

12 Das Einzugsgebiet der Havel

Die Havel ist, neben der Saale, mit einer Einzugsgebietsgröße von 24 096 km² (Gnevsdorfer Vorfluter) der größte deutsche Zufluss in die Elbe. Sie entspringt in der südmecklenburgischen Seenplatte und mündet nach einer Lauflänge von 325 km am Elbekilometer 438 rechtsseitig in die Elbe (Anlage 9). Auf diesem Weg überwindet sie nur einen Höhenunterschied von 41 m (Havelquelle 62,6 m N.N.; Mündung 22 m N.N.). Der bedeutendste und am Zusammenfluss in Berlin auch abflussreichere Nebenfluss der Havel ist die Spree mit einer Einzugsgebietsfläche von 10 105 km² (Tab. 12-1).

Havel 24096 km² (Gnevsdorfer Vorfluter)

Nebenfluss [> 500 km ²]	Dosse	Rheinsberger Rhin	Plane	Nuthe	Spree
EZG Größe [km ²]	1268	2190	639	1935	10105

Tab. 12-1: Havelnebenflüsse mit einer Einzugsgebietsgröße > 500 km² (Anlage 9).

12.1 Abflussverhältnisse im Havel-EZG

Das Havel-EZG liegt im Übergangsbereich vom maritim zum kontinental beeinflussten Klima der gemäßigten Breiten. Kennzeichnend ist der abflussreichste Doppelmonat Februar/März und ein sommerliches Abflussminimum bei geringer Austrocknung (Topino-Regime; MARCINEK, 1991) (Abb. 12-1). Die Havel zeigt das typische Verhalten eines Flachlandflusses mit ausgeglichener Niedrigwasserführung und langanhaltenden nicht besonders stark ausgeprägten Hochwasserwellen. Extreme Hochwasserstände treten nur im Winter auf und sind durch einen langen, flach verlaufenden Hochwasserscheitel gekennzeichnet (LUA Brandenburg, 1995). Die das Abflussverhalten der Havel prägende Wasserhaushaltskomponente ist die Verdunstung. Sie übersteigt über freien Wasserflächen den mittleren jährlichen Gebietsniederschlag, so dass nur ca. 25 % des Niederschlags zum Abfluss kommen (LUA Brandenburg, 1995, S. 14). Charakteristisch für die Gewässermorphologie der Havel sind zudem zahlreiche Durchflusseen, Flussaufweitungen und kanalisierte Abschnitte, wodurch Wasserstände und Abflüsse nachhaltig beeinflusst werden und geringe Schwankungen aufweisen (LUA Brandenburg, 1995). In der Beobachtungsreihe von 1973-1995 betrug der langjährige mittlere Abfluss der Havel an der Einmündung in die Elbe (Bezugspegel Havelberg) 108 m³/s. Am Zusammenfluss mit der

Spree (Sophienwerder) trägt die Havel (Schleuse Spandau) weniger als 30 % zur mittleren Abflussbildung bei (Tab. 12-2).

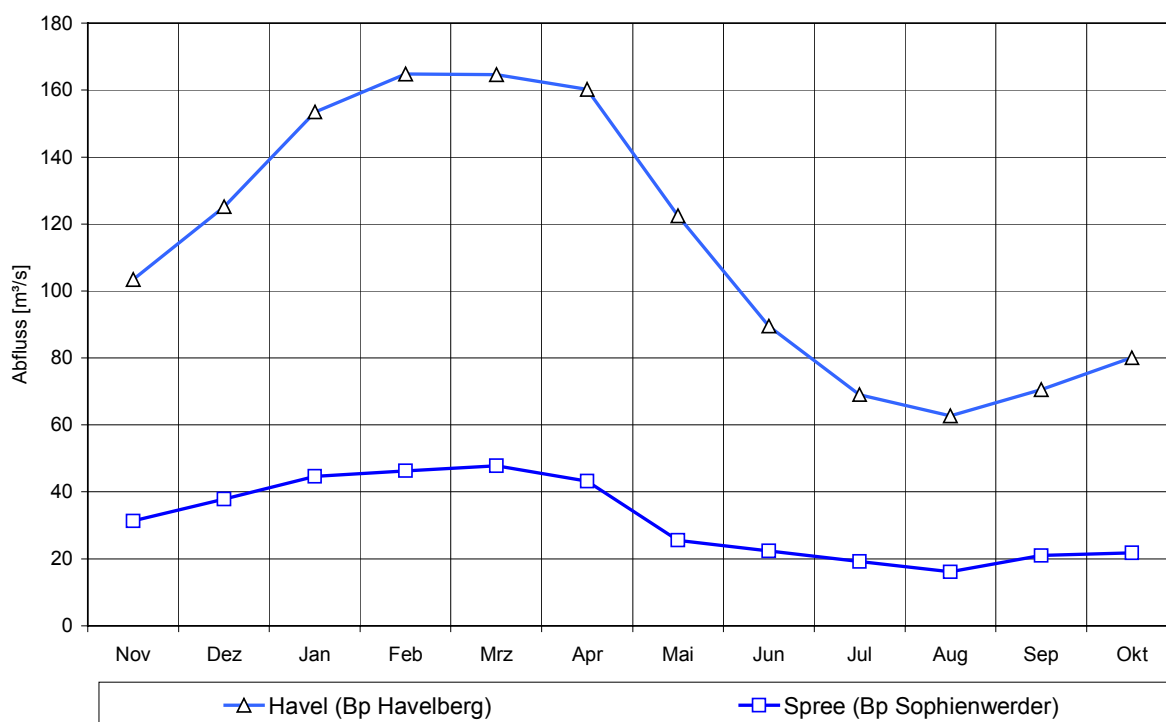


Abb. 12-1: Mittlerer langjähriger Abflussjahresgang der Havel (Bp Havelberg) und der Spree (Bp Sophienwerder).

Gewässer	Pegel	A_{EO}	Lage	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
		[km²]	[km]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Havel	Schleuse Spandau	3252	155	0,07	2,85	15,1	35,1	66,4
	Havelberg	24037	10	11,5	19,4	108	223	324
Spree	Cottbus	2269	231,5	7,48	9,76	19,2	46,3	127
	Sophienwerder	10104	0,6	1,21	7,83	38,3	96,3	134

Tab. 12-2: Hauptzahlen ausgewählter hydrologischer Pegel im Havel-EZG.

Der Wasserhaushalt der Spree wurde durch eingeleitete Sumpfungswässer des Braunkohlentagebaus über Jahrzehnte künstlich gestützt. In den 80er Jahren erreichte der Wasserzuschuss mit über 30 m³/s einen Höhepunkt. Seit der weitgehenden Stilllegung der Tagebaue zu Beginn der 90er Jahre bleibt dieses Zuschusswasser aus und Oberflächenwasser dringt in den weiträumigen Grundwasserabsenkungstrichter (Defizit 5-6 Mrd. m³ Grundwasser) im Bereich der Oberen Spree ein. Die Infiltrationsrate wird gegen Ende der 80er Jahre mit 8 m³/s angegeben (WASY, 1992b). Zudem wird im Rahmen eines großflächigen Wasserbewirtschaftungsplans Spreewasser zur Auffüllung der

Tagebaurestlöcher verwendet. Durch diese Umstellungen wurde das Wasserdargebot der Spree seit 1990 wesentlich erniedrigt, wobei eine noch weitergehende Absenkung des mittleren Jahresabflusses zu erwarten ist (Tab. 12-3).

	Zeitraum Zuschusswasser			Wegfall Zuschusswasser, Auffüllung Grundwasserabsenkungstrichter und Tagebaurestlöcher		
	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	Prognose	
					2001-05	2001-10
MQ [m³/s]	22,6	21,4	24,4	15,3	7,4	7,8

Tab. 12-3: Entwicklung und Prognose des mittleren jährlichen Abflusses in der Spree auf der Höhe von Leibsch (Quelle: FREUDE (2002), LUA Brandenburg Vortrag Fachtagung "Lebendige Spree", Cottbus).

In der Niedrigwasserperiode von April-August des Jahres 2000 traten am Pegel Sophienwerder in Berlin erstmals negative Tagesminima des Durchflusses auf, was bedeutet, daß Havelwasser in die Spree floss ("Rückwärtsfließen der Spree").

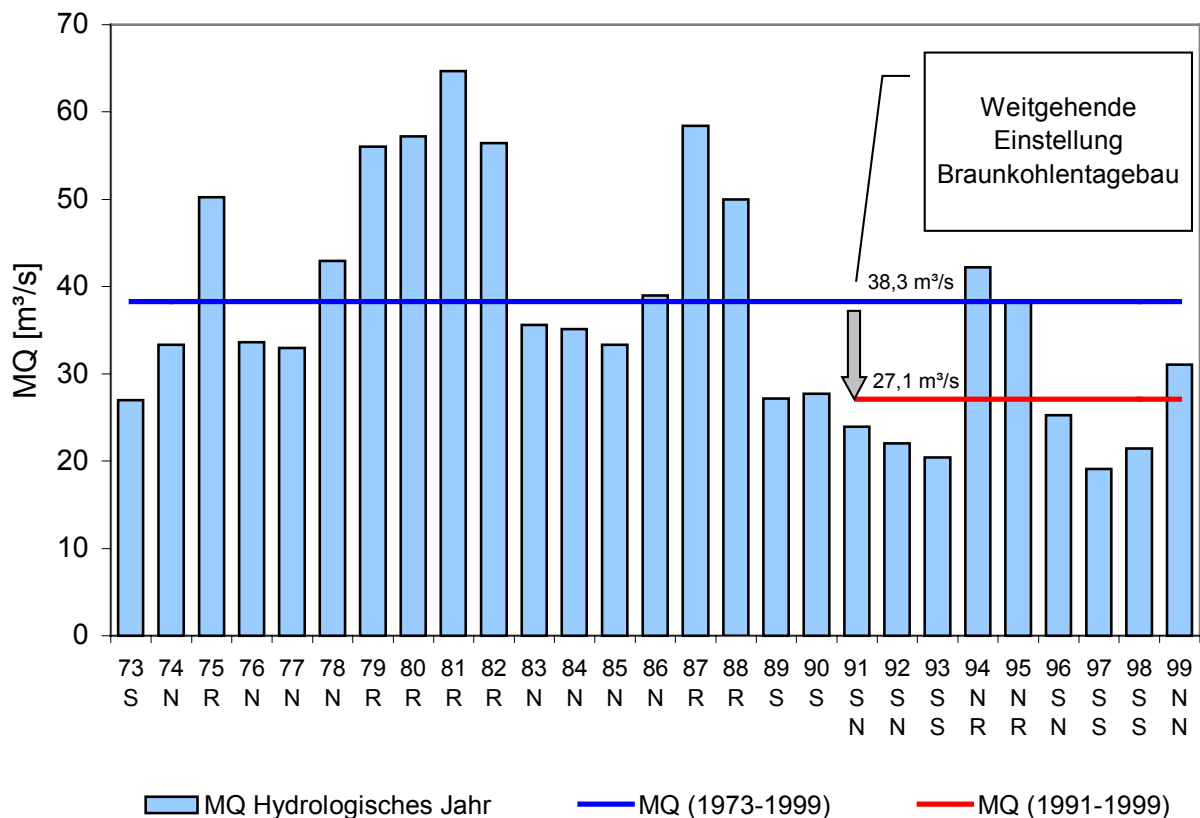


Abb. 12-2: Mittlerer jährlicher Abfluss (MQ) der Spree am Pegel Sophienwerder (Berlin) von 1973-1999. Auswirkung der Durchflussreduktion und die Einordnung der Abflussjahre für den Gesamtzeitraum und die Zeit ab 1990 (S=abflussarm, N=mittleres Abflussjahr, R=abflussreich unter Angabe des prozentualen Verhältnisses von $MQ_{\text{Messjahr}}/MQ_{\text{langjährig}}$ in Prozent).

Aufgrund dieser Entwicklung kann nicht der langjährige mittlere Abfluss der Spree bzw. der Havel zur Einordnung der Abflussjahre herangezogen werden, sondern der mittlere Abfluss im Zeitraum von 1990 – 1999 (Abb. 12-2). Unter dem Vorbehalt der statistischen Ungenauigkeit beträgt dieser in der Spree am Bezugspegel Sophienwerder $27,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ($MQ_{1973-99} 38,3 \text{ m}^3/\text{s}$) und an der Havel am Bezugspegel Havelberg $86,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ($MQ_{1973-99} 108 \text{ m}^3/\text{s}$). Da die Havel oberhalb der Spreemündung nicht von den Eingriffen in den Wasserhaushalt betroffen ist, wurde für die Schleuse Spandau der langjährige MQ beibehalten.

Gewässer	Pegel	Abflussarme Jahre	Mittlere Abflussjahre	Abflussreiche Jahre
		$MQ_{M,J}/MQ < 80 \%$	$MQ_{M,J}/MQ 80 - 120 \%$	$MQ_{M,J}/MQ > 120 \%$
Havel	Schleuse Spandau	1991 (73) 1996 (65) 1997 (63) 1998 (76) 1999 (78)	1992 (93) 1993 (108)	1994 (180) 1995 (121)
Havel	Havelberg	1992 (75) 1997 (78)	1991 (89) 1993 (96) 1996 (100) 1998 (85) 1999 (108)	1994 (160) 1995 (139)
Spree	Sophienwerder	1993 (75) 1997 (71) 1998 (79)	1991 (88) 1992 (81) 1996 (93) 1999 (115)	1994 (156) 1995 (141)

Tab. 12-4: Einordnung der Abflussjahre im Beobachtungszeitraum von 1990 bis 1999 gemessen am Verhältnis des mittleren Abflusses 1990-1999 zum MQ des Messjahres in [%].

Bezogen auf den langjährigen mittleren Abfluss sind die Abflussverhältnisse in der Spree und der Havel unterhalb der Schleuse Spandau in den 90er Jahren durch die ausbleibenden Sumpfungswässer des Braunkohlentagebaus fast ausschließlich als abflussarm zu bezeichnen (Abb. 12-2). Durch die Neuberechnung ergibt sich dagegen ein differenzierteres Bild, dass mit dem hydrologischen Geschehen in den anderen Nebenflussgebieten der Elbe vergleichbarer ist. Demzufolge sind die Abflussjahre 1994 und 1995 auch im Spree-Havel-Gebiet als abflussreich zu charakterisieren. Der Beginn und das Ende der Dekade ist eher durch abflussärmere bzw. mittlere Verhältnisse gekennzeichnet (Abb. 12-2, Abb. 12-3, Tab. 12-4).

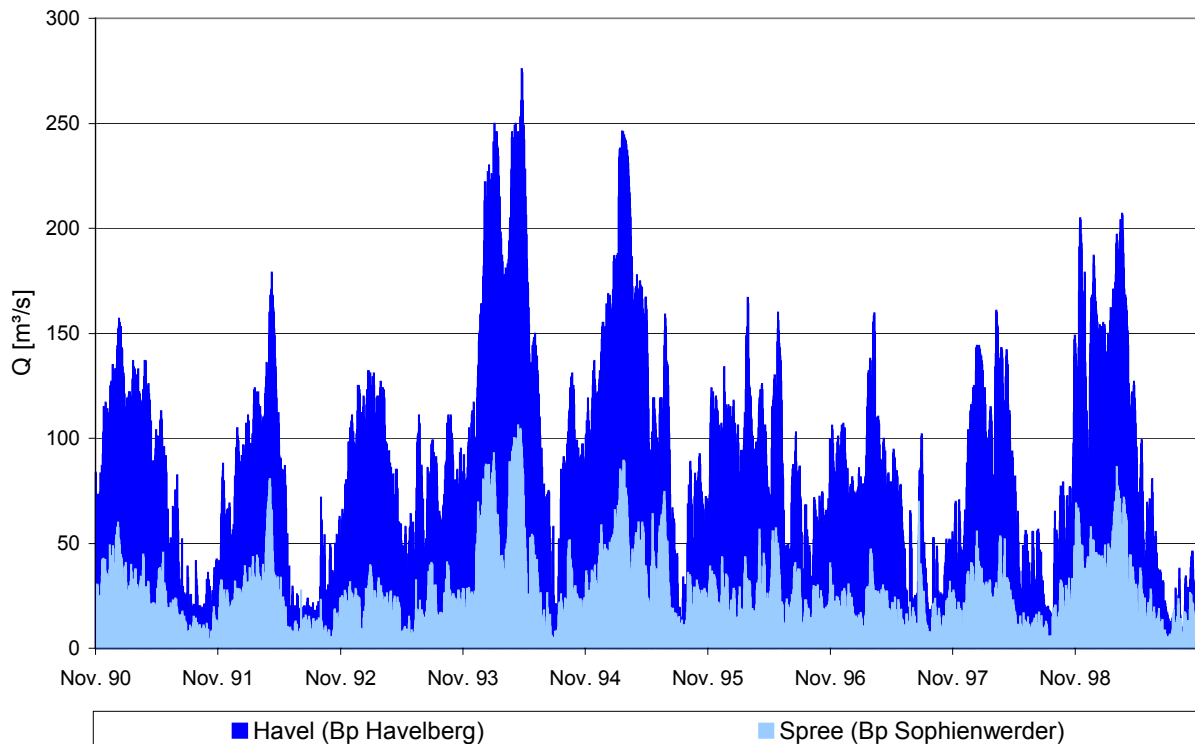


Abb. 12-3: Das Abflussgeschehen im Beobachtungszeitraum von 1990 bis 1999 in der Havel und der Spree bezogen auf den angegebenen Bezugspegel.

12.2 Entwicklung der Gewässergüte im Beobachtungszeitraum

Das geringe Gefälles der **Havel** (Anlage 9), die zahlreichen Flussaufweitungen und Durchflusseseen sowie das Fehlen von Frühjahrshochwässern begünstigen eine hohe Primärproduktion in der Havel. Durch den Abbau der autochthon gebildeten organischen Substanz wird der Sauerstoffhaushalt stark beansprucht, so dass gerade im Sommerhalbjahr, wenn die Durchflussrate durch Aufstau und hoher Verdunstung gegen Null tendiert, reduzierende Bedingungen am Wasser-Sediment-Kontakt auftreten und verstärkte Nährstofffreisetzungen aus dem Sediment stattfinden. Aufgrund dieser hohen Sekundärbelastung wird die Havel im Berliner Stadtgebiet der Güteklasse III (stark verschmutzt) und in den übrigen Abschnitten der Güteklasse II-III (kritisch belastet) zugeordnet (LAWA 2002). In den 90er Jahren mündete die Havel mit dieser Belastungsstufe in die Elbe (MUNL Sachsen-Anhalt, 1991; STAU Magdeburg, 1991; LAU Sachsen-Anhalt 1998). Die mit Hilfe des Modells MONERIS durchgeführte Nährstoffbilanzierung im Havel-EZG (BEHRENDT et. al. 1999a und b) zeigt eine deutliche Reduktion der Phosphoreinträge um 69 % und der Stickstoffeinträge um 36 % im Vergleich der Zeiträume 1983-87 und 1993-97.

Aufgrund der dichten Besiedlung und der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung ist die **Spree** (Anlage 9) bereits in ihrem Oberlauf bis zur TS Bautzen hohen Stoffeinträgen ausgesetzt, die einen Wechsel zwischen kritischer Belastung und sehr starker Verschmutzung (LAWA GK II-III bis GK III-IV) verursachen. Dieser Zustand wurde auch durch das Selbstreinigungspotential der TS Bautzen nicht verbessert, so dass die Güteklasse II-III bis zur Landesgrenze nach Brandenburg erhalten blieb (SLfUG 1997b, 1997c; SCHÖNFELDER et. al., 2002). Im Jahr 2000 konnte jedoch erstmalig eine Verbesserung der Gewässerqualität in diesem Flussabschnitt festgestellt werden (LAWA-GK II; LAWA, 2002). Seit 1996 hat sich durch eutrophierungshemmende Maßnahmen in der TS Spremberg, Kläranlagenneubau in Cottbus sowie durch Renaturierungsmaßnahmen auch die Gewässerbelastung auf brandenburgischem Gebiet verringert, so dass die Spree bis Leibsch der GK II zugeordnet werden konnte (LAWA, 2002; SCHÖNFELDER J. et. al., 2002). Ab Leibsch ist die Spree aus Gründen der Schiffbarkeit ausgebaut und staureguliert und durchfließt zudem den Neuendorfer und den Schwielochsee, wodurch sich eine hohe Sekundärbelastung durch den Abbau der Algenbiomasse ergibt. Im Großraum Berlin treten zusätzliche Gewässerbelastungen durch zahlreiche Einläufe der Trenn- und Mischwasserkanalisation auf. Die Spree ist daher auf diesem langen Gewässerabschnitt bis zur Einmündung in die Havel "kritisch belastet" (LAWA-GK II-III). Eine Ausnahme bildet nur die freifließende Müggelspree zwischen dem Wehr Große Tränke und dem Müggelsee, die der Güteklasse II (mäßig belastet) zugeordnet werden konnte (LAWA, 2002; SCHÖNFELDER J. et. al., 2002).

12.3 Schwebstoffhaushalt der Gewässer im Havel-EZG

12.3.1 Schwebstoffmessstellen

Der Parameter "abfiltrierbarer Stoff" wird im Havel-EZG entsprechend der Zuständigkeit im Rahmen der jeweiligen Ländermessprogramme erhoben. Die Messergebnisse liegen sowohl für unterschiedliche Beobachtungszeiträume als auch in abweichender Messfrequenz vor (Band 2, Anhang C und F).

Gewässer	Messstelle	Fluß- km	Beobachtungs- zeitraum		Anzahl Messwerte/a	Bezugspegel	Zuständigkeit
Havel	Toppel	7	01.1992	12.1999	22 - 26	Havelberg	LAU Halle
Havel	Havelberg	10	01.1996	12.1999	22 - 26	Havelberg	LUA Brandenburg
Havel	Brandenburg	100	03.1993	12.1999	27 - 47	Ketzin	LUA Brandenburg
Havel	Alt Töplitz	128	03.1993	12.1999	27 - 48	Caputh	LUA Brandenburg
Havel	Humboldt- brücke	148	01.1976	12.1999	27 - 53	Caputh/ Babelsberg	LUA Brandenburg
Havel	Schleuse Spandau	155	03.1973	12.1999	9 - 13	Tiefw./ Sophienw.	StadtUm-Berlin, ITOX
Havel	Hennigsdorf	168	03.1993	12.1999	27 - 46	Borgsdorf	LUA Brandenburg
Spree	Sophienwerder	0,6	03.1973	11.1999	8 - 13	Sophienwerder	StadtUm-Berlin, ITOX
Spree	Baumschulen- weg	23	01.1975	10.1999	12 - 51	Mühlendamm	StadtUm-Berlin, ITOX
Spree	Neuzittau	45	05.1993	10.1999	11 - 41	Grosse Tränke	LUA Brandenburg
Spree	Beeskow	119,9	05.1993	11.1996 (1999)	20	Beeskow	LUA Brandenburg
Spree	Leibsch	160,8	01.1989	11.1996 (1999)	21	Leibsch	LUA Brandenburg
Spree	Hartmannsdorf	175	01.1989	11.1996 (1999)	22	Lübben	LUA Brandenburg
Spree	Lübben	177,8	01.1989	11.1996 (1998-99)	4 - 21	Lübben	LUA Brandenburg
Spree	Burg Spreewald	210,1	01.1989	11.1996 (1999)	3 - 22	Schmogrow	LUA Brandenburg
Spree	Cottbus	231,5	01.1989	08.1999	10 - 25	Sandower Brücke	LUA Brandenburg
Spree	Spremberg Süd	259,6	11.1989	08.1999	11 - 23	Spremberg	LUA Brandenburg
Teltow- kanal	Nathanbrücke	k.A.	04.1971	11.1999	10 - 24	Kleinmachnow	StadtUm-Berlin, ITOX
Tegeler Fliess	Blankenberg Ch.	k.A.	05.1991	11.1999	11 - 20	St.Joseph Steg	StadtUm-Berlin, ITOX
Landwehr- kanal	oh Dovebr.	k.A.	03.1973	11.1999	10 - 13	Unterschleuse	StadtUm-Berlin, ITOX

Tab. 12-5: Ausgewählte Gütemessstellen im Havel-EZG, an denen Schwebstofffrachten bestimmt werden konnten. Vollständige Auflistung der recherchierten Messstellen siehe Band 2-Anhang C und F.

Insgesamt konnten 102 Messstellen im Einzugsgebiet recherchiert werden, von denen 44 relevante Messstellen für die Betrachtung des Schwebstoffhaushalts ausgewählt wurden (Anlage 9, Band 2, Anhang F). Für die Quantifizierung von Schwebstofffrachten waren 20 Messstellen geeignet (Tab. 12-5).

12.3.2 Schwebstoffkonzentration

12.3.2.1 Spree

Der über die 90er Jahre gemittelte Schwebstofflängsschnitt der Spree (Abb. 12-4) spiegelt sowohl den hydromorphologischen Charakter des Gewässers als auch die anthropogene Einflussnahme wieder. Er zeigt einen weitgehend ähnlichen Längsverlauf wie der von BEHRENDT (2002, S. 77) vorgestellte Trend der Gesamtphosphatbelastung (Median) in der Spree. Der Abschnitt zwischen den Messstellen Zerre und Bühlow (oberhalb Stausee Spremberg), der noch zur Oberen Spree zählt, ist durch höhere winterliche Schwebstoffgehalte charakterisiert. Dies ist zum einen auf eingeleitete Grubenabwässer als auch auf Erosionsprozesse im EZG zurückzuführen. Die Schwebstoffgehalte liegen in diesem Abschnitt in der Regel zwischen 10 und 20 mg/l.

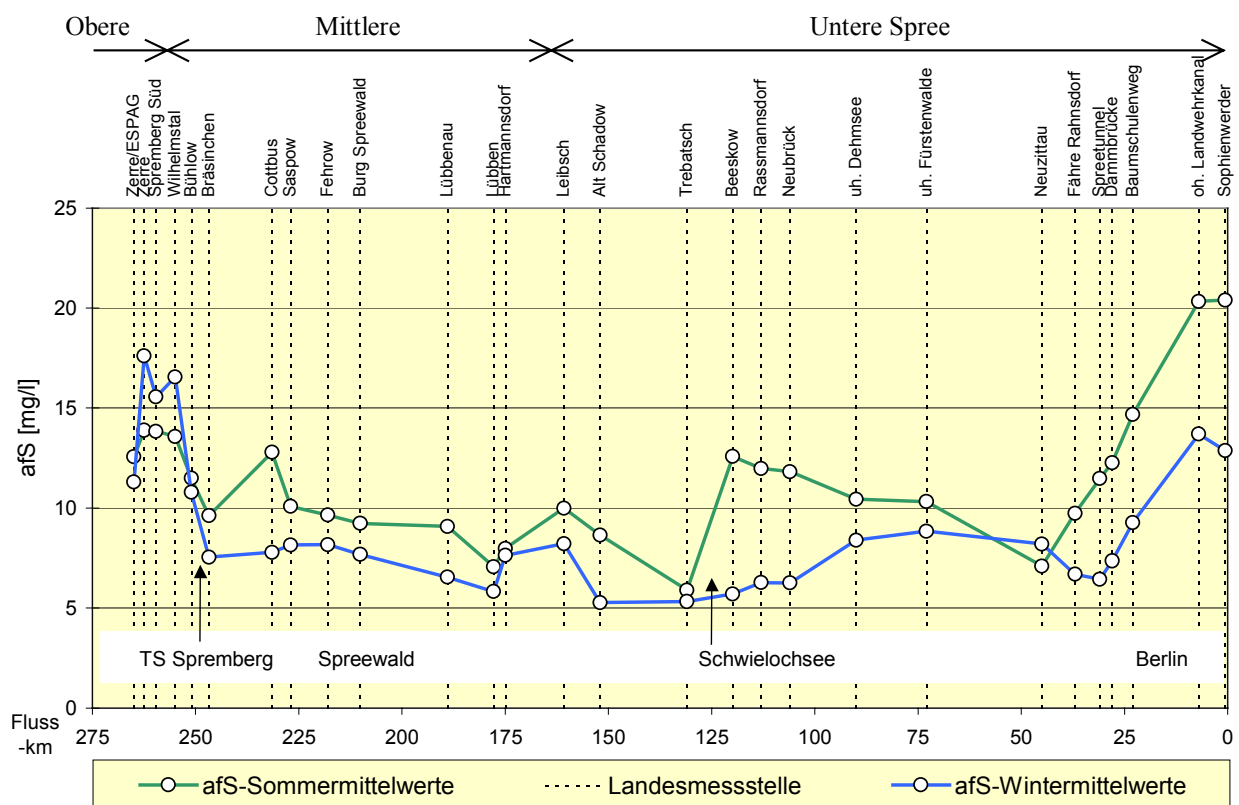


Abb. 12-4: Schwebstofflängsschnitt der Spree getrennt nach Sommer- und Winterhalbjahr für den jeweiligen Beobachtungszeitraum an den angegebenen Messstellen (Band 2, Anhang F).

Der beginnende Konzentrationsrückgang zwischen Wilhelmstal und Bühlow (Abb. 12-4) kann vermutlich auf die mit der Oxidation der Fe(II)- zu Fe(III)-Verbindungen einhergehende Fällung von Partikeln zurückgeführt werden. Die Partikelretention wird durch die Talsperre Spremberg zwischen Bühlow und Bräsinchen verstärkt. Der abnehmende Trend zwischen Fehrow und Lübben kann in Beziehung mit den zahlreichen Stromspaltungen im Spreewaldgebiet gesetzt werden. Der steile Anstieg der mittleren sommerlichen Konzentration unterhalb von Trebatsch ist auf die hohe Nährstoffbelastung und der daraus resultierenden Planktonproduktion in dem von der Spree durchflossenen Schwielochsees zurückzuführen (Abb. 12-4). Die Mittlere und Untere Spree ist bis auf die weitgehend naturnahe Fließstrecke der Müggelspree (Messstelle Neu Zittau) durch höhere sommerliche Schwebstoffgehalte gekennzeichnet. Oberhalb des Großraums Berlin werden an den verschiedenen Messstellen üblicherweise (50-80% der Messtage) Schwebstoffkonzentrationen < 10 mg/l bestimmt, während die zahlreichen Einläufe der Trenn- und Mischwasserkanalisation und die Einmündung der Dahme im Großraum Berlin zu einem deutlichen Anstieg der Schwebstoffkonzentration führen, der nun auch das Winterhalbjahr betrifft. An 2/3 der Messtage liegt die Konzentration hier über 10 mg/l. Die hohe Nährstoffbelastung und die geringe Fließgeschwindigkeit der Spree bewirken einen deutlich von der Bioproduktivität abhängigen Schwebstoffjahresgang mit höheren sommerlichen Konzentrationen (Abb. 12-4, Abb. 12-7). Den direkten Zusammenhang zwischen Schwebstoffkonzentration und Chlorophyll-a Gehalt bzw. Wassertemperatur konnten GNAUCK et. al. (1997 und 1998) für verschiedene Messstellen im Berliner Stadtgebiet nachweisen (Abb. 12-7).

12.3.2.2 Verhältnis der Schwebstoffgehalte von Havel und Spree am Zusammenfluss

Die mittlere Schwebstoffkonzentration der Spree weist seit dem Beginn der 90er Jahre an ihrer Einmündung in die schwebstoffärmere Havel eine deutliche Abnahme auf, welche auf die zurückgehende Nährstoffbelastung und der daraus resultierenden Schwebstoffreduktion im Sommerhalbjahr zurückzuführen ist (Abb. 12-5).

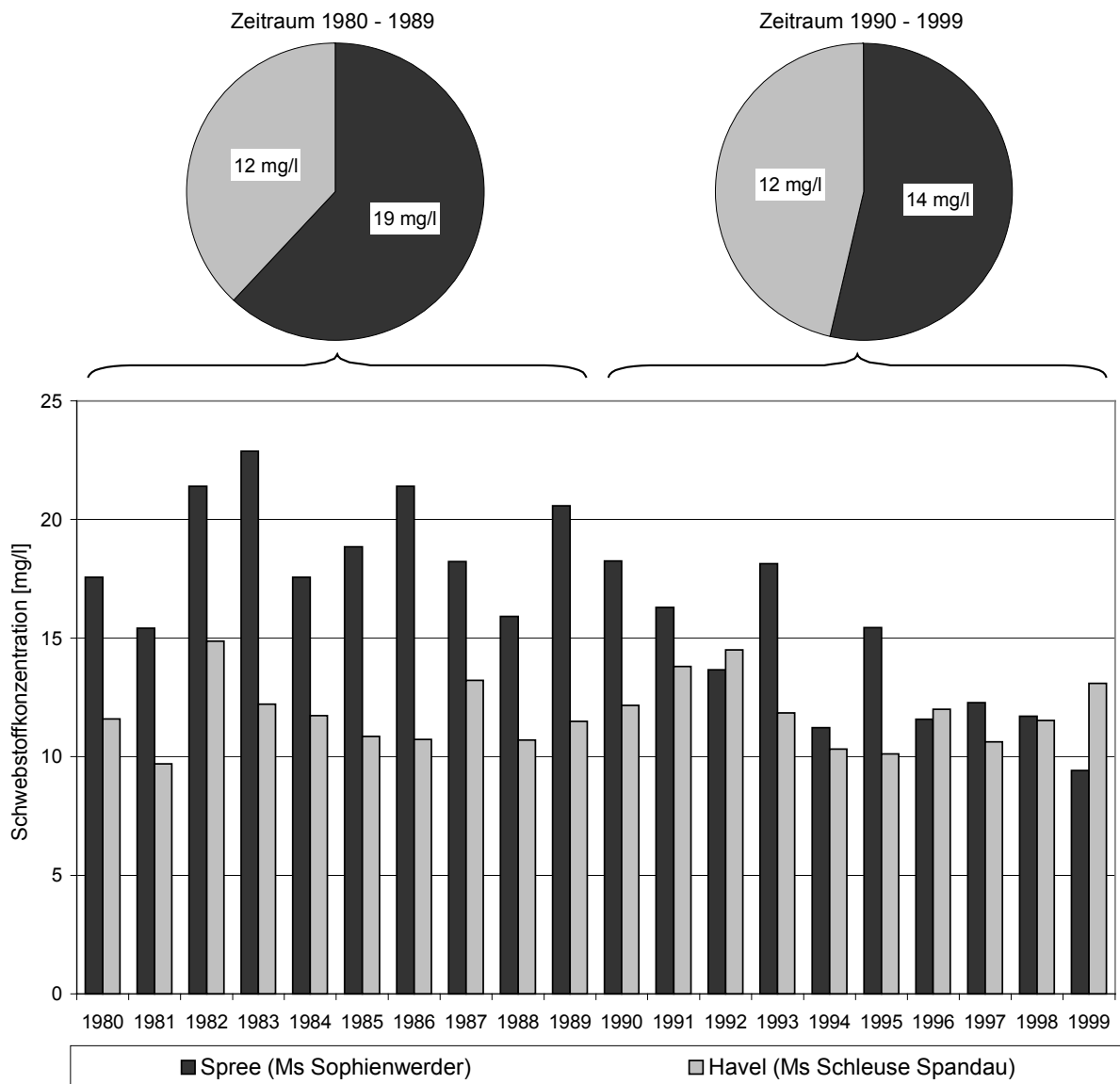


Abb. 12-5: Vergleich der Jahresmittelwerte der Schwebstoffkonzentration am Zusammenfluss von Spree (Messstelle Sophienwerder) und Havel (Messstelle Schleuse Spandau) von 1980 bis 1999.

12.3.2.3 Havel

Der hydromorphologische Charakter der Havel begünstigt eine hohe Primärproduktion in dem nährstoffbelasteten Gewässer (Kapitel 12.2), so dass nicht das Abflussverhalten sondern die Jahresdynamik der Planktonentwicklung prägend für den Schwebstoffhaushalt des Tieflandflusses ist (Abb. 12-7). Dies äußert sich in generell niedrigen Schwebstoffgehalten im Winterhalbjahr, die im Frühjahr (März-Mai, Abb. 12-7) durch die Vermehrung des Phytoplanktons ansteigen (Frühjahrsmaximum). Im Frühsommer werden die Primärproduzenten durch den Fraßdruck des sich entwickelnden Zooplanktons, den Nährstoffentzug und die Lichtlimitierung soweit dezimiert, dass sich die Sichttiefe des Gewässers verbessert (Klarwasserstadium) und demzufolge auch der Schwebstoffgehalt absinkt (Abb. 12-7). Im Sommer und im Herbst treten vor allem faden- und kettenförmige Algen auf, die vom Zooplankton nicht inkorporiert werden können und ein zweites Maximum der Phytoplanktonentwicklung bzw. des Schwebstoffgehaltes verursachen (SCHWOERBEL, 1999) (Abb. 12-7). Diese biologischen Prozesse sind so eng mit dem Schwebstoffhaushalt der Havel verbunden, dass an den Messstellen im Potsdamer Havelgebiet, die in längeren Messreihen vorliegende Secchi-Sichttiefe genutzt werden konnte, um den Schwebstoffgehalt des Gewässers rückwirkend zu berechnen (LUA Brandenburg, 1995).

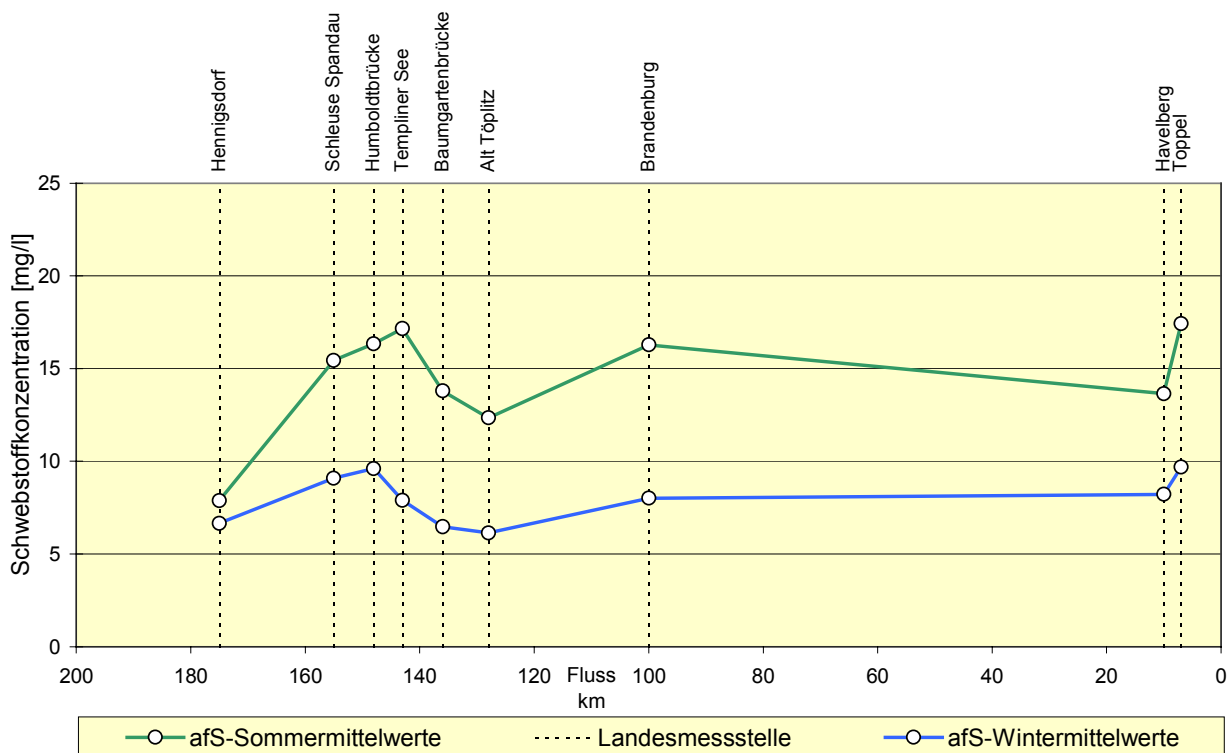
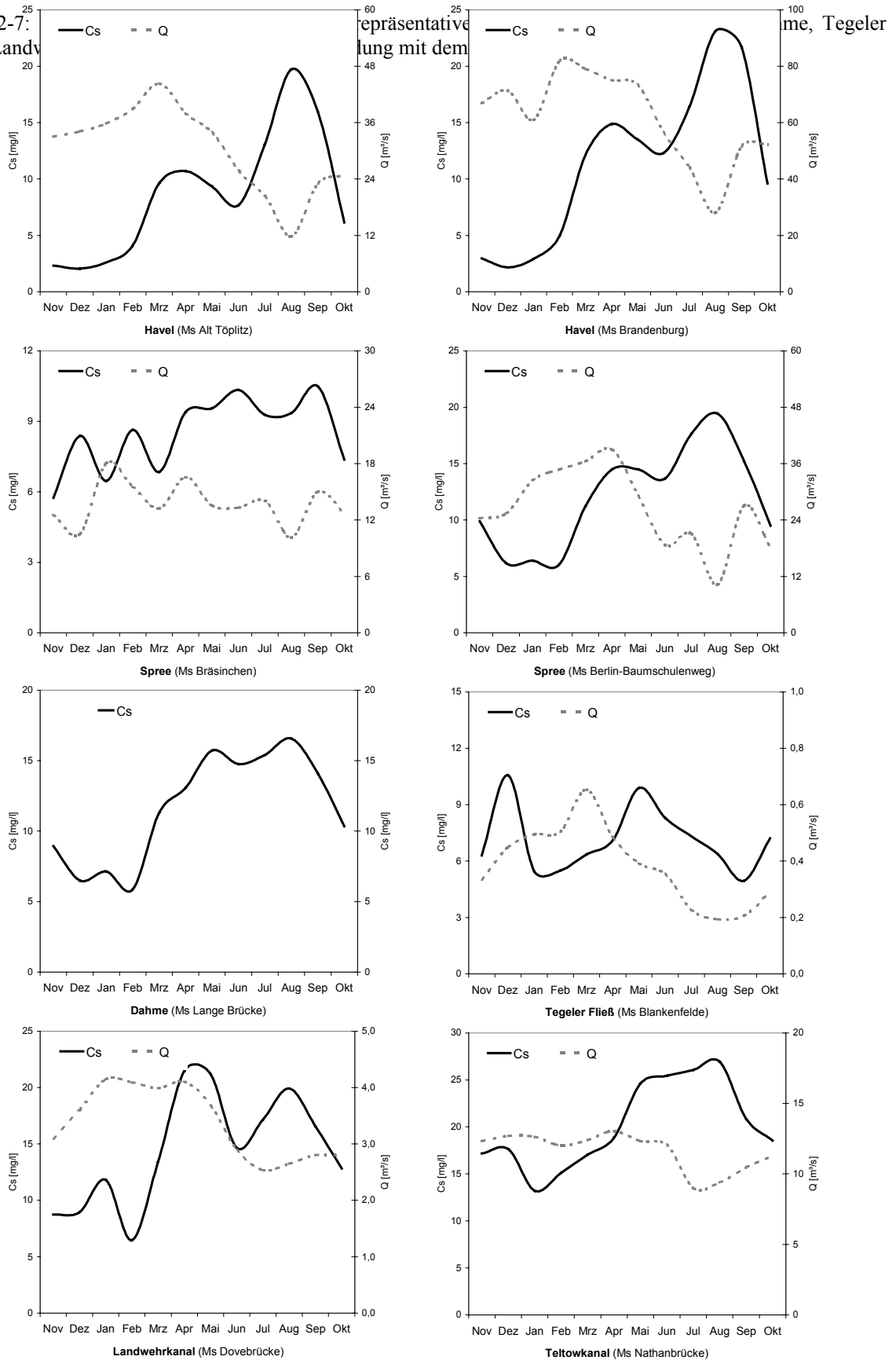


Abb. 12-6: Schwebstofflängsschnitt der Havel getrennt nach Sommer- und Winterhalbjahr für den jeweiligen Beobachtungszeitraum an den angegebenen Messstellen (Band 2, Anhang F).

Abb. 12-7:
Fließ, Landw



Die Schwebstoffgehalte in der Havel sind daher grundsätzlich im Sommer höher als im Winter (Abb. 12-6). Im Längsschnitt unterliegen sie nur geringen Variationen. Auffällig ist in erster Linie der Anstieg der mittleren Schwebstoffkonzentration im Stadtgebiet von Berlin zwischen den Messstellen Hennigsdorf und Schleuse Spandau, was auf die Nähr- und Schadstoffbelastung im Stadtgebiet zurückzuführen sein dürfte. Im Verlauf der 90er Jahre ist an allen untersuchten Havelmessstellen ein abnehmender Trend der Schwebstoffbelastung zu verzeichnen (Zeitreihenanalyse), was auf die Betriebsstillegungen in Industrie und Landwirtschaft als auch auf abwassertechnische Maßnahmen zurückzuführen ist. So traten im Bereich der Havelmündung (Messstelle Toppel) noch zu Beginn der 90er Jahre hohe Jahresmittelwerte der Schwebstoffkonzentration auf, die jedoch einer fast kontinuierlichen Abnahme unterliegen (Tab. 12-6).

Hydrologisches Jahr	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Jahresmittelwert afS [mg/l]	20,9	17,6	14,8	15,0	11,3	10,3	9,6	10,0

Tab. 12-6: Jahresmittelwerte der Schwebstoffkonzentration (afS) in der Havel an der mündungsnächsten Messstelle Toppel von 1992 – 1999.

12.3.3 Schwebstofffracht

Für die Abschätzung von Schwebstoffjahresfrachten konnten 10 Messstellen an der Spree und 7 Messstellen an der Havel genutzt werden (Tab. 12-5). Detaillierte Angaben zur Variabilität der Schwebstofftagesfrachten, zu den angewandten Berechnungsmethoden sowie zu den weiteren quantifizierbaren Messstellen am Landwehrkanal, Teltowkanal und Tegeler Fließ sind in Band 2-Anhang F und H dargestellt.

12.3.3.1 Spree

Aus dem anhand der verschiedenen Frachtberechnungsmethoden geschätzten Schwebstofffrachtlängsschnitt der Spree wird deutlich, dass unabhängig vom Abflussjahr Diskontinuitäten im flussabwärts gerichteten Stofftransport auftreten (Abb. 12-8). Des Weiteren werden die Schwebstofffrachten im wesentlichen durch die Höhe der Schwebstoffkonzentration und weniger durch das Abflussgeschehen bestimmt. Aus diesem Grund sind analog zu dem Konzentrationslängsschnitt auch die sommerlichen Schwebstofffrachten unterhalb der Talsperre Spremberg bis zur Mündung in die Havel höher als die Frachten des Winterhalbjahres.

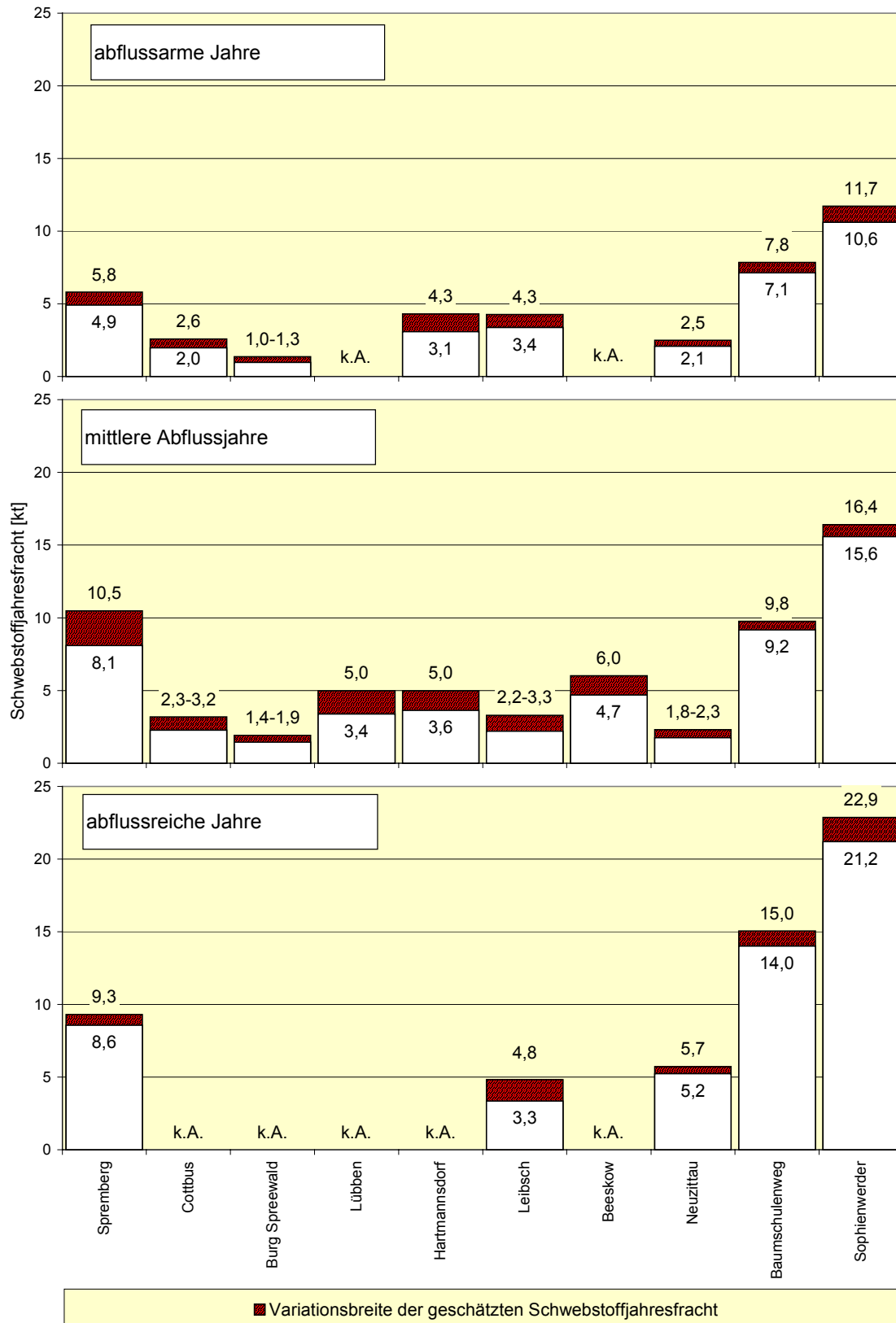


Abb. 12-8: Variationsbreite der geschätzten Schwebstoffjahresfrachten im Längsschnitt der Spree in Abhängigkeit von der Höhe des mittleren jährlichen Abflusses im vollständigen Beobachtungszeitraum (Tab. 12-5) an den jeweiligen Messstellen.

Nach HOELZMANN et. al. (1997 und 1998) tritt bereits im oberhalb der Messstelle Spremberg gelegenen Talsperrensystem Bautzen ein erheblicher Feststoffrückhalt auf, der

auch für die Talsperre Spremberg nachweisbar ist (Abb. 12-8). Demnach konnten in der Vorsperre Oehna (Talsperre Bautzen) hohe Sedimentationsraten von 12 bis 38,5 cm/a und in der Vorsperre Bühlow (Talsperre Spremberg) von 50 cm/a festgestellt werden, die regelmäßige Baggerungen notwendig machen. Die geschätzten Jahresfrachten zeigen auch noch unterhalb der Talsperre Spremberg eine abnehmende Tendenz, was auf die Partikelretention im Spreewald zurückzuführen sein dürfte. Im Bereich von Cottbus gibt es zudem Hinweise auf wiederkehrende Anlandungen (RÜDIGER, 1969; Band 2, Anhang J). Aufgrund des hohen Eutrophierungspotentials des Schwielochsees und der damit verbundenen massenhaften Planktonentwicklung ist in mittleren Abflussjahren ein Anstieg der Schwebstoffjahresfracht zwischen den Messstellen Leibsch und Beeskow zu verzeichnen (Abb. 12-8). Ob die negative Frachtbilanz zwischen den Messstellen Hartmannsdorf und Leibsch bzw. Beeskow und Neu Zittau (Abb. 12-8) auf Sedimentations- oder Abbauprozesse zurückgeführt werden kann, ist aus dem Datenmaterial nicht schlüssig zu beantworten, da zwischen diesen Messstellen Oberflächenwasser der Spree über den Dahme-Umflut-Kanal bzw. über den Oder-Spree-Kanal zur Dahme abgeleitet wird. Der mit der Verschlechterung der Gewässergüte einhergehende Anstieg der Schwebstoffkonzentration im Berliner Stadtgebiet schlägt sich auch auf die Höhe der Schwebstofffrachten nieder. Zwischen den Messstellen Neu Zittau und Sophienwerder beträgt der gemittelte Frachtzuwachs in abflussarmen Jahren 9 kt, in mittleren Abflussjahren 14 kt und in abflussreichen Jahren 17 kt (Abb. 12-8).

12.3.3.2 Verhältnis der Schwebstofffrachten von Havel und Spree am Zusammenfluss

Der Schwebstoffeintrag der Spree in die Havel wird über die Messstelle Sophienwerder quantifiziert. Anhand des Vergleichs mit der oberhalb der Spreemündung gelegenen Messstelle Schleuse Spandau kann die Bedeutung der Spree für den Schwebstoffhaushalt der Havel abgeschätzt werden. Demnach trägt die Spree in Abhängigkeit vom Abflussjahr zwischen 11,2 und 22 kt Schwebstoff in die Havel ein (Abb. 12-9), wobei ihr Anteil an der Frachtbildung zwischen 75 - 80 % beträgt (Abb. 12-10). Das Verhältnis der halbjährlichen Frachten wird mit 76 % (Sommer) bzw. 81 % (Winter) ebenfalls von der Spree dominiert, wobei für beide Gewässer eine höhere Sommerfracht charakteristisch ist (Abb. 12-10). Aus dem Vergleich der abflussarmen Jahre 1990, 1993, 1997 und 1998 wird die rückläufige Schwebstoffbelastung der Spree deutlich. Demnach hat sich die Schwebstoffjahresfracht bei vergleichbarem mittleren Abfluss zwischen 1990 und 1998 halbiert.

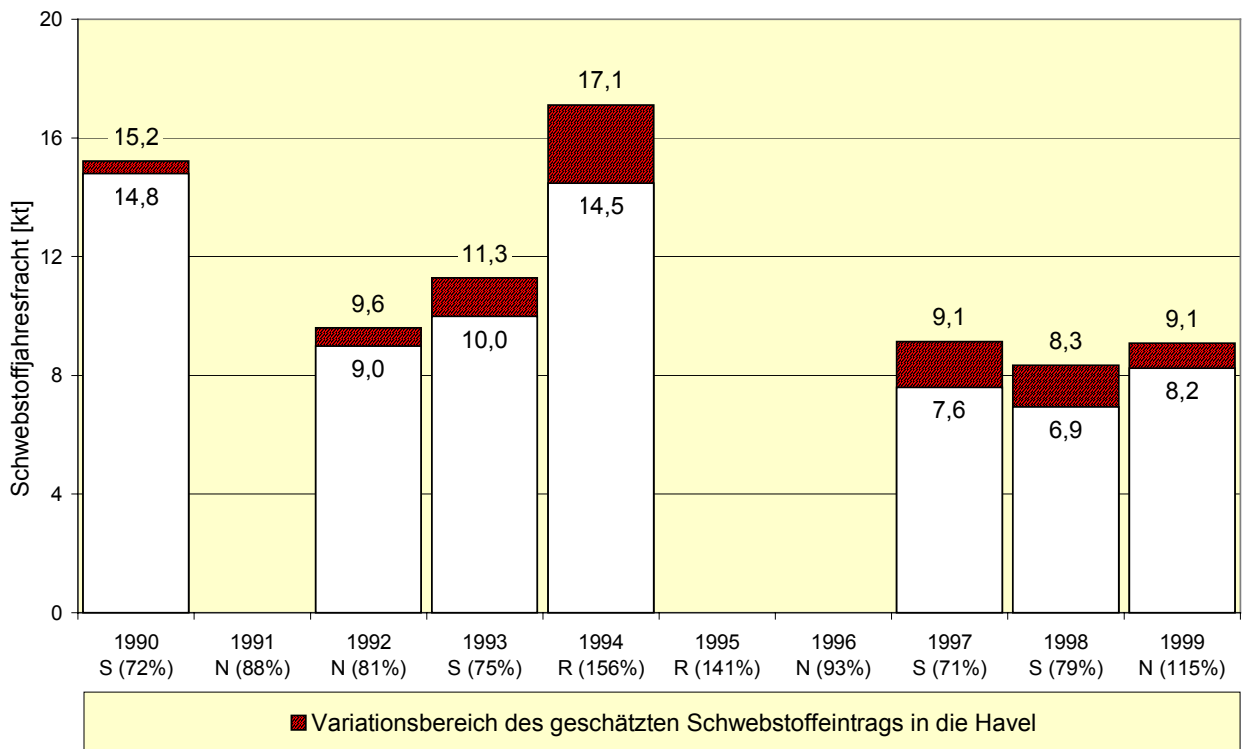


Abb. 12-9: Schwebstoffeintrag der Spree (Messstelle Sophienwerder) in die Havel von 1990 bis 1999 (S=abflussarm, N=mittleres Abflussjahr, R=abflussreich unter Angabe des prozentualen Verhältnisses von MQ Messjahr/MQ 1990-1999 in Prozent).

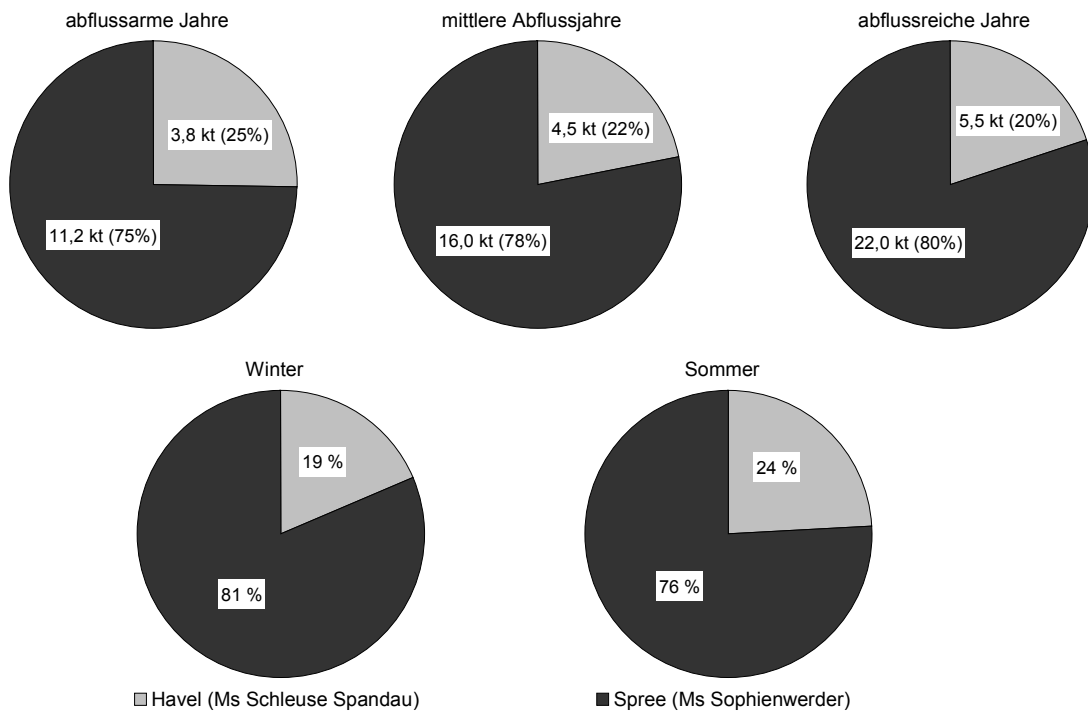


Abb. 12-10: Verhältnis der Schwebstofffrachtanteile von Spree und Havel am Zusammenfluss in Abhängigkeit vom Abflussjahr und im Sommer- und Winterhalbjahr.

12.3.3.3 Havel

Aus dem Frachtlängsschnitt der Havel wird deutlich, dass die Frachtzunahme zwischen Hennigsdorf und Alt Töplitz gering ist. Ein deutlicher Zuwachs der Schwebstofflast ist erst ab der Messstelle Brandenburg erkennbar (Abb. 12-12). Zudem ist die Frachtbilanz zwischen den Messstellen Sophienwerder (Spree), Schleuse Spandau (Havel) und Humboldtbrücke (Havel) nicht ausgeglichen. Die mittlere Schwebstoffjahresfracht der Havel im Zeitraum 1990 bis 1999 beträgt unterhalb des Zusammenflusses mit der Spree 14,9 kt. An der Messstelle Humboldtbrücke wurde im gleichen Zeitraum ein Frachtmittel von 6,1 kt auf der Basis der vorhandenen Schwebstoffmessreihe geschätzt, d.h. es tritt ein Defizit von durchschnittlich 8,8 kt/a auf. Dies ist mit der Sedimentation und dem Abbau von Schwebstoffpartikeln in den Berliner und Potsdamer Durchflusseen sowie mit der Ableitung von Oberflächenwasser in den Sacrow-Paretzer-Kanal zu begründen (Abb. 12-11).

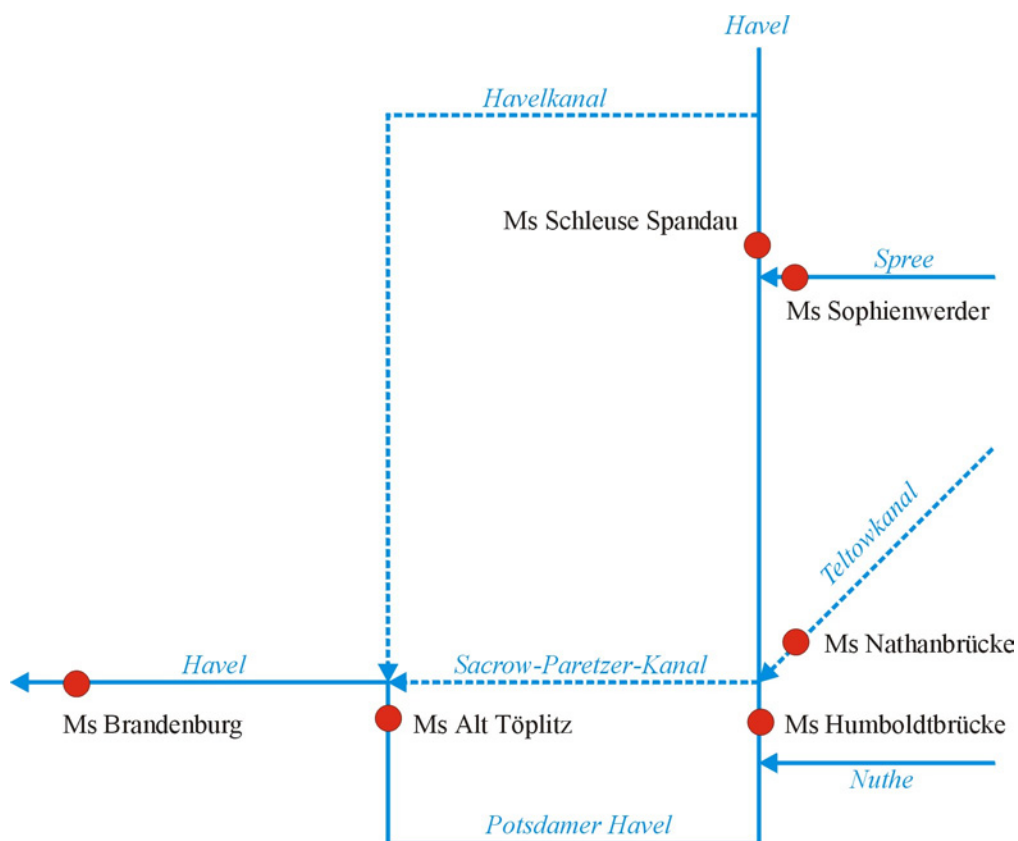


Abb. 12-11: Schematische Darstellung des Gewässernetzes der Havel im Raum Berlin-Brandenburg.

Aus der schematischen Darstellung des Gewässernetzes der Havel (Abb. 12-11) wird deutlich, dass die angegebenen Schwebstoffjahresfrachten an den Messstellen Humboldtbrücke und Alt Töplitz (Abb. 12-12) nur für die Potsdamer Havel gelten.

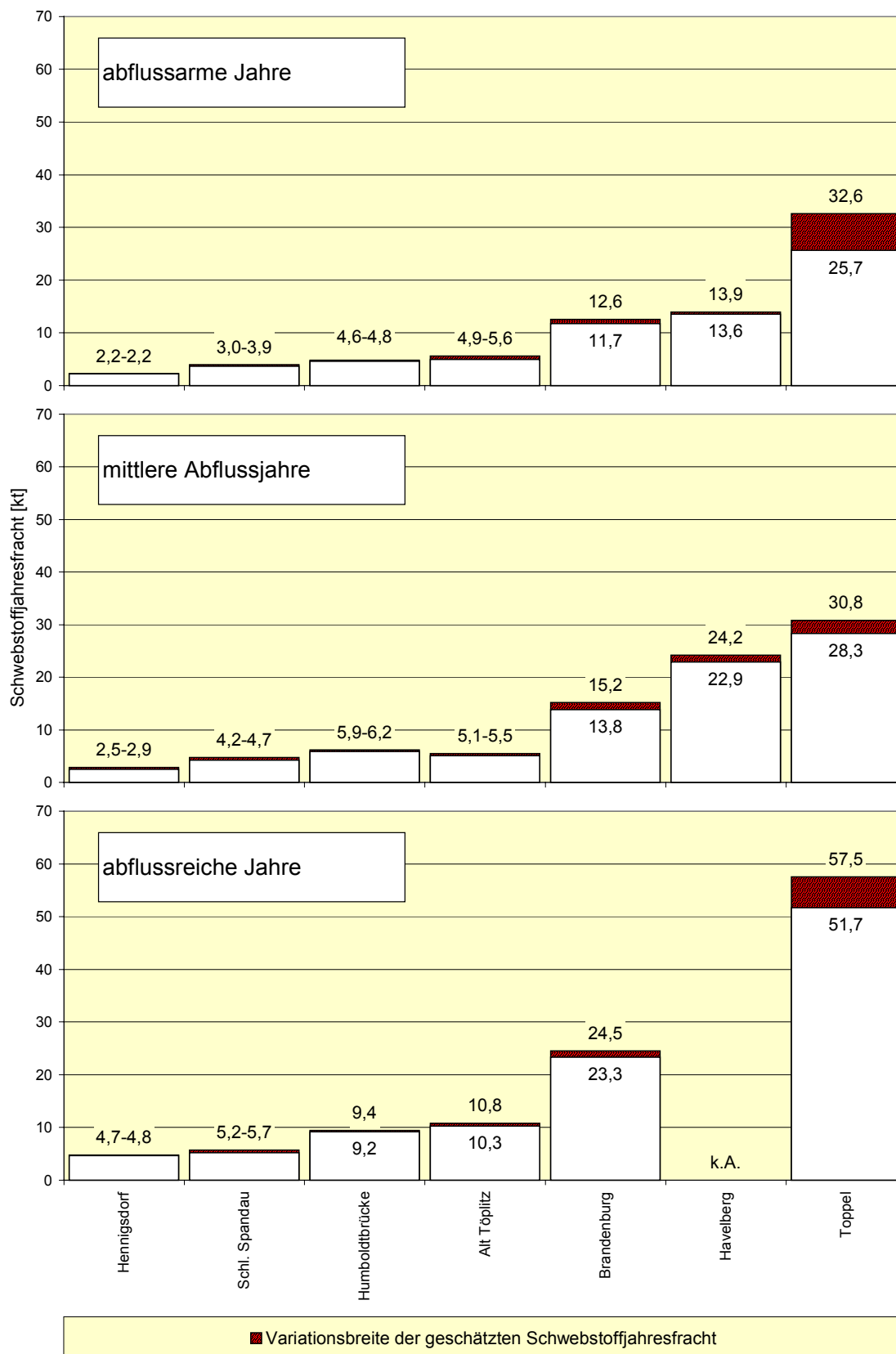


Abb. 12-12: Variationsbreite der geschätzten Schwebstoffjahresfrachten im Längsschnitt der Havel in Abhängigkeit von der Höhe des mittleren jährlichen Abflusses im vollständigen Beobachtungszeitraum (Tab. 12-5) an den jeweiligen Messstellen.

Eine verlässliche Abschätzung der Schwebstofffracht der Havel ist damit erst nach der Einmündung des Havelkanals und des Sacrow-Paretzer-Kanals bei Ketzin an der Messstelle Brandenburg möglich. Daraus erklärt sich auch die deutliche Frachtzunahme zwischen den Messstellen Alt Töplitz und Brandenburg, die unabhängig vom Abflussjahr auftritt und sich flussabwärts bis zur Einmündung in die Elbe fortsetzt (Abb. 12-12). Es ist allerdings mit vielfältigen Sedimentations- und Abbauprozessen auf diesem Flussabschnitt zu rechnen, da zahlreiche Flussaufweitungen auftreten und die Havel auf größeren Flussabschnitten rückgestaut ist. Die weiträumige Havelniederung, die früher als Hochwasserretentionsraum der Elbe fungierte, ist durch Deiche von der Elbe getrennt und der Zustrom der Havel in die Elbe wird über verschiedene Wehre reguliert. Dies führt bei Elbehochwasser zu einem Rückstau der Havel, der bis Brandenburg reichen kann. Nach Angaben der WSD OST (1999) und nach RÜDIGER (1969) sind in der Unteren Havel im Bereich von Schleusen und in der Fahrrinne regelmäßige Baggerungen notwendig. HOELZMANN et. al. (1997) stellten im Quenzsee bei Brandenburg hohe Sedimentationsraten von bis zu 7 cm/a in jüngerer Zeit fest.

12.4 Schwebstoffeintrag der Havel in die Elbe

Der Schwebstoffeintrag der Havel in die Elbe wird über die an der Messstelle Toppel im Gnevsdorfer Vorfluter (Abb. 12-13) gewonnenen Schwebstoffdaten geschätzt.

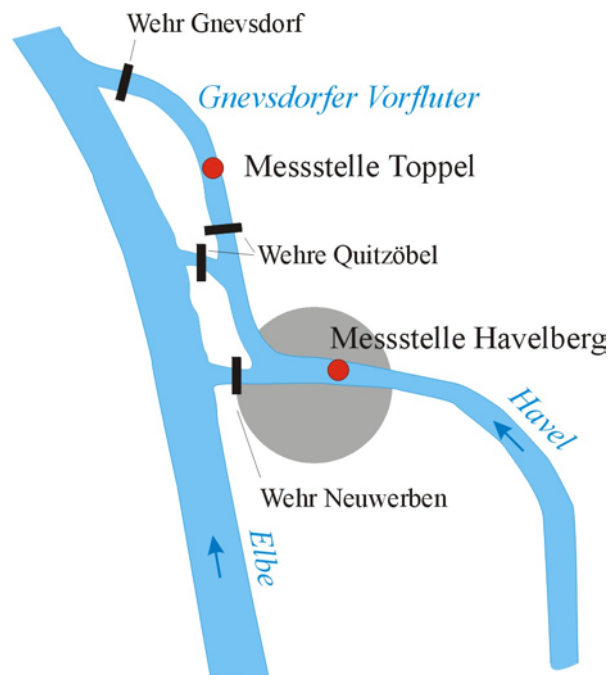


Abb. 12-13: Topografie und Messstellenanordnung im Bereich der Havelmündung.

Es kann nicht bestimmt werden inwieweit Frachteinträge über die anderen Havelarme erfolgen, die nicht durch die Messstelle Toppel erfasst werden. Allerdings sind die geschätzten Jahresfrachten an der Messstelle Havelberg mit den Frachtwerten in Toppel vergleichbar bzw. es findet noch ein weiterer Frachtzuwachs zwischen den Messstellen statt. Die Havel trägt demnach in abflussarmen Jahren und in mittleren Abflussjahren 26 – 33 kt Schwebstoff in die Elbe ein (Abb. 12-14). Dass die Höhe der Fracht scheinbar nicht vom Abfluss abhängig ist, erklärt sich aus den Veränderungen in der Gewässergüte im Verlauf der 90er Jahre. Die hohe Nährstoffbelastung der Havel führte demnach in dem abflussschwachen Jahr 1992 zu einer Schwebstofflast von 36,3 – 54,4 kt (Abb. 12-14), die in den mittleren Abflussjahren von 1996 bis 1999 bei weitem nicht mehr auftrat. In den abflussreichen Jahren 1994 und 1995 führte die Havel der Elbe im Mittel 52 - 58 kt Schwebstoff zu. Die Verringerung der Nährstoffbelastung in der Havel drückt sich in erster Linie in geringeren sommerlichen Schwebstoffgehalten aus, so dass ab 1998 die Winterfracht über der sommerlichen Schwebstofffracht lag. Bis 1997 betrug der Anteil der Sommerfracht an der Jahresfracht noch 56 %.

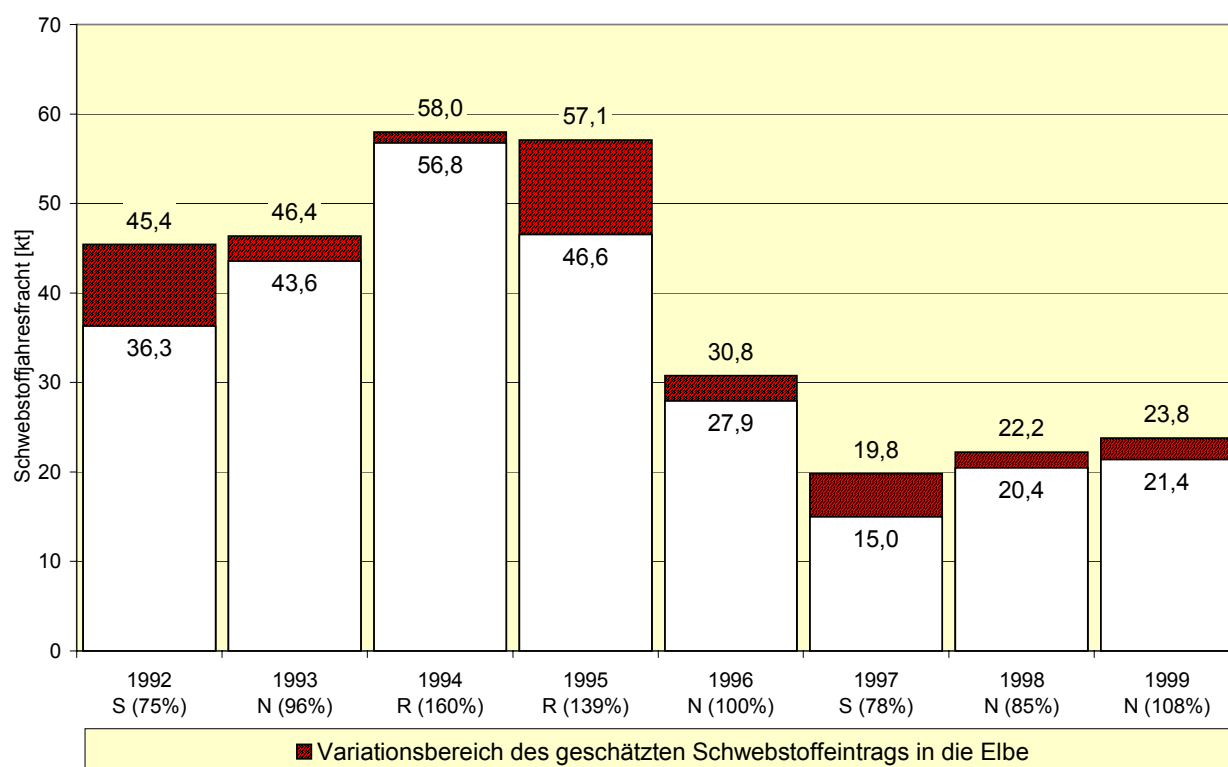


Abb. 12-14: Schwebstoffeintrag der Havel (Messstelle Toppel) in die Elbe von 1990 bis 1999 (S=abflussarm, N=mittleres Abflussjahr, R=abflussreich unter Angabe des prozentualen Verhältnisses von $MQ_{\text{Messjahr}}/MQ_{1990-1999}$ in Prozent).