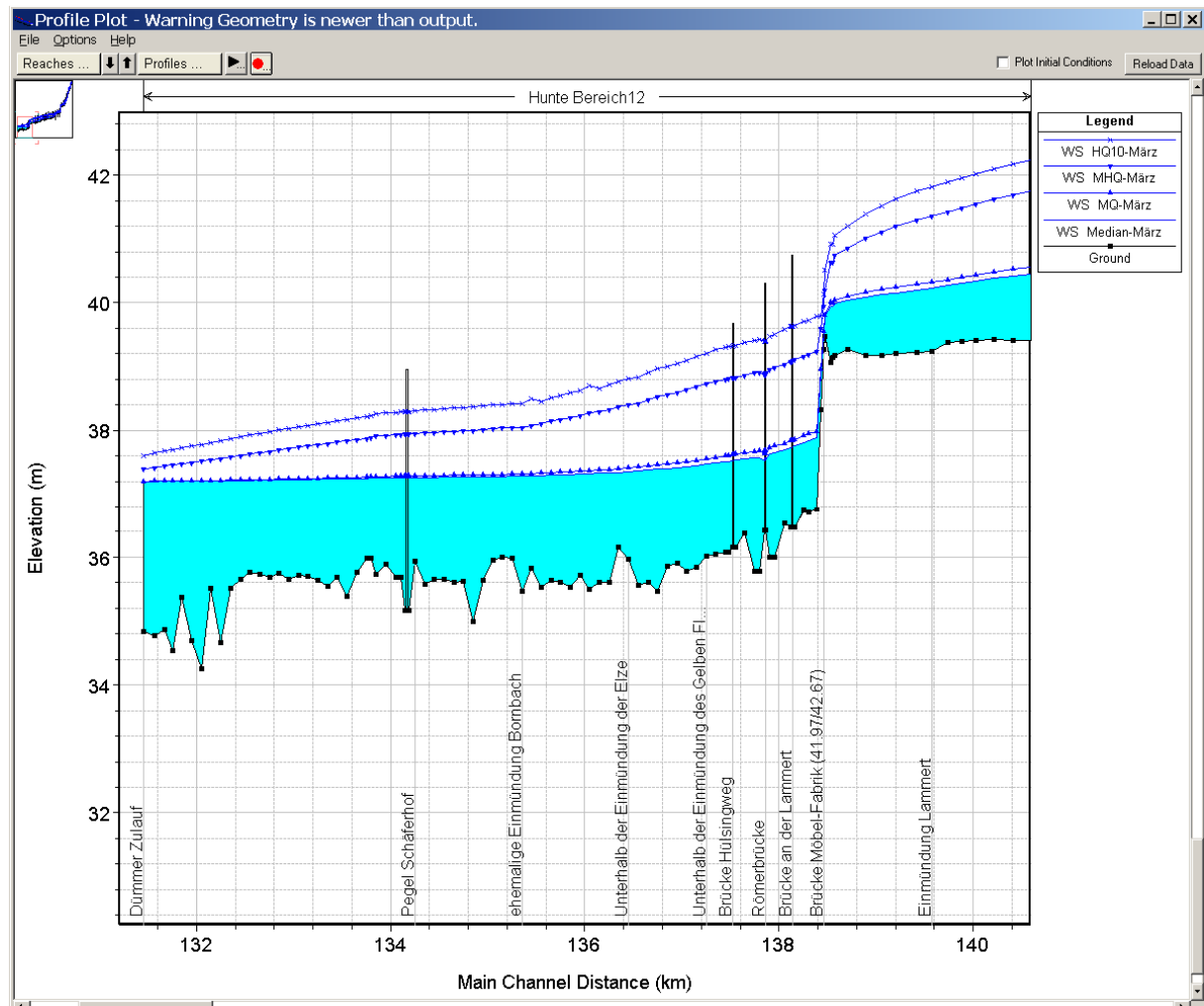


Abbildung 4.13: Vereinfachter hydraulischer Längsschnitt durch die Hunte bei MQ, MHQ und HQ₁₀

5 Zusammenfassung

Der Dümmmer ist insbesondere durch hohe Phosphateinträge kritisch belastet. Im Zuge der Studie „Limnologisches Gutachten Dümmersanierung“ (Institut für Ökologie/Limnologie der TU Berlin, August 1983, Prof. Dr. Wilhelm Ripl) wurde ein Sanierungskonzept erstellt. Die erste Stufe, die Umleitung des Bornbaches, wurde im April 2009 abgeschlossen. Die zweite Stufe, die Reduzierung der Phosphoreinträge, ist in Teilen umgesetzt, die stoffliche Belastung ist weiter zu reduzieren.

Hierzu wurde ein „16 Punkte Plan“ erstellt. Neben der Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Einträge ist die Errichtung einer zentralen Schilfpolderanlage vorgesehen. Die Planungen zur Schilfpolderanlage verlaufen parallel zu der hier vorliegenden Untersuchung im Zuge der Erstellung des „Rahmenentwurf zur Fortsetzung der Dümmersanierung“ durch Wolter & Köhler 2012.

Der Schilfpolder ist hydraulisch begrenzt belastbar, so dass begleitende wassermengenwirtschaftliche Maßnahmen zu erarbeiten sind. Da mit größer werdenden Abflüssen auch die Phosphatkonzentration im Dümmerzulauf steigt, liegt ein besonderer Fokus auf Hochwasserereignissen.

Wolter & Köhler 2012, haben den März als besonders kritischen Monat identifiziert und ermittelt, dass die Phosphorkonzentration von 50 µg im Dümmerzulauf insbesondere zwischen dem 15. März und dem 15. April nicht überschritten werden sollte.

Folgende Ziele und Vorgaben wurden zur wasserwirtschaftlichen Maßnahmenentwicklung berücksichtigt:

- a) Der Schilfpolder ist mit einer Nettogröße von 126 ha anzusetzen. Die mittleren Einstauhöhen im Polder liegen zwischen 0,7 und 1,0 m liegen.
- b) Der Fokus der Hochwasserretention liegt auf der Dämpfung und möglichst gleichmäßigen Beschickung des zentralen Schilfpolders bei Hochwasserereignissen.
- c) Hochwasserereignisse bis zu einer 10-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit sind zu berücksichtigen.
- d) Die mittlere Aufenthaltsdauer im Schilfpolder sollte auch im Hochwasserfall zwei Tage nicht unterschreiten.
- e) Schilfpolderzuflüsse, die eine Oberflächenbeschickung von 1,08 m/s überschreiten, sind immer, unabhängig von der Jährlichkeit, zu vermeiden.
- f) Reduzierung der stofflichen Belastung insbesondere im Zeitraum vom 15. Februar bis zum 15. April.

Im ersten Schritt erfolgte eine systematische Analyse und Auswertung der Grundlagendaten, insbesondere der Pegelraten und der parallel zu dieser Untersuchung verlaufenden Arbeiten zur Quantifizierung der Nährstoffeinträge und die Ausweisung der Belastungsschwerpunkte durch Scheer und Hinnerk, 2012.

Hierauf aufbauend wurden zu einem Maßnahmen mit dem Fokus auf Rückhaltung und Wellendämpfung erarbeitet, zu anderen Möglichkeiten zur Ableitung und Umgehung untersucht.

Vereinfacht kann die Zielerreichung der obigen Punkte b) bis d) an der Einhaltung der erforderlichen Aufenthaltsdauer von zwei Tagen gemessen werden, Punkt e) am maximal zulässigen Polderzufluss.

Alle Maßnahmen wurden zunächst getrennt voneinander entwickelt und ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Ziele ermittelt. Es zeigte sich, dass mit Einzelmaßnahmen nicht alle Ziele erreicht werden. Demzufolge wurde eine Maßnahmenkombination entwickelt und auch eine Rangfolge bestimmt.

Umgestaltung der Abschlänge in den Mittellandkanal.

Aufgrund der hohen stofflichen Belastung kann hierdurch sowohl die stoffliche als auch die hydraulische Belastung reduziert werden. Ein Umbau erscheint - vorbehaltlich einer Vereinbarung mit dem WSA - vergleichsweise einfach.

Schutz des Schilfpolders vor hydraulischer Überlastung.

Durch den Bau eines Abschlagsbauwerkes unmittelbar oberhalb des Polders kann der maximale Zufluss sicher begrenzt werden. Die Abschlänge sollten bis zu einem hydraulisch verkraftbaren Maß über den Bornbach / Randkanal abgeführt werden. Darüber hinaus gehende Zuflüsse sind am Polder vorbei in den Dümmer zu leiten.

Schaffung von Retentionsräumen.

Um auch 10-jährliche Hochwasserwellen im Polder effektiv behandeln zu können, sind Hochwasserwellen in zu schaffenden Retentionsräumen zu dämpfen. Ohne Abschlänge in den Mittellandkanal sind etwa 4,5 Mio. m³ zu realisieren. Durch die geplanten Abschlänge in den Mittellandkanal kann das wirksame Volumen auf rund 2,5 Mio. m³ reduziert werden. Potenzielle Standorte wurden auf Basis der Topographie, Lage zum Gewässer und der Flächennutzung ermittelt.

Ableitung in den Bornbach / Randkanal

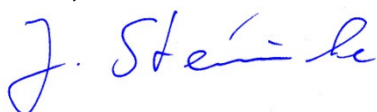
Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind viele Fragen offen und bei weitem noch nicht alle Details erarbeitet. Durch die Möglichkeit, einen Teilabfluss der Hunte in den Bornbach / Randkanal abzuleiten, entstehen viele Eingriffsoptionen. Dies ist auch vor dem Hintergrund des stufenweise geplanten Ausbaus des Schilfpolders von großer Bedeutung.

Bezüglich der Umsetzung erscheint es sinnvoll, analog zur Realisierung des Schilfpolders nach dem Prinzip „So wenig wie möglich, so viel wie nötig“ vorzugehen. Die Umsetzung des ersten Schrittes, der Umbau der Abschlänge in den Mittellandkanal sollte losgelöst eigentlichen Schilfpolderbau umgesetzt werden. Mit dem Aufbau des Schilfpolders ist der Bau eines vorgeschalteten Abschlagsbauwerkes zwingend erforderlich. Die weiteren Maßnahmen sollten sukzessive und bedarfsorientiert umgesetzt werden.

Eine Änderung der Dümmerbewirtschaftung ist gegenwärtig nicht angezeigt. Da der Wasserstand des Dümmers auch den Wasserstand am geplanten Polderstandort beeinflusst, sind die Zielwasserstände im Zuge der weiteren Planung kritisch zu betrachten.

Für den weiteren Prozess sind eine Konkretisierung der stofflichen Anforderungen und Maßnahmen einschließlich der dynamischen Prozesse geboten. Des Weiteren sind genaue Betrachtungen der Abschlagsbauwerke und der hydraulischen Verhältnisse in den Gewässern einschließlich Bornbach und Randkanal erforderlich.

Aachen, 19.10.2012



M.S. Dipl.-Ing. Joachim Steinrücke