



Gefördert vom

bmb+f

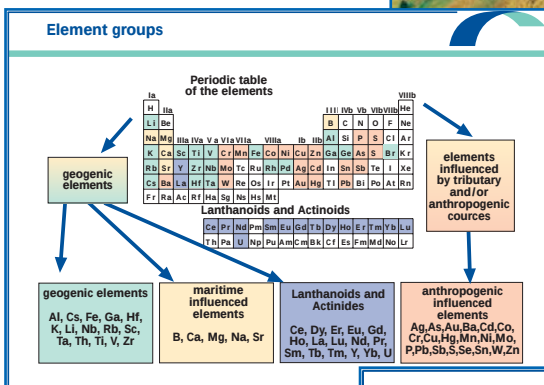
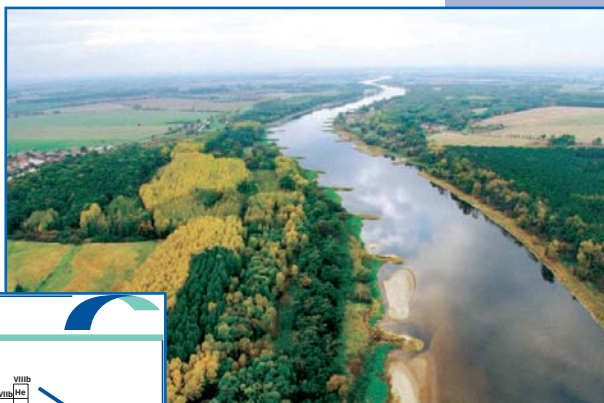
Bundesministerium für
Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie

ERFASSUNG UND BEURTEILUNG DER BELASTUNG DER ELBE MIT SCHADSTOFFEN

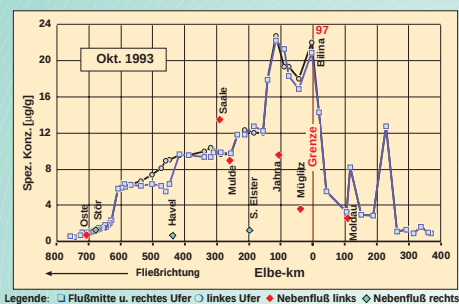
TEILPROJEKT 2:
SCHWERMETALLE – SCHWERMETALLSPEZIES
BMBF-FORSCHUNGSVORHABEN: 02-WT 9355/4

GRAFISCHE DARSTELLUNG DER LÄNGSPROFILE – FILTRATE, SCHWEBSTOFFE, SEDIMENTE –

Anhang zum Abschlussbericht Band 1/3
Für den Zeitraum vom Okt. 1992 bis Okt. 1998



Quecksilber im Schwebstoff



Neue erweiterte Auflage 2001

**ERFASSUNG UND BEURTEILUNG
DER BELASTUNG DER ELBE MIT SCHADSTOFFEN**

**TEILPROJEKT 2: SCHWERMETALLE – SCHWERMETALL-
SPEZIES**

**GRAFISCHE DARSTELLUNG DER LÄNGSPROFILE
– FILTRATE, SCHWEBSTOFFE, SEDIMENTE –**

BMBF-FORSCHUNGSVORHABEN: 02-WT 9355/4

Endbericht Juni 2001

Anhang Band 2/3

Projektleiter: A. Prange

unter

Mitarbeit von:

H. Böddeker

B. Erbslöh

E. Jantzen

P. Leonhard

R. Pepelnik

R. Schaper

W.v.Tümping jr.

E. Bössow

R. Jablonski

P. Krause

R. Niedergesäß

A. Schäfer

M. Schirmacher

K. Wirth

Institut für Küstenforschung/Physikalische und Chemische Analytik

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH • Geesthacht

Juni 2001

Neue erweiterte Auflage 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Probennahmeorte	7
3	Abflussdaten	11
4	Elbelängsprofilgrafiken	15
4.1	Untersuchte Gewässergüteparameter	15
	Erläuterungen zu den Längsprofilgrafiken	16
	Temperatur	T
	pH-Wert	pH
	elektrische Leitfähigkeit	Lf.
	Schwebstoffgehalt	SPM
	Sauerstoffgehalt	O ₂
	Gesamt-Stickstoffgehalt	N-ges.
	Gesamt-Phosphorgehalt	P-ges.
	adsorbierbare org. Halogenide	AOX
4.2	Erläuterungen zu den Längsprofilgrafiken	48
	sowie auf Scandium normierte Konzentrationen	49

Element	Symbol	Ordnungszahl	
Lithium	Li	3	50
Beryllium	Be	4	58
Bor	B	5	64
Natrium	Na	11	72
Magnesium	Mg	12	80
Aluminium	Al	13	88
Phosphor	P	15	96
Schwefel	S	16	104
Kalium	K	19	112
Calcium	Ca	20	120
Scandium	Sc	21	128
Titan	Ti	22	134
Vanadium	V	23	142
Chrom	Cr	24	150
Mangan	Mn	25	158
Eisen	Fe	26	166
Cobalt	Co	27	174
Nickel	Ni	28	182
Kupfer	Cu	29	190
Zink	Zn	30	198

Element	Symbol	Ordnungszahl	
Gallium	Ga	31	206
Germanium	Ge	32	212
Arsen	As	33	218
Selen	Se	34	226
Brom	Br	35	232
Rubidium	Rb	37	238
Strontium	Sr	38	246
Yttrium	Y	39	254
Zirkonium	Zr	40	262
Niob	Nb	41	270
Molybdän	Mo	42	276
Silber	Ag	47	284
Cadmium	Cd	48	290
Zinn	Sn	50	298
Antimon	Sb	51	304
Cäsium	Cs	55	312
Barium	Ba	56	320
Lanthan	La	57	328
Cer	Ce	58	336
Praseodym	Pr	59	344
Neodym	Nd	60	350
Samarium	Sm	62	356
Europium	Eu	63	362
Gadolinium	Gd	64	368
Terbium	Tb	65	374
Dysprosium	Dy	66	380
Holmium	Ho	67	386
Erbium	Er	68	392
Thulium	Tm	69	398
Ytterbium	Yb	70	404
Lutetium	Lu	71	410
Hafnium	Hf	72	416
Tantal	Ta	73	422
Wolfram	W	74	428
Gold	Au	79	436
Quecksilber	Hg	80	442
Thallium	Tl	81	448
Blei	Pb	82	456
Bismut	Bi	83	464
Thorium	Th	90	470
Uran	U	92	476

1 Vorwort

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes "Elbe 2000" wurde das Teilprojekt zur "Erfassung und Beurteilung der Belastung der Elbe mit Schwermetallen und Schwermetallverbindungen" vom GKSS-Forschungszentrum durchgeführt. Ziel des Projektes war es, Grundlagen für die Fortschreibung eines internationalen Mess- und Untersuchungsprogrammes für eine zukünftige, zielgerichtete und wirtschaftliche Flussüberwachung zu erarbeiten und anhand der Ergebnisse effektive Sanierungsmaßnahmen anzustoßen.

Der Abschlussbericht zu diesem Projekt ist in drei Ergebnisbänden dokumentiert. Die vorliegende Neuauflage des Bandes 2/3 ist der Anhang zu Band 1/3 "Längsprofiluntersuchungen in der Elbe" mit Daten von 1992 – 1998. Während in Band 1/3 an ausgewählten Elementen bzw. Elementgruppen ausführliche Beschreibungen der Elementverhalten und deren Beurteilung erläutert und diskutiert werden, ergänzt der vorliegende Band 2/3 den ersten Band durch eine Zusammenstellung von Kurzbeschreibungen und Längsprofilgrafiken aller untersuchten Parameter. Er dient gewissermaßen als Nachschlagewerk für die Elementuntersuchungen aus den Jahren 1992 bis 1998. Der Band 3/3 dokumentiert die Ergebnisse der Untersuchungen zu geogenen Hintergrundwerten für die Elbe und ihre zeitliche Belastungsentwicklung speziell der letzten 60 Jahre.

Im Rahmen dieses Forschungsprogrammes wurden **erstmalig** Untersuchungen entlang des **gesamten Längsprofils des Elbestroms** von der Quelle auf tschechischem Gebiet bis zur Mündung bei Cuxhaven realisiert. Jeweils im Herbst der Jahre 1992, 1995 und 1998 wurden rezente Sedimente entlang des Flusses entnommen. In den Jahren 1993 bis 1998 wurden vier komplette Längsprofilprobennahmen zu unterschiedlichen Abflusssituationen und Jahreszeiten zur Entnahme von Schwebstoff und Wasserproben durchgeführt, wobei ein Hubschrauber zur Probennahme eingesetzt wurde. Während die Sedimente das "Langzeitgedächtnis" bezüglich der Schwermetallbelastungen widerspiegeln, geben letztere Untersuchungen Auskunft über den aktuellen Stand der Gewässerbelastung bezüglich gelöster und an Schwebstoffe gebundene (frisches Sediment) Schwermetalle. Zur Charakterisierung des Wasserkörpers für die entsprechenden Probennahmezeiträume wurden zudem die gewässergütlichen Begleitparameter wie Sauerstoff, pH-Wert, Leitfähigkeit und Nährstoffe aufgenommen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen von Elementen und Elementspezies im Längsschnitt der Elbe von der Quelle bis zur Mündung ermöglichen somit erstmalig einen zusammenhängenden Überblick über den Belastungszustand in den verschiedenen Kompartimenten des gesamten Elbestroms. Die grafischen Darstellungen der analytischen Ergebnisse erlauben es, charakteristische Veränderungen visuell anschaulich zu verarbeiten und somit Elementverteilungen insbesondere auch nach geografischen Gesichtspunkten zu betrachten und zu bewerten. Die Zuordnung von Belastungsschwerpunkten und Identifikation von Quellen wird somit eindeutiger, insbesondere neue oder veränderte Belastungsschwerpunkte können zudem gezielter erkannt werden.

In diesem Anhang sind die einzelnen Längsprofilgrafiken für alle untersuchten Elemente in den Matrices Wasser, Schwebstoff und Sediment dargestellt. Durch die Anordnung der Grafiken auf den Doppelseiten lassen sich zeitliche Veränderungen in den Schwebstoff-, Filtrat- und Sedimentlängsprofilen gut erkennen. Extreme Abweichungen durch Einleiter und Nebenflussmündungen sind in den Grafiken extra aufgeführt und erklären die teilweise sprunghaften Konzentrationsänderungen im Verlauf des Längsprofiles. Zusätzlich zu den Elementkonzentrationen sind in den Grafiken die geogenen Hintergrundwerte dargestellt. Sie ermöglichen eine Bewertung der Belastung. Eine gemeinsame Darstellung der Scandium-normierten Elementgehalte für alle Sediment- und Schwebstoffproben beendet die Abbildungsreihe für jedes Element. Die Normierung auf das Referenzelement Scandium soll die Vergleichbarkeit von Schwebstoffen und Sedimenten der < 20 µm - Fraktion erhöhen. Natürliche Konzentrationsschwankungen, die unter anderem durch Korngrößen- und Verdünnungseffekte bedingt sind, werden dadurch ausgeglichen und eventuelle anthropogene Beeinflussungen treten deutlicher hervor. Schließlich geben eine den elementspezifischen Grafiken vorangestellte Kurzbeschreibung zu jedem Element und Tabellen der Medianwerte wesentliche allgemeine Informationen zum Elementverhalten im Längsprofil wieder.

Zur leichteren Orientierung und Zuordnung der Ergebnisse sind die Probennahmestellen und die jeweiligen Abflussdaten in Form von Tabellen und Grafiken auch in diesem Band noch einmal aufgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der Probennahmen ist in Band 1/3 dargestellt.

Die Originaldaten der Messkampagnen wurden in elektronischer Form in dem Dateninformationssystem ELBiS abgelegt und sind für Interessenten zugänglich.

2 Probennahmeorte

Tab. 1: Probennahmeorte im Längsprofil der Elbe und in den Mündungen einiger wichtiger Nebenflüsse

Bezeichnung	Elbe km	Bezeichnung	Elbe km
Pramen Labe	369,9	Hohenwarthe rechts	338,5
Čepindlen v Mlýně	361,4	Tangermünde links	389,0
Klásterská Lhota	337,2	Tangermünde rechts	389,0
Verdek	313,9	Sandau links	416,2
Hořenice	292,3	Sandau rechts	416,2
Opatovice	262,3	<i>Havel / Kanalmündung</i>	438,0
Werk "Synthesia" (Einleiter)	233,0	Hinzdorf links	449,0
Valy	227,5	Hinzdorf rechts	449,0
Klavary	188,4	Wahrenberg links	459,7
Lysá	150,9	Wahrenberg rechts	459,7
<i>Iser</i>	141,1	Schnackenburg links	475,0
Neratovice	120,0	Schnackenburg rechts	475,0
Obříství	115,9	Dömitz links	503,8
<i>Moldau</i>	109,3	Dömitz rechts	503,8
Dol. Beřkovice links	104,3	Neu Darchau links	536,2
Dol. Beřkovice rechts	104,3	Neu Darchau rechts	536,2
<i>Eger</i>	64,8	Lauenburg links	567,5
Vaňov links	41,3	Lauenburg rechts	568,2
Vaňov rechts	41,3	Geesthacht	585,5
<i>Elbe</i>	38,3	Elbstorf	589,0
Dobkovice links	20,0	Zollenspieker	598,7
Staatsgrenze	20,0	Bunthaus Spitze	609,0
Schmilka links	4,0	Alte Harb. Elbbrücke	614,9
Schmilka rechts	4,0	Billwerder Inseln	615,3
Einleiter unterhalb Königstein	15,0	Köhlbrandbrücke	622,6
<i>Müglitz</i>	39,2	Hafenstraße	623,5
Pillnitz links	43,0	Neumühlen	626,7
Pillnitz rechts	43,0	Seemannshöft	628,8
Scharfenberg links	76,2	Nienstedten	632,1
Scharfenberg rechts	76,2	Blankenese	636,1
<i>Triebisch</i>	82,2	Schulau	641,0
Zehren links	89,7	<i>Lühe</i>	645,5
Zehren rechts	89,7	Lühemündung	645,5
<i>Jahna</i>	107,1	Tonne 112	650,0
Strehla links	116,0	Tonne 107	653,0
Strehla rechts	116,0	<i>Schwinge</i>	655,0
Belgern links	140,3	Schwingemündung	655,0
Belgern rechts	140,3	Grauerort	660,5
Torgau links	156,0	<i>Pinnau</i>	660,3
Torgau rechts	156,0	<i>Krückau</i>	664,7
Pretzsch links	184,7	Tonne 96 rot	662,7
Pretzsch rechts	184,7	Tonne 91 grün	665,0
<i>Schwarze Elster</i>	198,5	Bielenberg Leuchtf.	670,0
Wittenberg links	214,0	Glückstadt	675,5
Wittenberg rechts	214,0	<i>Stör</i>	678,3
Coswig links	236,0	Hollerwettern	681,4
Coswig rechts	236,0	Pegel Brockdorf	684,0
Roßlau links	257,6	St. Magarethen	689,0
Roßlau rechts	258,6	Brunsbüttel Elbehafen	693,0
<i>Mulde</i>	259,6	Tonne 57	698,0
Breitenhagen links	287,2	Tonne 53	704,0
Breitenhagen rechts	287,2	<i>Oste</i>	707,0
<i>Saale</i>	290,7	Otterndorf	710,0
Schönebeck links	311,5	Glameyer	716,1
Schönebeck rechts	311,5	Neufeld	721,6
Magdeburg links	318,1	Kugelbake Cuxhaven	727,0
Magdeburg rechts	318,1	Lt. Vogelsand	746,3
Hohenwarthe links	338,5	Scharhörneriff	757,0

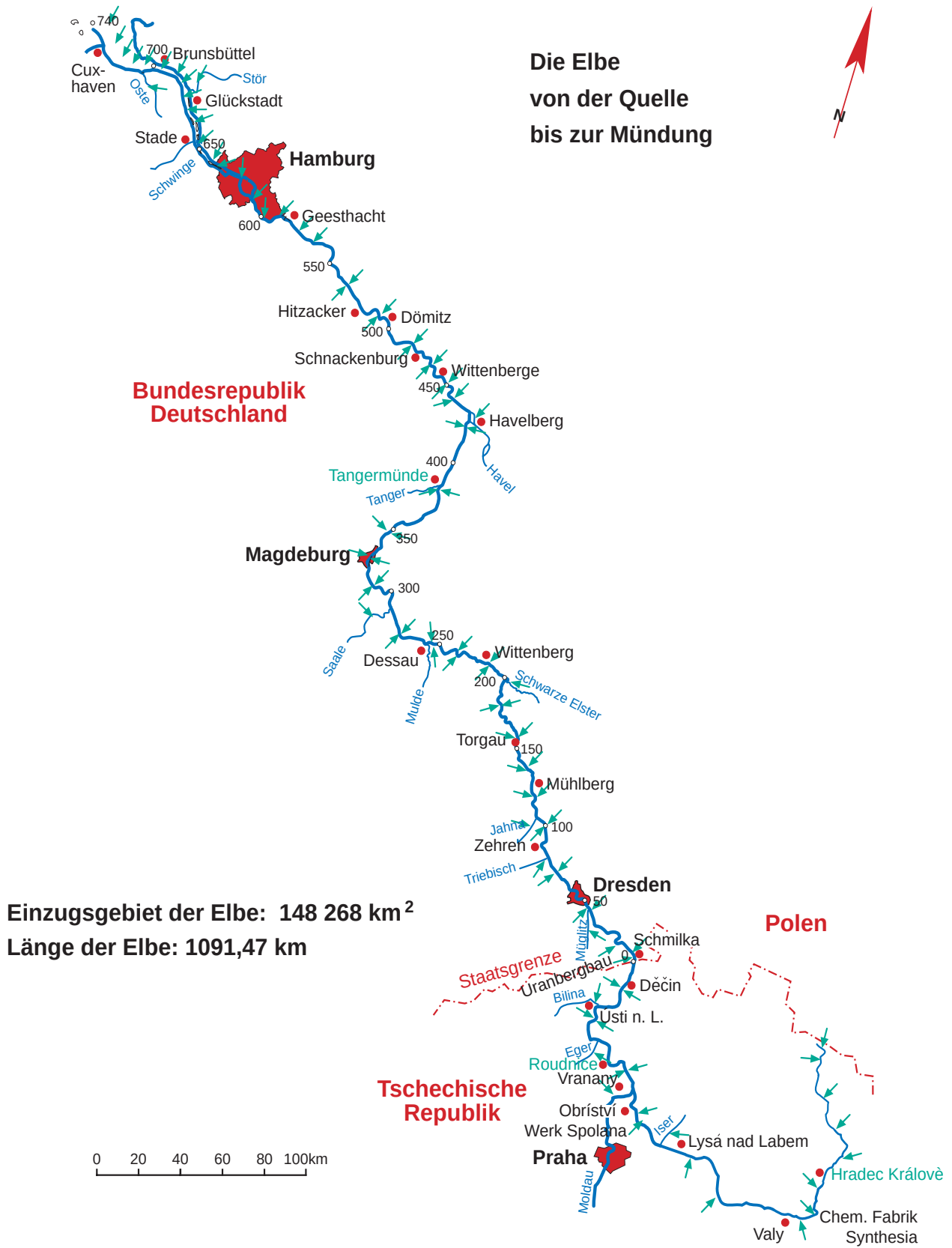


Abb.1: Probennahmeorte entlang der Elbe (grüne Pfeile)

3 Abflussdaten

Abflussdaten

Die Tab. 2 und die Abb. 2 zeigen für die verschiedenen Probennahmezeiträume die Wasserabflüsse an einigen Pegeln der Elbe und ihrer wichtigsten Nebenflüsse.

Die erste und die letzte Kampagne im Oktober 1993 bzw. im September 1998 zeichnen sich oberhalb der Tidezone durch besonders niedrige Abflusswerte aus ($366 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $322 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Neu Darchau). Während der drei übrigen Kampagnen führte die Elbe deutlich mehr Wasser (ca. $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Neu Darchau). Bedingt durch starke Regenfälle wurden im April 1996 oberhalb von Neu Darchau verglichen mit den übrigen Zeiträumen besonders hohe Abflussraten gemessen. Für die beiden Kampagnen vom Mai 1994 und September 1995 zeigen die Wasserabflüsse der Elbe unterhalb von Lysá annähernd gleiche Werte.

Im Längsprofil gesehen wachsen die Abflusswerte im tschechischen Bereich zunächst relativ langsam an, werden dann durch den Zufluss der Moldau sprunghaft angehoben und steigen danach stärker aber relativ gleichmäßig bis zum Pegel Neu Darchau an. Außer der Moldau verursachen die einzelnen Nebenflüsse kein großes, sprunghaftes Anwachsen der Abflusswerte.

Die Stärke des Wasserabflusses scheint zumindest für die beobachteten Zeiträume keinen großen Einfluss auf den Schwebstoffgehalt in der Elbe zu haben. Dies belegen zum einen die ähnlichen Schwebstoffgehalte der im Oktober 1993 bzw. September 1995 bei stark unterschiedlichen Abflusswerten gezogenen Proben. Zum anderen treten trotz ähnlicher Abflusswerte im Mai 1994 und September 1995 im mittleren Elbebereich stark unterschiedliche Schwebstoffgehalte auf. Die im tschechischen Teil der Elbe gefundenen hohen Schwebstoffkonzentrationen vom April 1996 korrelieren allerdings mit relativ hohen Abflusswerten. Bei der Bewertung der Schwebstoffgehalte sollten aber nicht allein die aktuellen Abflusswerte betrachtet werden, sondern zusätzlich auch die vorangegangenen miteinbezogen werden.

Die Höhe des Abflusses bei Neu Darchau bestimmt aber die Lage der schwebstoffreichen Trübungszone im Elbe-Ästuar: je stärker das Oberwasser, desto weiter wird die Trübungszone in Richtung Flussmündung verlagert. Außerdem bestimmt die Menge des Oberwassers, wie stark belastetes Wasser aus der Oberelbe mit der Ebbe in den Tidebereich eingetragen wird.

Fluss	Pegel	Elbe-km	Wasserabfluss (m³/s)				
			Okt. 1993	Mai 1994	Sept. 1995	Apr. 1996	Sept. 1998
Elbe	Labská	358,1	0,9	18,3	1,9	25,0	2,0
Elbe	Jaromer	286,7	15,6	45,4	12,8	57,4	10,5
Elbe	Hrad. Králové	267,1	20,0	47,6			30,1
Adler	Tyniste		3,6	11,2	13,2	44,8	9,1
Elbe	Prelouc	223,6	25,0	57,5	43,0	121,5	32,2
Elbe	Lysá	149,9	26,0	56,0	49,0	131,0	39,5
Iser	Bakov	141,0	9,5	20,3	ca 9,3	140,0	13,7
Elbe	Brandys n.L.	137,1	33,0	76,0	76,0	227,0	55,2
Moldau	Vranany	109,3	71,0	117,0	190,0	251,0	59,7
Elbe	Melník	108,6	100,0	210,0	250,0	460,0	121,0
Eger	Louny	64,8	19,0	47,0	33,0	41,0	16,7
Elbe	Ustí n. Lab.	38,7	113,0	257,0	277,0	531,0	149,0
Bílina	Trmice	38,3	9,8	10,4	8,7	14,7	4,3
Elbe	Decín	13,8	120,0	278,0	287,0	567,0	170,0
Elbe	Hrensko	0,5	129,0	285,0	290,0	553,0	171,0
Elbe	Dresden	55,6	132,0	290,0	313,0	560,0	155,0
Elbe	Magdeburg	326,7	250,0	602,0	649,0	766,0	250,0
S. Elster	Löben	198,5	12,1	25,0	18,1	15,0	11,2
Mulde	Bad Dübén	259,6	17,0	72,0	77,4	85,9	40,4
Saale	Calbe	290,7	59,6	150,0	126,0	122,0	63,6
Havel	Rathenow	438,0	69,0	164,0	85,0	92,2	54,2
Elbe	Wittenberge	454,8	362,0	868,0			312,0
Elbe	Neu Darchau	536,4	366,0	1048,0	987,0	1040,0	322,0

Tab. 2: Abflüsse an verschiedenen Pegeln der Elbe und ausgewählter Nebenflüsse

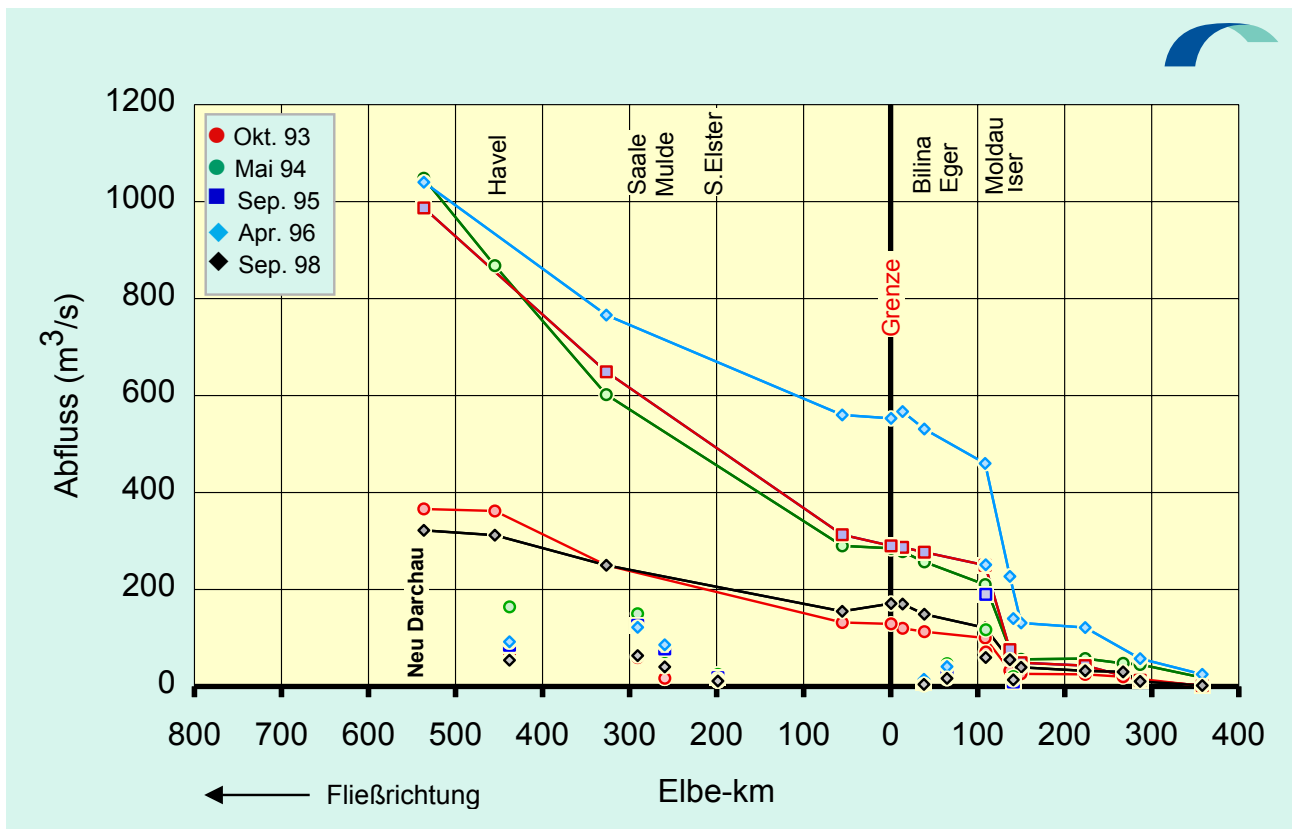


Abb.2: Abflüsse der Elbe und einiger Nebenflüsse für die fünf Hubschrauber-Kampagnen

4 Elbelängsprofilgrafiken

4.1 Untersuchte Gewässer- güteparameter

Erläuterungen zu den Längsprofilgrafiken

Im Folgenden werden alle Messwerte in Form von Längsprofilgrafiken dargestellt.

Da es für die Elbe keine einheitliche Kilometrierung gibt, wurden, wie derzeit üblich, die Flusskilometer auf tschechischem und deutschem Gebiet jeweils von der Staatsgrenze aus nach beiden Seiten von 0 hochgezählt.

Die Messwerte der rechten und linken Ufer sind jeweils mit eckigen und runden Symbolen gekennzeichnet und miteinander verbunden. Im Oberlauf wurden die Proben jeweils in Flussmitte genommen. Diese Werte besitzen das gleiche Symbol wie die Werte der rechten Ufer. Die Werte der Mündungen der Nebenflüsse sind als Punkte eingezeichnet, die linken und rechten Nebenflüsse mit roten bzw. grünen Symbolen. Messwerte, die außerhalb der Skalierung liegen, wurden als eingerahmter Wert in die Grafik eingetragen.

Die Gewässergüteparameter wurden von der Povodí Labe a.s., der Povodí Vltava, dem VÚV Prag, dem Institut für Gewässerforschung Magdeburg des UFZ-Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle, dem Staatlichen Amt für Wasser und Abfall (STAWA) Stade und dem Staatlichen Amt für Umweltschutz (STAU) in Magdeburg bestimmt.

Temperatur

Die bei den verschiedenen Probennahmen gemessenen **Temperaturen** der Elbe und ihrer Nebenflüsse lagen meist im Bereich von 6 bis 18 °C. Im April 1996 wurden mit 11,8 °C im Mittel die niedrigsten und im September 1998 mit 17,4 °C die höchsten Temperaturen gemessen.

Die Temperaturlängsprofile zeigten die niedrigsten Werte jeweils im Quellbereich und zwar im Frühjahr 1,9 bis 2,9 °C und im Herbst 7,1 bis 9,1 °C. Sie stiegen im tschechischen Flussverlauf an. Für die Kampagnen von 1996 und 1998 wurden in Nähe der Einleiter von Synthesia und Spolana (Neratovice) maximale Werte von 16,5 bzw. 22,8 °C gefunden. Ab der Staatsgrenze veränderten sich die Temperaturen dann nur noch wenig. Im Frühjahr nahmen die Werte im Tidebereich wieder ab. Im Herbst 1995 lag das Maximum bei Brunsbüttel mit 18,5 °C.

Medianwerte der Elbabschnitte

Temperatur (°C)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	13,2	13,4	14,6	13,4	13,4
Mai 1994	14,3	15,5	15,4	13,6	15,4
Sept. 1995	17,9	16,7	17,6	16,6	16,9
April 1996	9,6	12,3	11,8	10,8	11,8
Sept. 1998	-	17,1	17,5	16,6	17,4

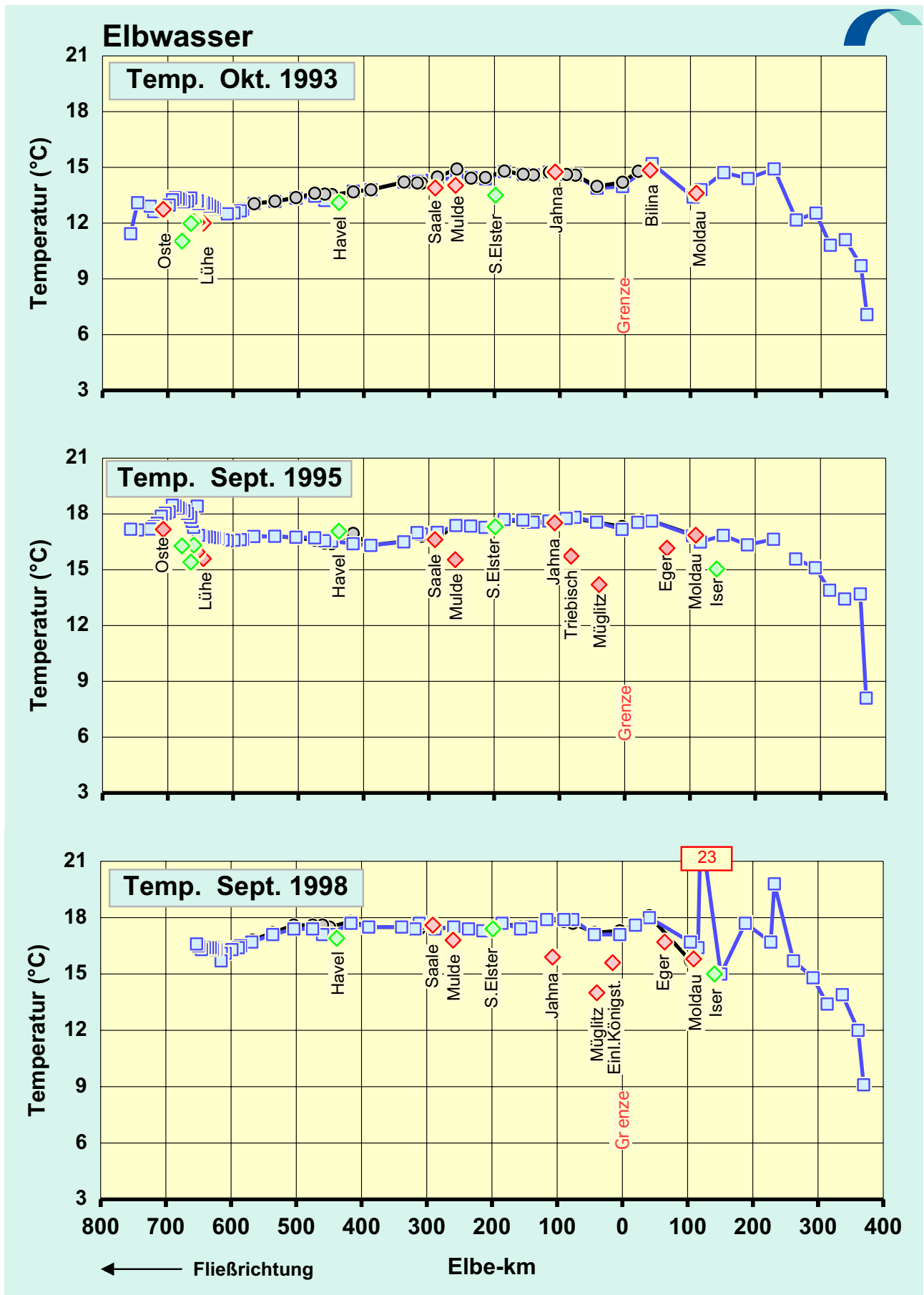


Abb.3a: Vergleich der **Wassertemperaturen** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

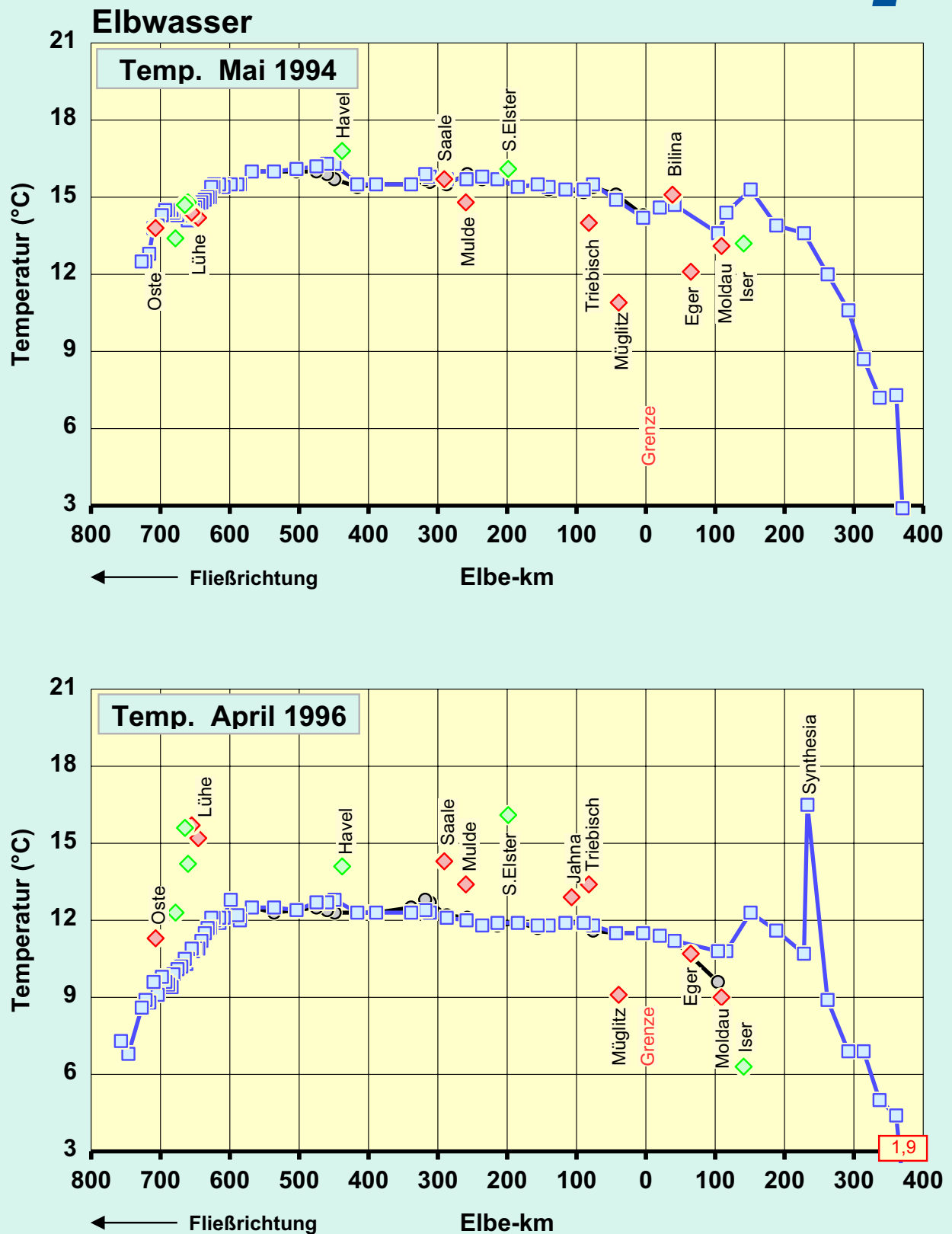


Abb.3b: Vergleich der **Wassertemperaturen** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

pH-Werte

Die **pH-Werte** schwankten im untersuchten Zeitraum meist zwischen pH 5 und pH 9. Die Werte stiegen von pH 5,1 bis pH 6,2 an der Quelle in Fließrichtung an. Am Einleiter von Synthesia konnte jeweils ein absolutes Minimum von pH 2,6 bis pH 2,9 festgestellt werden. Die höchsten pH-Werte (bis zu pH 8,9) lagen meist im Bereich von Elbe-km 500 - 600. In der Tideelbe sanken die Werte jeweils unter pH 8,0. Im Frühjahr wurden im Bereich zwischen Elbe-km 50 und 300 hohe Werte bis zu pH 9,0 (1994) bestimmt. Die Zunahme im Frühjahr steht im Zusammenhang mit verstärkter biologischer Aktivität und dem damit verbundenen Verbrauch an Kohlendioxid.

Medianwerte der Elbabschnitte

pH-Wert					
Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	7,9	8,0	7,6	7,3	7,8
Mai 1994	8,0	8,5	8,8	7,5	8,4
Sept. 1995	7,9	7,7	7,4	7,4	7,5
April 1996	7,5	8,0	8,1	7,2	8,0
Sept. 1998	-	8,5	7,9	7,2	8,0

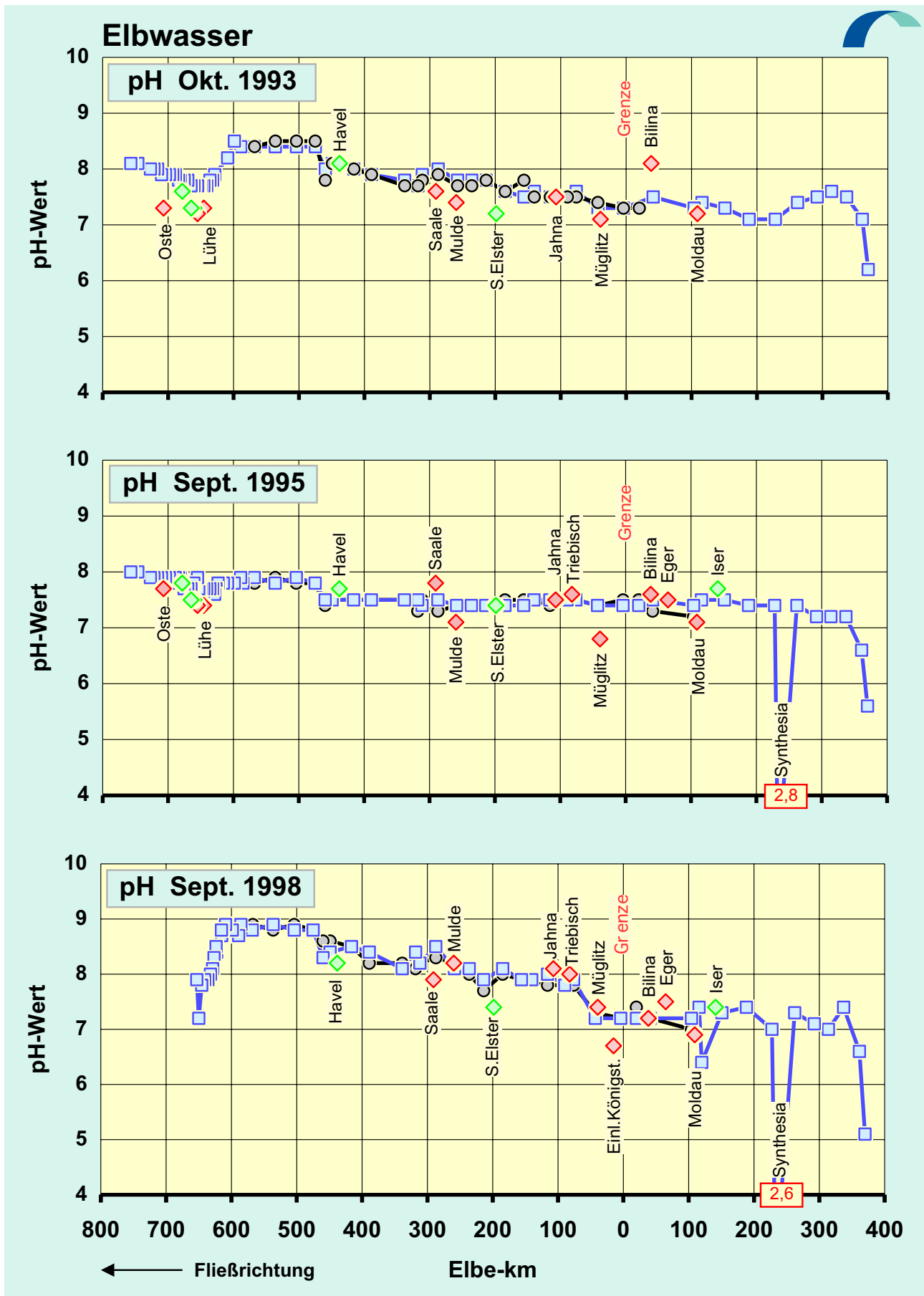


Abb.4a: Vergleich der **pH-Werte** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

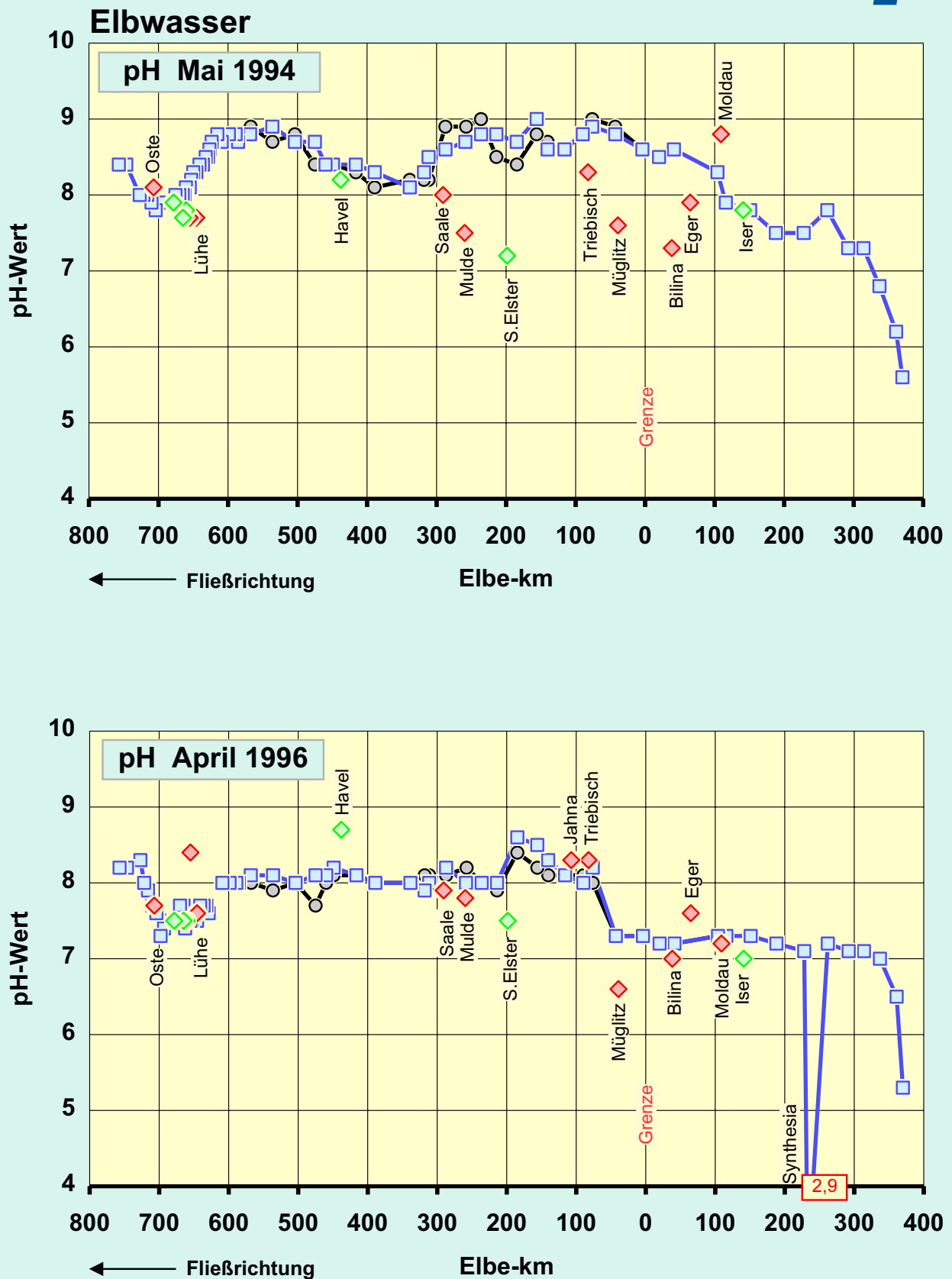


Abb.4b: Vergleich der **pH-Werte** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rehtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Elektrische Leitfähigkeit

Die **elektrische Leitfähigkeit** des Elbwassers stieg bei den durchgeführten Kampagnen von sehr niedrigen Werten an der Quelle bis auf 0,4 bis 0,6 mS/cm bei der Isermündung an und blieb dann bis zum Saalezufluss annähernd konstant. Die Einmündung der Saale erhöhte durch ihre Salzfracht zunächst die Leitfähigkeit auf der linken Uferseite der Elbe. Erst nach über 100 km führte die Vermischung des Wasserkörpers zu einem höheren Niveau auf beiden Uferseiten. Das relativ salzarme Wasser der Havel vermochte, wenn überhaupt, nur die Werte auf der rechten Elbuferseite abzusenken. Durch die Vermischung mit Nordseewasser wurden in der Tideelbe zur Elbmündung hin sehr stark ansteigende Werte gefunden. Außer in der Saale (2,1 - 3,5 mS/cm) wurden in Nähe der Einleiter von Synthesia und Spolana (Neratovice) relativ hohe Leitfähigkeitswerte (2,5 - 4,4 mS/cm) ermittelt. Die Werte in Hamburg werden durch die Höhe des Abflusses bestimmt. Sie lagen bei den Kampagnen von 1993 und 1998 mit niedrigen Abflüssen über 1,0 mS/cm und bei den anderen Kampagnen darunter.

Medianwerte der Elbabschnitte

Elektr. Leitfähigkeit (mS/cm)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,60	1,07	0,56	0,44	1,01
Mai 1994	0,97	0,90	0,49	0,39	0,89
Sept. 1995	3,50	0,67	0,42	0,38	0,63
April 1996	1,64	0,71	0,41	0,31	0,69
Sept. 1998	-	1,14	0,50	0,49	0,60

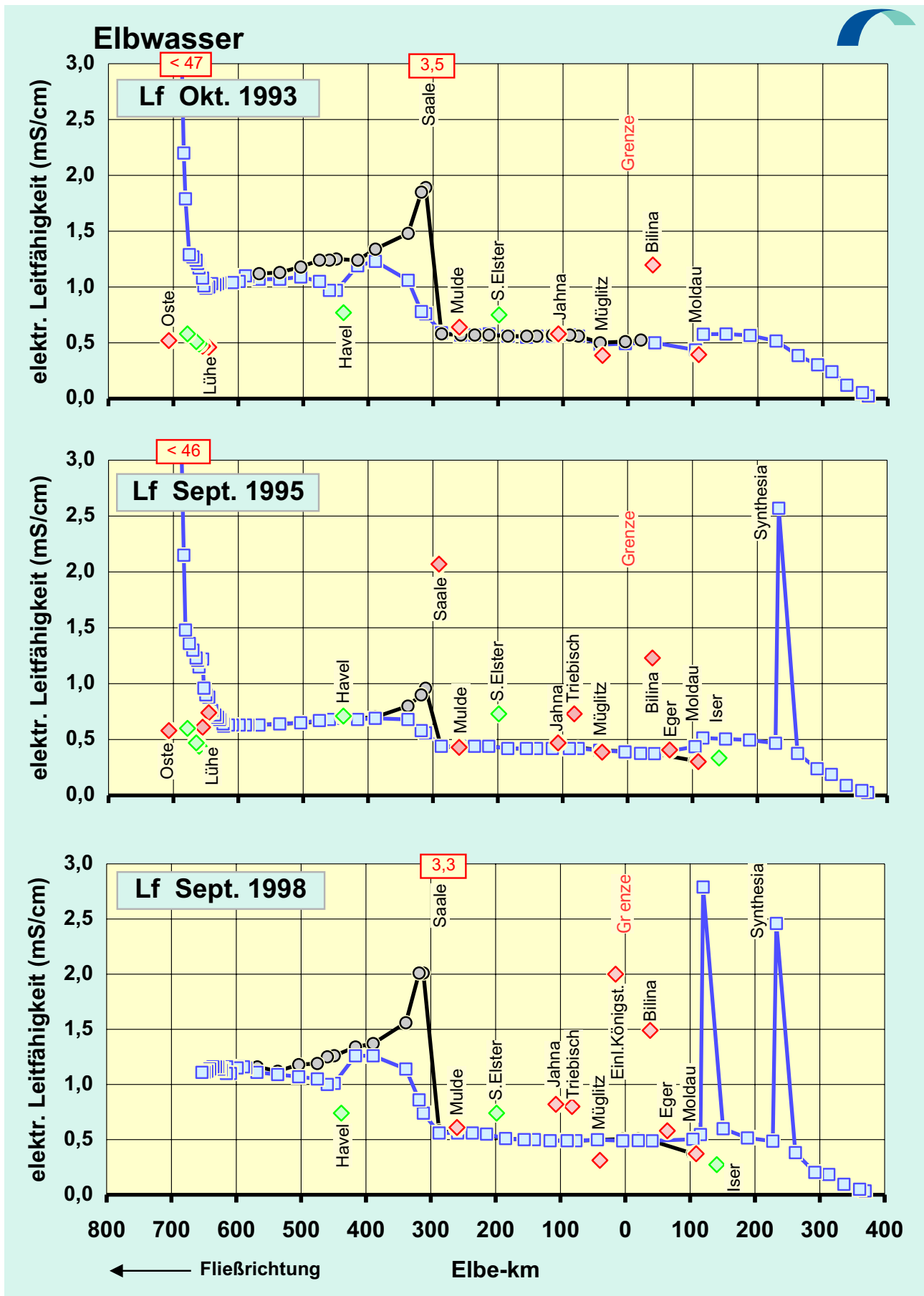


Abb.5a: Vergleich der **elektr. Leitfähigkeit** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

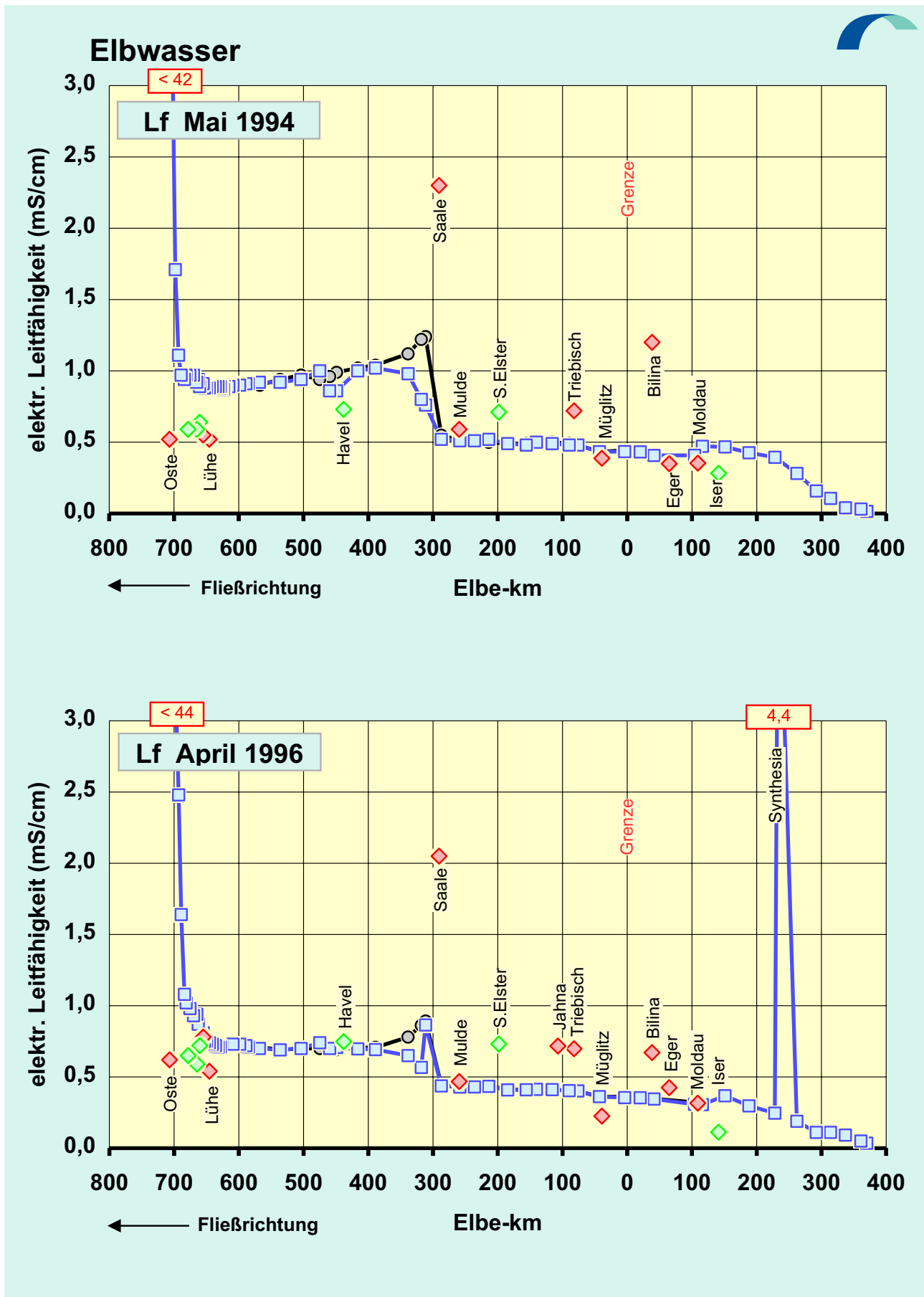


Abb.5b: Vergleich der **elektr. Leitfähigkeit** in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Schwebstoffgehalt

Die bei den verschiedenen Probennahmen ermittelten **Schwebstoffgehalte** in der Elbe schwankten um mehr als zwei Größenordnungen. Sie sind, wie auch andere Gehalte, stark vom Wasserabfluss abhängig. Bei der Quelle lagen die Werte zwischen 1,0 und 4,1 mg/L. Die höchsten Schwebstoffmengen in der Elbe wurden in der Trübungszone (bis 330 mg/L) festgestellt. In der Krückau lagen die Gehalte oft noch darüber (303 bis 390 mg/L). Die Trübungszone entsteht durch hydrodynamische Effekte beim Zusammentreffen des salzigen Nordseewassers mit dem Süßwasser der Elbe. Ihre Lage und Ausprägung kann mit der Stärke des Wasserabflusses schwanken. Bei den drei Herbstkampagnen stiegen die Schwebstoffgehalte im Flussverlauf von der Quelle bis zur Tideelbe relativ gleichmäßig an. Dabei lagen die Werte im Mittellauf der Elbe um etwa 30 mg/L. Im Frühjahr 1994 wurde dagegen im mittleren Elbeabschnitt ein breites Maximum von über 50 mg/L festgestellt. Und im April 1996 wurden im gesamten tschechischen Teil der Elbe relativ hohe Schwebstoffgehalte gemessen, bedingt durch starke Regenfälle und die Schneeschmelze. Besonders hohe Werte fielen dabei noch in der Nähe des Einleiters Synthesia (169 mg/L) und in der Mündung der Iser (195 mg/L) auf.

Medianwerte der Elbabschnitte

Schwebstoffgehalt (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	54,3	25,4	19,3	6,7	23,9
Mai 1994	44,0	25,2	45,1	8,3	29,0
Sept. 1995	46,6	25,8	25,1	9,0	25,0
April 1996	33,1	27,0	27,2	36,3	27,4
Sept. 1998	-	39,2	24,6	10,6	27,1

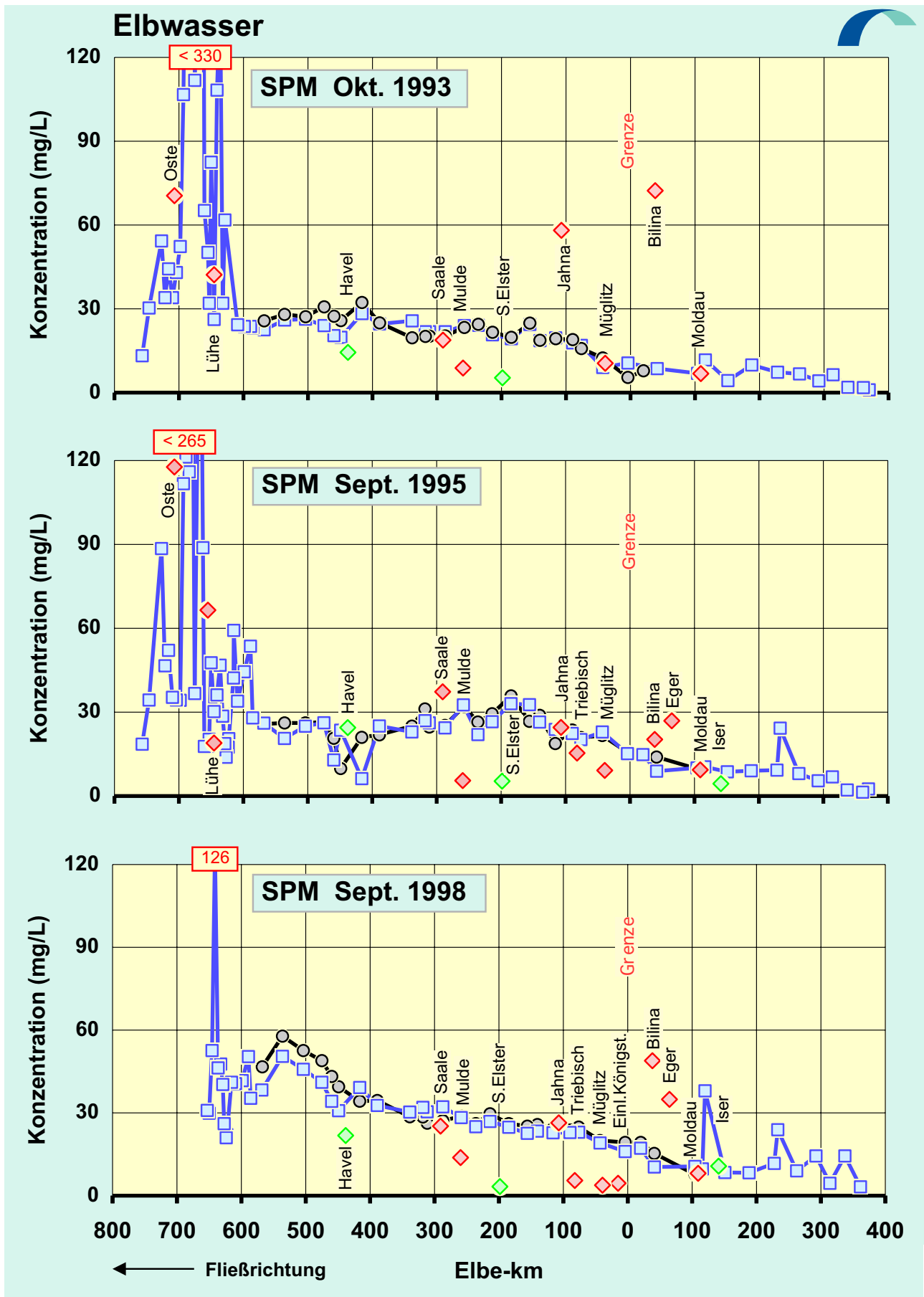


Abb.6a: Vergleich der **Schwebstoff**-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

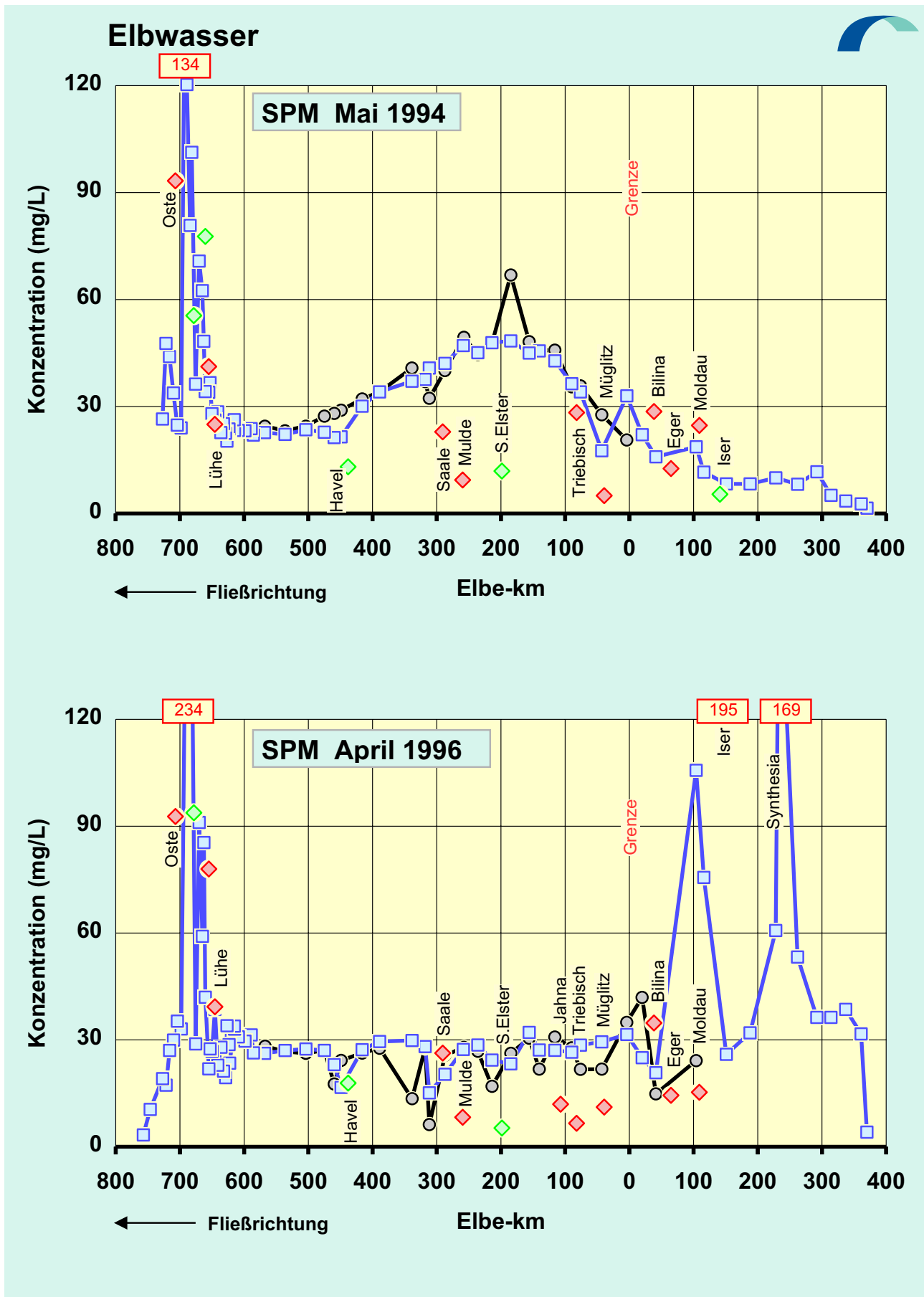


Abb.6b: Vergleich der **Schwebstoff**-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Sauerstoffgehalt

Die gemessenen **Sauerstoffkonzentrationen** in der Elbe waren bei den Frühjahrsbeprobungen regelmäßig höher als bei den Herbstkampagnen. Dies ist wahrscheinlich in der erhöhten biologischen Aktivität (Algenblüte) im Frühjahr begründet. Die Gehalte lagen weiträumig über 8 mg/L und nahmen mit Ausnahme vom September 1995 im Flussverlauf zu. In der Trübungszone unterhalb von Hamburg nahmen die Konzentrationen allerdings wieder ab. Die Werte unterschritten dort aber nie 6,0 mg/L. Im Oktober 1993 lag das Maximum mit 12 mg/L bei Schnackenburg. In Tschechien wurden noch kritische Sauerstoffgehalte von 3,0 mg/L (Lysa) gemessen. Solch ein "Sauerstoffloch" wurde bei den späteren Kampagnen aber nicht mehr gefunden. Auch im Mai 1994 wurde ein Anstieg von 7,0 mg/L in Tschechien auf 16 mg/L bei Torgau gefunden. Im September 1995 war das Sauerstoffprofil ausgeglichen. Nur in der Bilina und Müglitz sanken die Gehalte auf 5,6 und 5,0 mg/L, die übrigen Werte lagen zwischen 6,2 und 9,5 mg/L. Ein leicht ansteigendes Profil war 1996 zu erkennen. Die Werte schwankten zwischen 6,5 und 14 mg/L. Die höchsten Sauerstoffgehalte wurden in der Havel und im äußeren Ästuar gemessen. Im September 1998 stiegen die Sauerstoffkonzentrationen im Flussverlauf von 7 auf 12 mg/L an und fielen in der Trübungszone schnell bis auf 6,0 mg/L ab. In der Bilinamündung wurde ein absolutes Minimum von 1,7 mg/L gefunden.

Medianwerte der Elbabschnitte

Sauerstoffgehalt (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	8,4	9,3	7,3	7,3	8,3
Mai 1994	8,0	12,5	12,6	8,8	11,8
Sept. 1995	7,8	8,3	8,1	8,2	8,1
April 1996	9,8	11,2	9,9	9,5	10,2
Sept. 1998	-	9,8	8,3	8,2	9,0

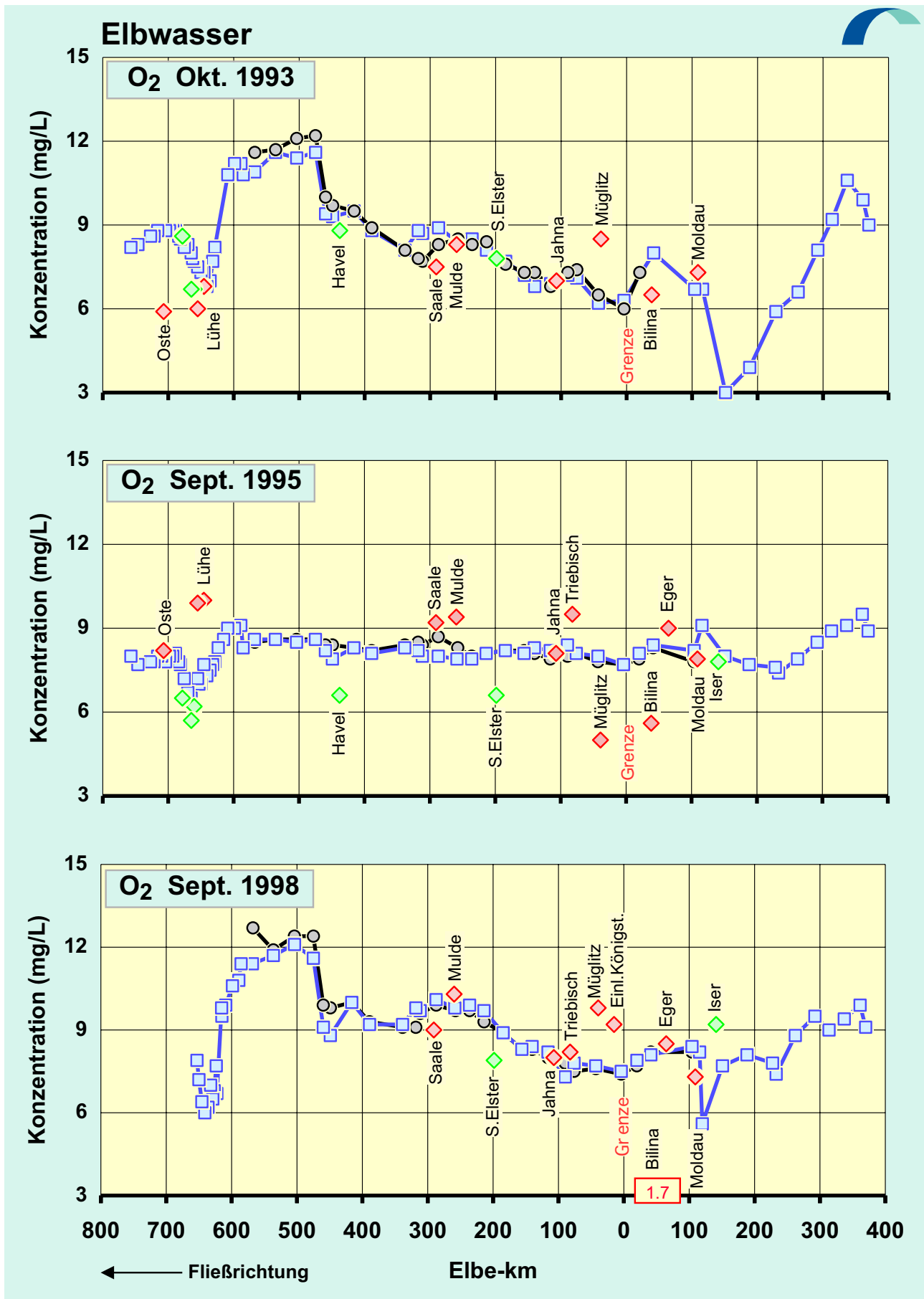


Abb.7a: Vergleich der **Sauerstoff**-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

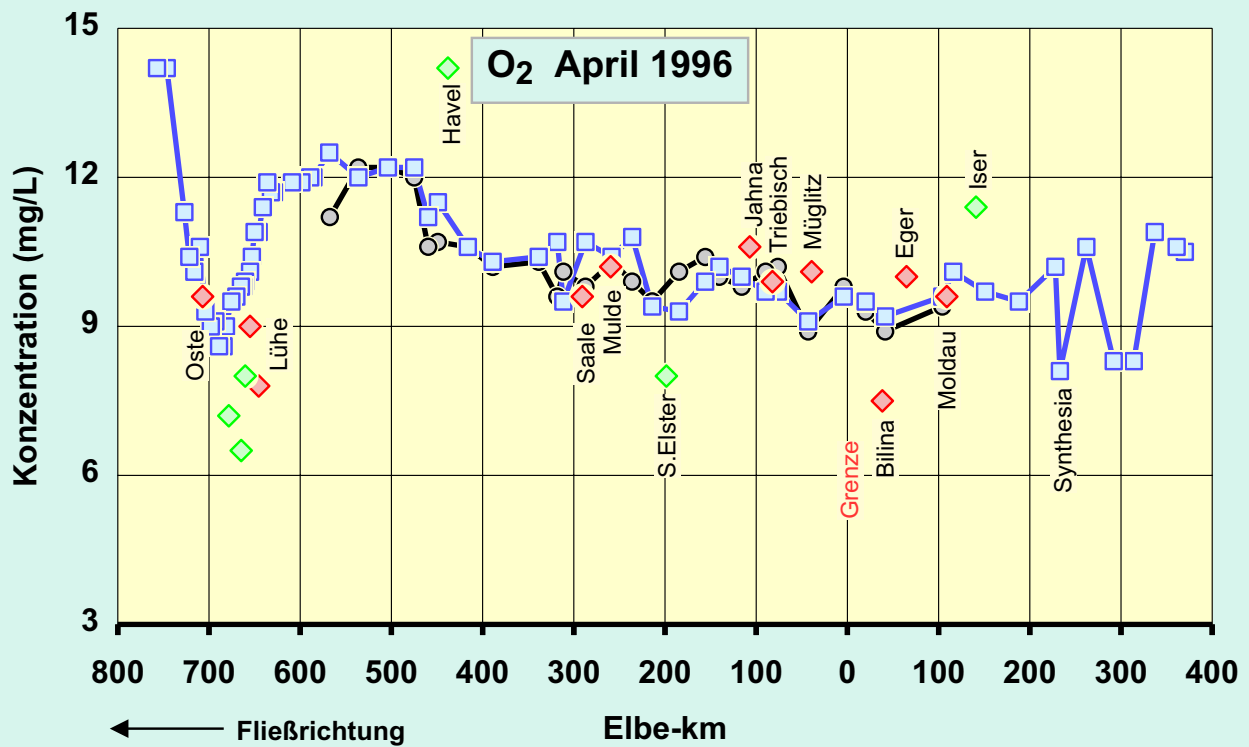
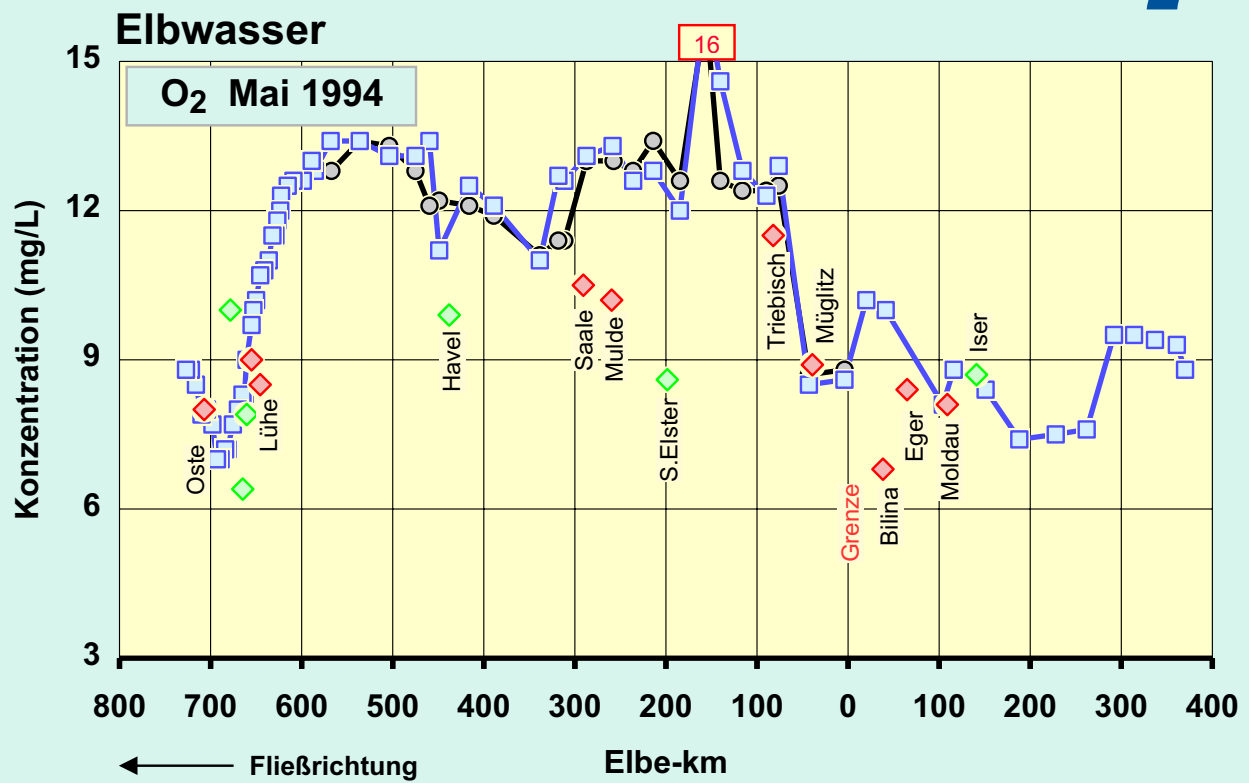


Abb.7b: Vergleich der **Sauerstoff**-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Stickstoffgehalt

Die natürliche Grundbelastung der Elbe für **Gesamt-Stickstoff** liegt nach Abschätzungen der ARGE ELBE (1990) unter 2 mg/L. Die im untersuchten Zeitraum gemessenen Stickstoffkonzentrationen lagen jedoch nur im Quellbereich der Elbe und zeitweise in einigen Nebenflüssen unter diesem Wert. Vor allem in Tschechien wurden oft hohe Werte gefunden. Im Oktober 1993 wurden in Horenice und Valy über 9 mg/L gemessen, in der Bilina sogar 18 mg/L. Unterhalb der Grenze sanken dann die Werte auf 5 mg/L ab. Bei der Kampagne von 1994 wurden nur wenige Werte bestimmt. Der Stickstoffgehalt in der Bilina erreichte wieder 18 mg/L. Auch im September 1995 wurden bei den Synthesia-Werken (35 mg/L) und in der Bilinamündung (14 mg/L) hohe Stickstoffgehalte gefunden. Ein Maximalwert von 87 mg/L wurde im April 1996 in der Nähe des Synthesia-Werkes festgestellt. Auch im Bereich von Elbe-km 80 bis zur Mündung lagen die Werte relativ hoch (fast durchweg über 6 mg/L). Im September 1998 wurden bei den Synthesia-Werken 60 mg/L, bei der Spolana (Neratovice) 26 mg/L und in der Bilinamündung 15 mg/L Gesamt-Stickstoff ermittelt.

Medianwerte der Elbabschnitte

Gesamtstickstoffgehalt (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	-	5,0	5,5	5,6	5,3
Mai 1994	-	-	-	5,5	(5,7)
Sept. 1995	(4,6)	5,6	5,4	5,0	5,4
April 1996	-	6,5	6,6	5,4	6,4
Sept. 1998	-	4,8	5,1	4,6	5,0

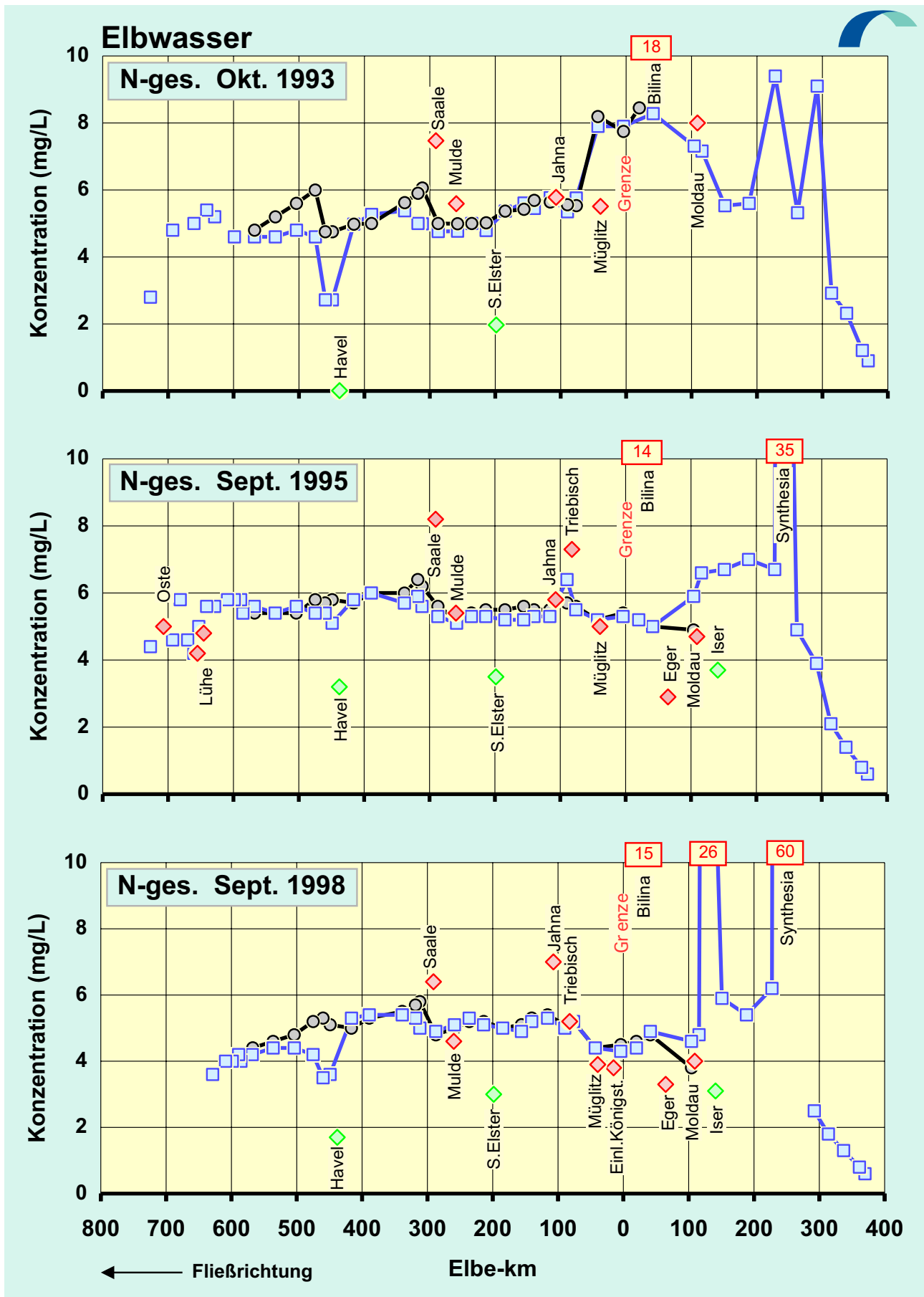


Abb.8a: Vergleich der **Stickstoff**-Konzentration in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

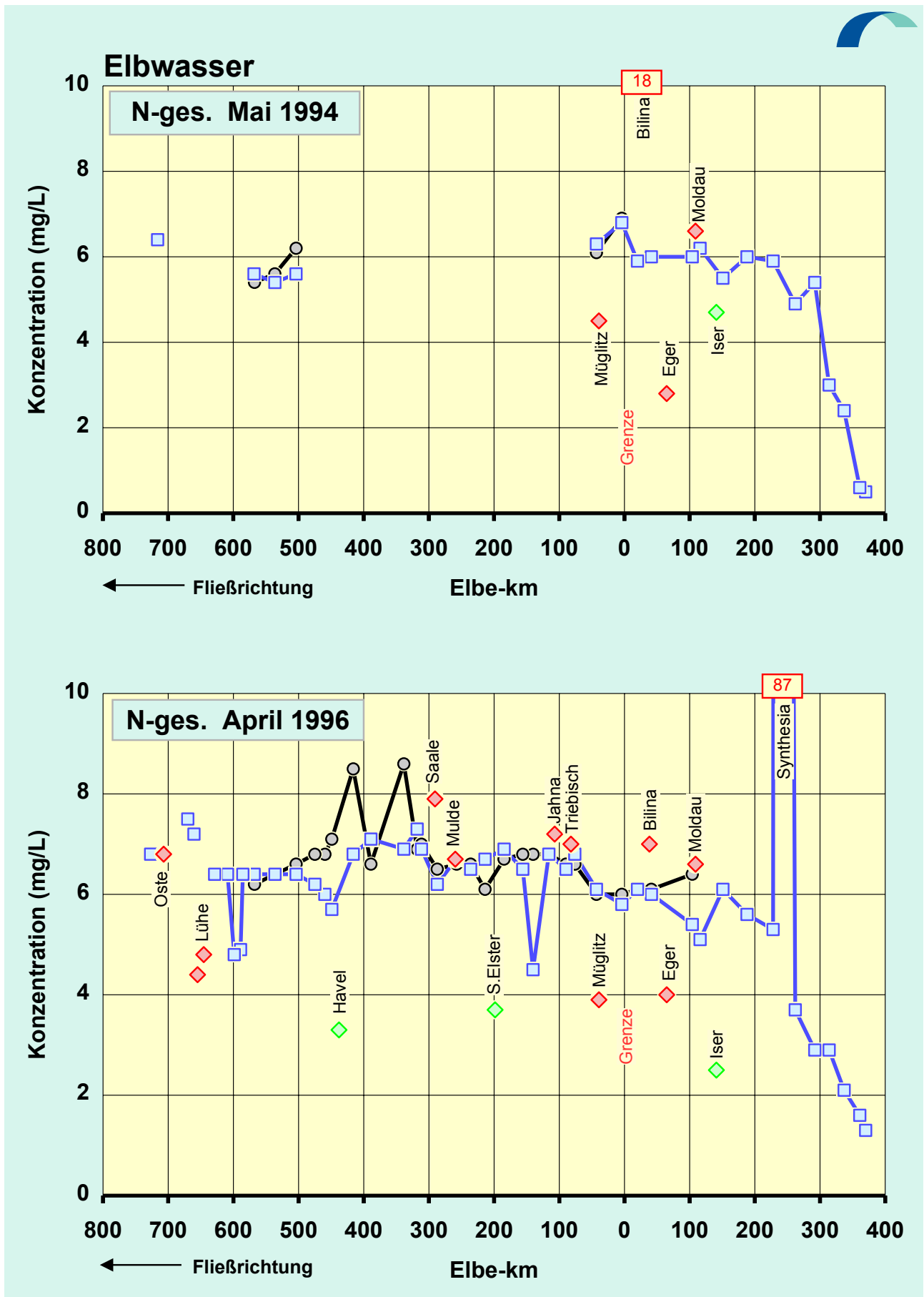


Abb.8b: Vergleich der **Stickstoff**-Konzentration in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Phosphorgehalt

Die natürliche Grundbelastung der Elbe für **Gesamt-Phosphor** liegt nach Abschätzungen der ARGE ELBE (1990) unter 0,05 mg/L. Die im untersuchten Zeitraum gemessenen Phosphorkonzentrationen lagen jedoch nur im Quellbereich der Elbe unter diesem Wert. Der Phosphorgehalt des Elbwassers war in der Regel starken Schwankungen unterworfen. Im Oktober 1993 wurde bei Klavary ein Maximum mit 0,6 mg/L gefunden. Die Konzentrationen nahmen dann etwas ab und pendelten sich auf Werte um 0,4 mg/L ein. Im Frühjahr 1994 waren die Phosphorgehalte niedriger, vor allem in Tschechien. Das Maximum wurde in der Krückaumündung mit 0,7 mg/L festgestellt. Im September 1995 wurden meist deutlich reduzierte Gehalte gefunden. Bei der Kampagne vom April 1996 schwankten die Werte im Bereich der mittleren Elbe ungewöhnlich stark zwischen Werten von etwa 0,02 bis 0,9 mg/L. In der letzten Beprobung vom September 1998 wurde in der Bilina der höchste Phosphorgehalt von 1,5 mg/L gemessen. Die absolut höchsten Werte wurden aber fast immer in Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke bestimmt (1995, 1996 und 1998 über 10 mg/L).

Medianwerte der Elbabschnitte

Gesamtphosphorgehalt (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	-	0,36	0,39	0,32	0,38
Mai 1994	-	0,26	0,35	0,11	0,26
Sept. 1995	(0,27)	0,25	0,24	0,18	0,24
April 1996	-	0,20	0,77	0,21	0,21
Sept. 1998	-	0,31	0,34	0,24	0,31

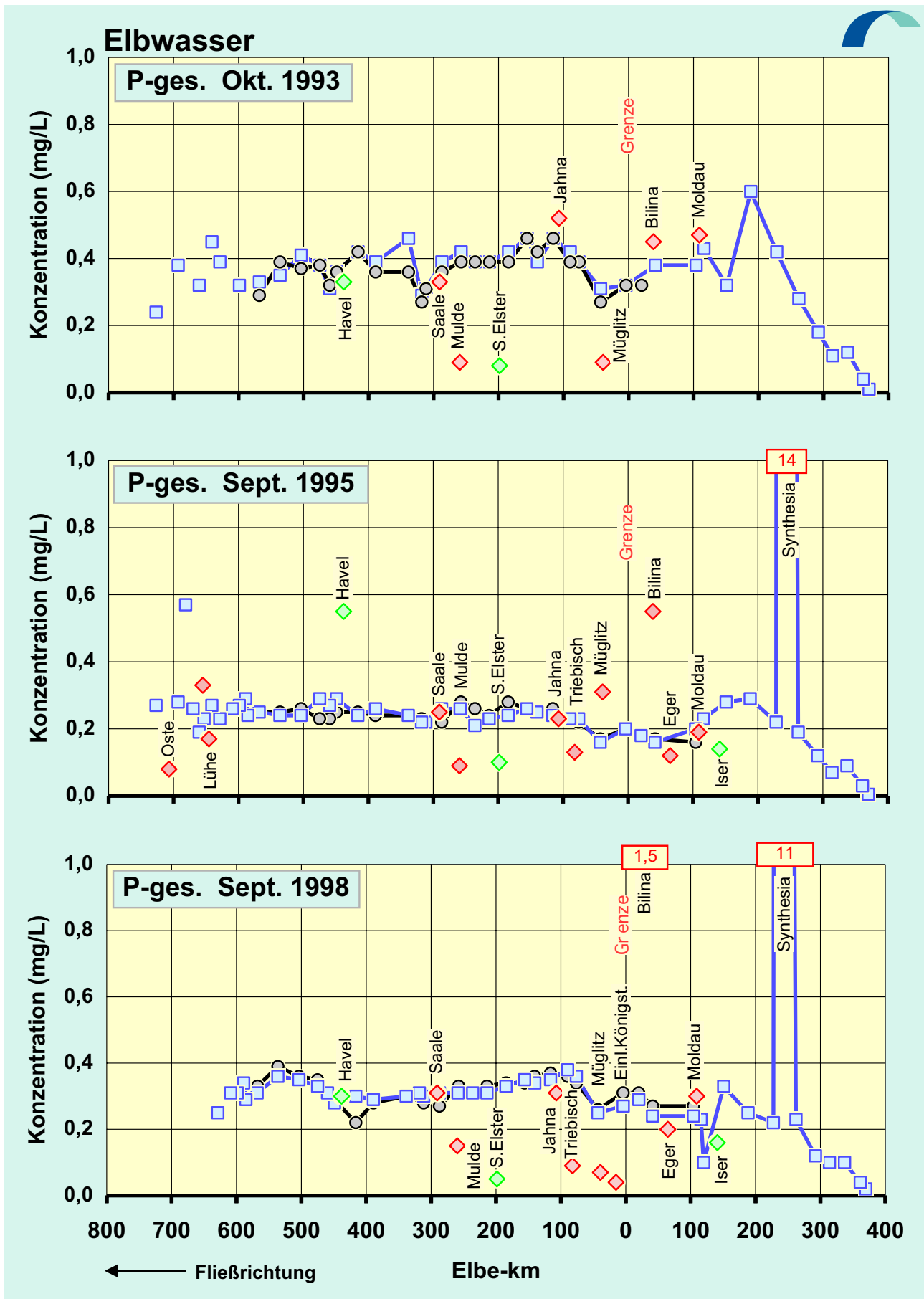


Abb.9a: Vergleich der **Phosphor**-Konzentration in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

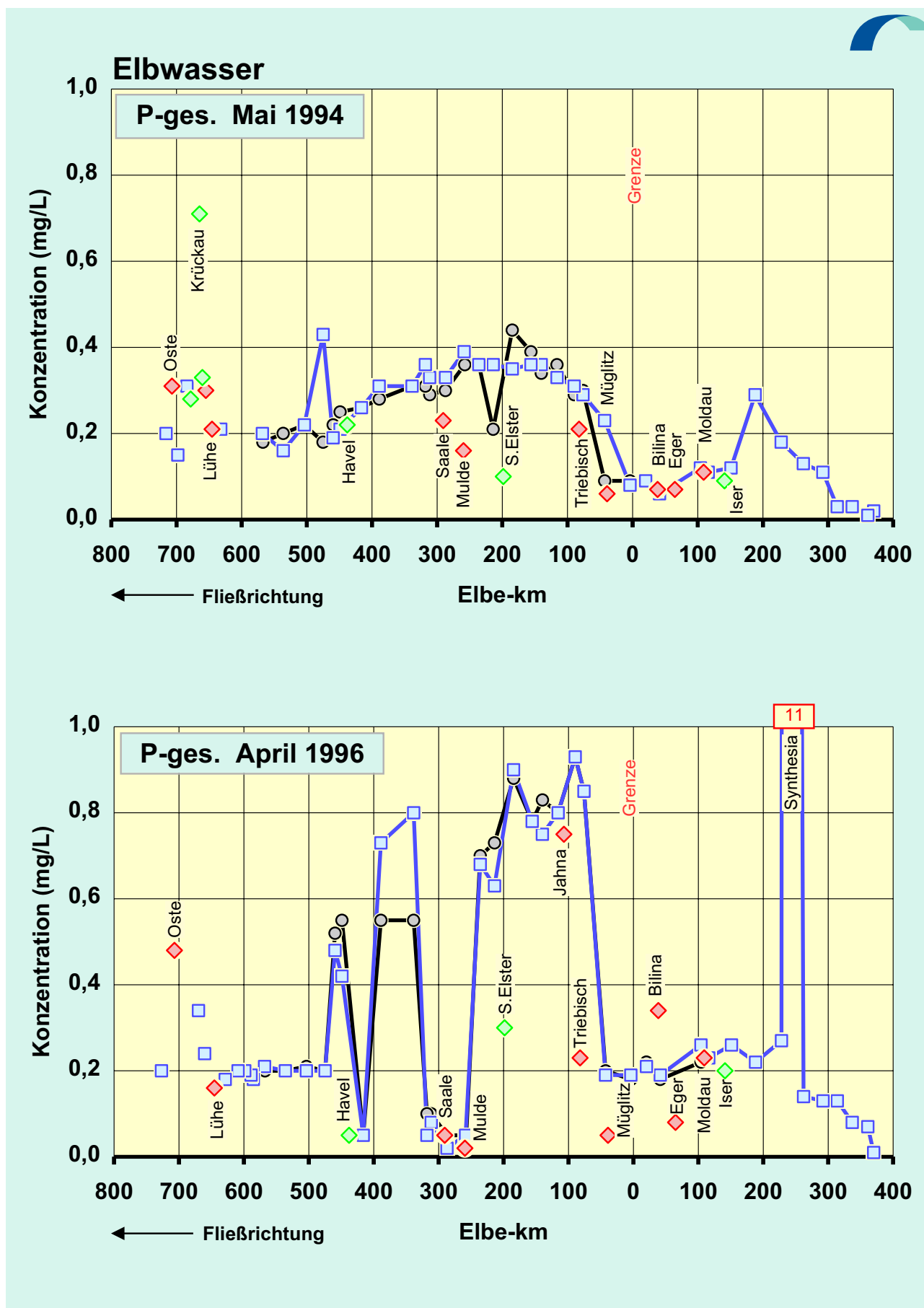


Abb.9b: Vergleich der **Phosphor**-Konzentration in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ♦ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Adsorbierbare Organische Halogenide (AOX)

Der **Gehalt an adsorbierbaren organischen Halogeniden (AOX)** war vor allem im oberen Flussabschnitt starken Schwankungen unterworfen. Sehr hohe AOX-Konzentrationen wurden in der Bilina (120 - 990 µg/L Cl) und bei den Einleitern von Synthesia (540 - 580 µg/L Cl) und Spolana- Neratovice (5600 µg/L Cl) gefunden. Im Oktober 1993 wurden zwischen Scharfenberg und Strehla AOX-Werte über 100 µg/L Cl gemessen, im Frühjahr 1994 waren deutlich niedrigere Gehalte um 60 µg/L Cl zu verzeichnen. Generell sind die Werte von 1993 bis 1996 gesunken, aber 1998 wieder etwas angestiegen.

Medianwerte der Elbabschnitte

AOX (µg/L Cl)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	-	43	83	28	49
Mai 1994	-	(34)	(61)	31	38
Sept. 1995	-	32	40	27	33
April 1996	-	23	26	25	24
Sept. 1998	-	41	47	44	44

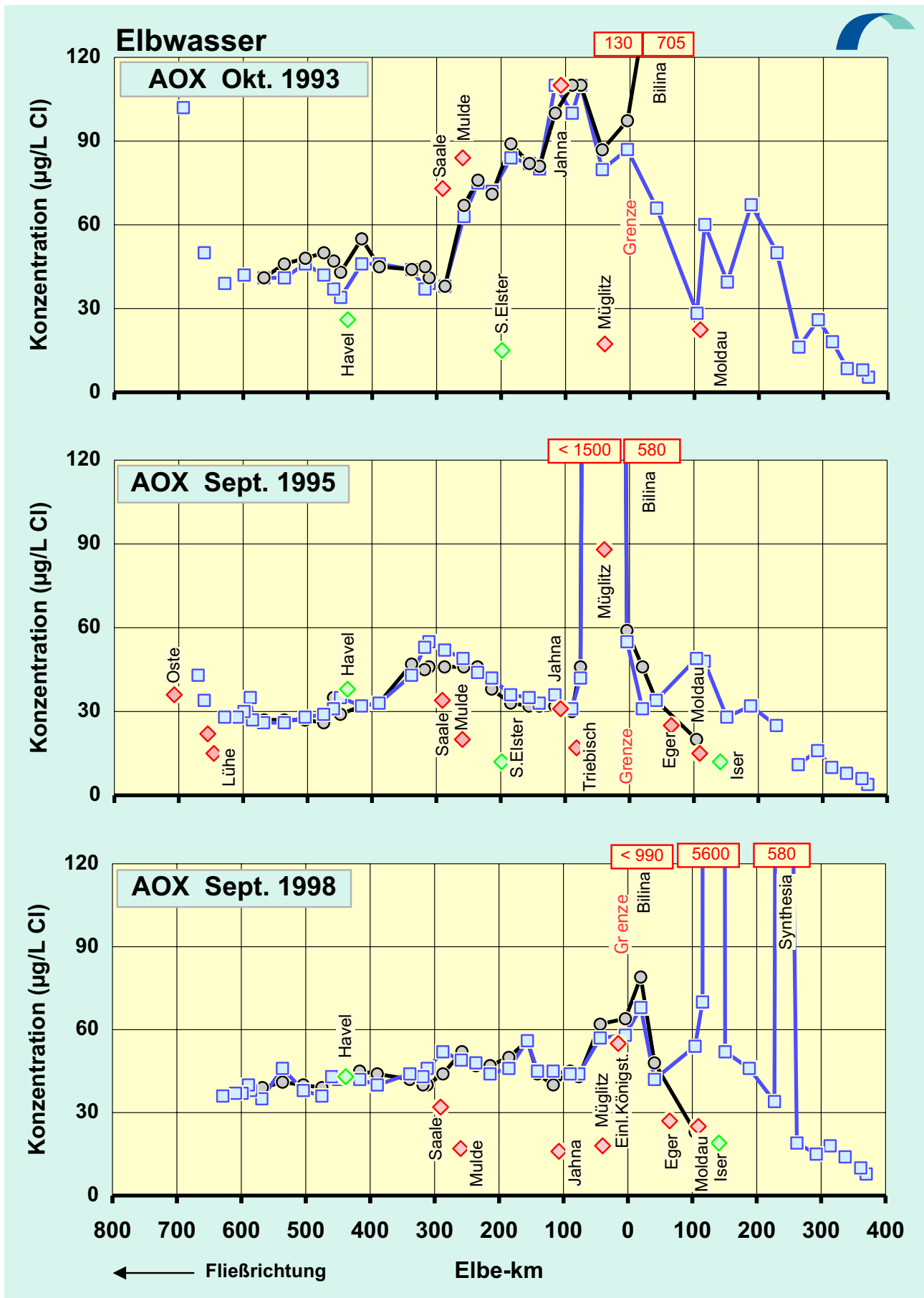


Abb.10a: Vergleich der AOX-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

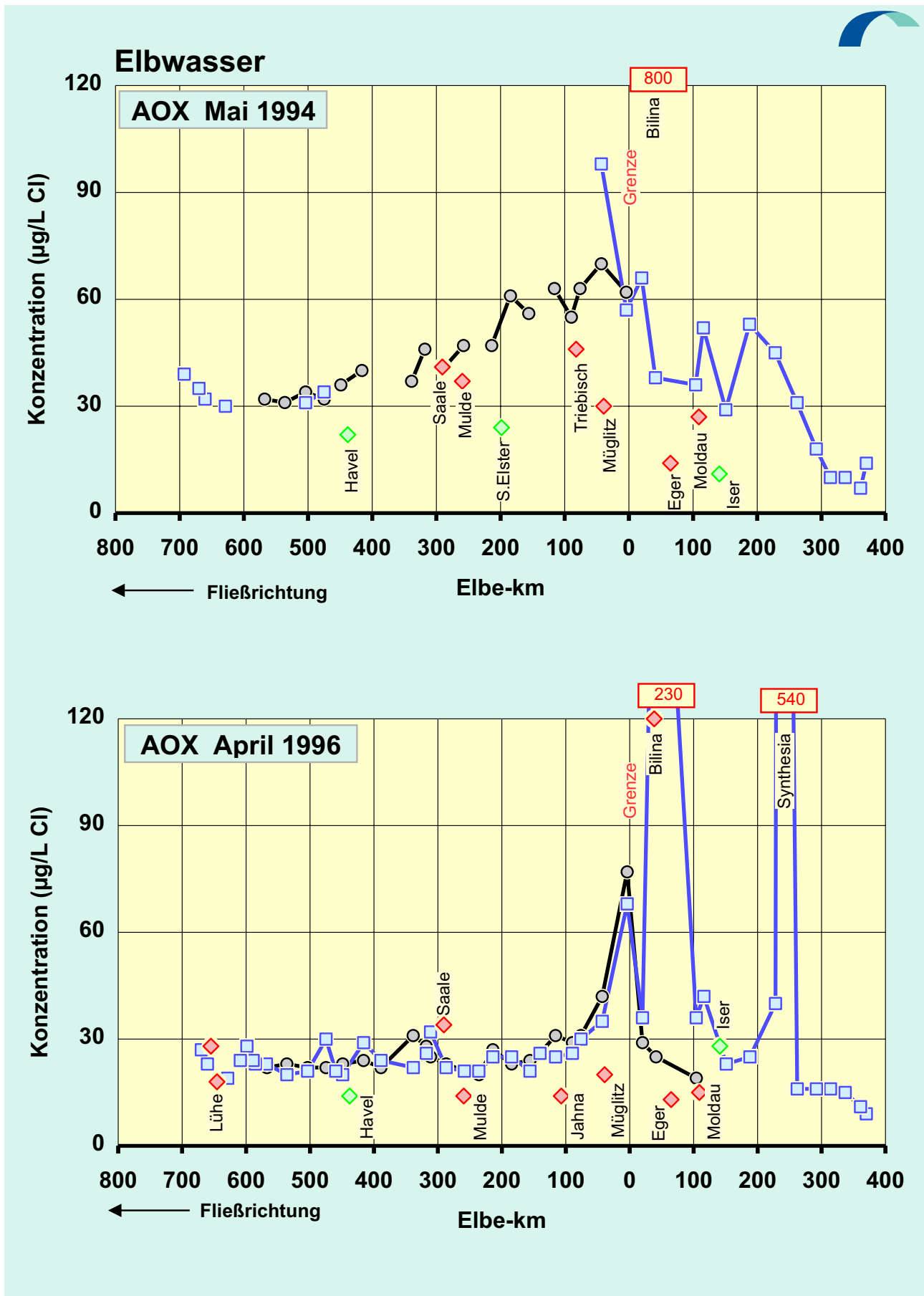


Abb.10b: Vergleich der **AOX**-Konzentrationen in der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rehtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Erläuterungen zu den Längsprofilgrafiken

Im Folgenden werden für alle in den Filtraten, Schwebstoffen und Sedimenten untersuchten Elemente Medianwerte in vier Flussabschnitten und für die gesamte Elbe angegeben. Die Messwerte werden in Form von Längsprofilgrafiken dargestellt. Bei der Kampagne im Oktober 1998 konnten in der Unterelbe keine Proben genommen werden. Dieser Flussabschnitt wurde dann im Dezember beprobt. Es stellte sich aber heraus, dass sich die Bedingungen und Konzentrationen in den acht Wochen deutlich verändert hatten. Deshalb werden diese Messwerte nicht dargestellt und für den unteren Flussabschnitt 1998 keine Medianwerte angegeben. Da die in den Elbauen bestimmten geogenen Hintergrundwerte überwiegend über den Medianwerten der Schwebstoffe und Sedimente in der Elbe liegen, wurden diese geogenen Hintergrundwerte an Hand der Konzentrationen der geogen geprägten Elemente Al, Sc und Rb normiert. Aus den fünf Kampagnen ergibt sich für die Schwebstoffe ein Normierungsfaktor von 0,52 und für die Sedimente ein Faktor 0,73. Diese normierten geogenen Hintergrundwerte (norm.geog. HGW) sind in den Tabellen und Grafiken eingetragen.

Da es für die Elbe keine einheitliche Kilometrierung gibt, wurden, wie derzeit üblich, die Flusskilometer auf tschechischem und deutschem Gebiet jeweils von der Staatsgrenze aus nach beiden Seiten von 0 hochgezählt.

Die Messwerte der rechten und linken Ufer sind jeweils mit eckigen und runden Symbolen gekennzeichnet und miteinander verbunden. Im Oberlauf wurden die Proben jeweils in Flussmitte genommen. Diese Werte besitzen das gleiche Symbol wie die Werte der rechten Ufer. Die Werte der Mündungen der Nebenflüsse sind als Punkte eingezeichnet, die linken und rechten Nebenflüsse mit roten bzw. grünen Symbolen. Messwerte, die außerhalb der Skalierung liegen, wurden als eingerahmter Wert in die Grafik eingetragen.

Für eine vergleichende Bewertung wurden zusätzlich zu den Elementkonzentrationen die normierten geogenen Hintergrundwerte dargestellt.

4.2 Elbelängsprofilgrafiken der untersuchten Elemente für die Filtrat-, Schwebstoff- und Sedimentbeprobungen sowie auf Scandium-normierte Konzentrationen

Lithium



Lithium gehört zur Gruppe der geogen beeinflussten Elemente. Es ist zu über 90 % gelöst in der Elbe zu finden.

In den **Filtratproben** lagen die Konzentrationen zwischen 0,4 und 50 µg/L. Der relativ hohe Lithiumgehalt von 78 µg/L im September 1998 in der Elbe bei CZ km 120 rührte von Einleitungen der Spolana Neratovice her. Die Konzentrationen stiegen von der Quelle bis zur Staatsgrenze an, sanken dann und nahmen schließlich im Tidebereich wieder zu. Die höchsten Gehalte wurden in der Bilina und in der Eger gefunden. Im Oktober 1993 wurden generell die höchsten und im September 1998 die zweithöchsten Werte bestimmt.

Die **Schwebstoffprofile** der Jahre 1993 bis 1998 zeigten einen für geogene Elemente häufig beobachteten Verlauf. Dies bedeutete meist hohe Gehalte bei Verdek und in der mittleren Elbe, sowie maximale Konzentrationen in der Tideelbe (Trübungszone). Die Lithiumgehalte der Schwebstoffe, die mit dem Tonmineralanteil verknüpft sind, lagen im September 1995 im Mittel am höchsten und im Mai 1994 am niedrigsten. Die gefundenen Werte bewegten sich zwischen etwa 7 und 85 mg/kg. Höhere Lithiumkonzentration wurden im April 1996 für die Müglitz (172 mg/kg) und im September 1998 für die Eger (224 mg/kg) gemessen.

Die **Sedimentprofile** der Elbe für die Kampagnen von 1992, 1995 und 1998 verliefen sehr ähnlich und relativ konstant im Bereich des normierten geogenen Hintergrundwertes (58 mg/kg). Für die Müglitz wurden immer höhere Gehalte gefunden (maximal 1995: 235 mg/kg), für die Schwarze Elster und die Havel niedrigere (um 20 mg/kg).

Wegen der hohen Korrelation zwischen Lithium und Scandium liegen die **Sc-normierten** Längsprofile sehr eng beieinander und sind nahezu konstant. Nur im Quellbereich und in der Müglitz traten wesentlich höhere Li/Sc-Verhältnisse auf.

Lithium

Li

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(18)	24	43	13	31
Mai 1994	(13)	13	17	8,0	13
Sept. 1995	(23)	15	19	9,4	17
April 1996	(14)	14	17	6,1	14
Sept. 1998	-	19	28	8,3	(22)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	55	36	36	41	37
Mai 1994	41	22	31	27	31
Sept. 1995	55	39	54	42	49
April 1996	46	40	44	48	42
Sept. 1998	-	30	40	43	(37)

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	57	52	50	57	53
Okt. 1995	55	55	65	55	56
Okt. 1998	59	54	60	57	57

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	56 - 125	51 - 92	67 - 104	51 - 125
Auensedimente / Mittelw.	79	76	82	79
normiert für Sedimente				58
normiert für Schwebstoffe				42

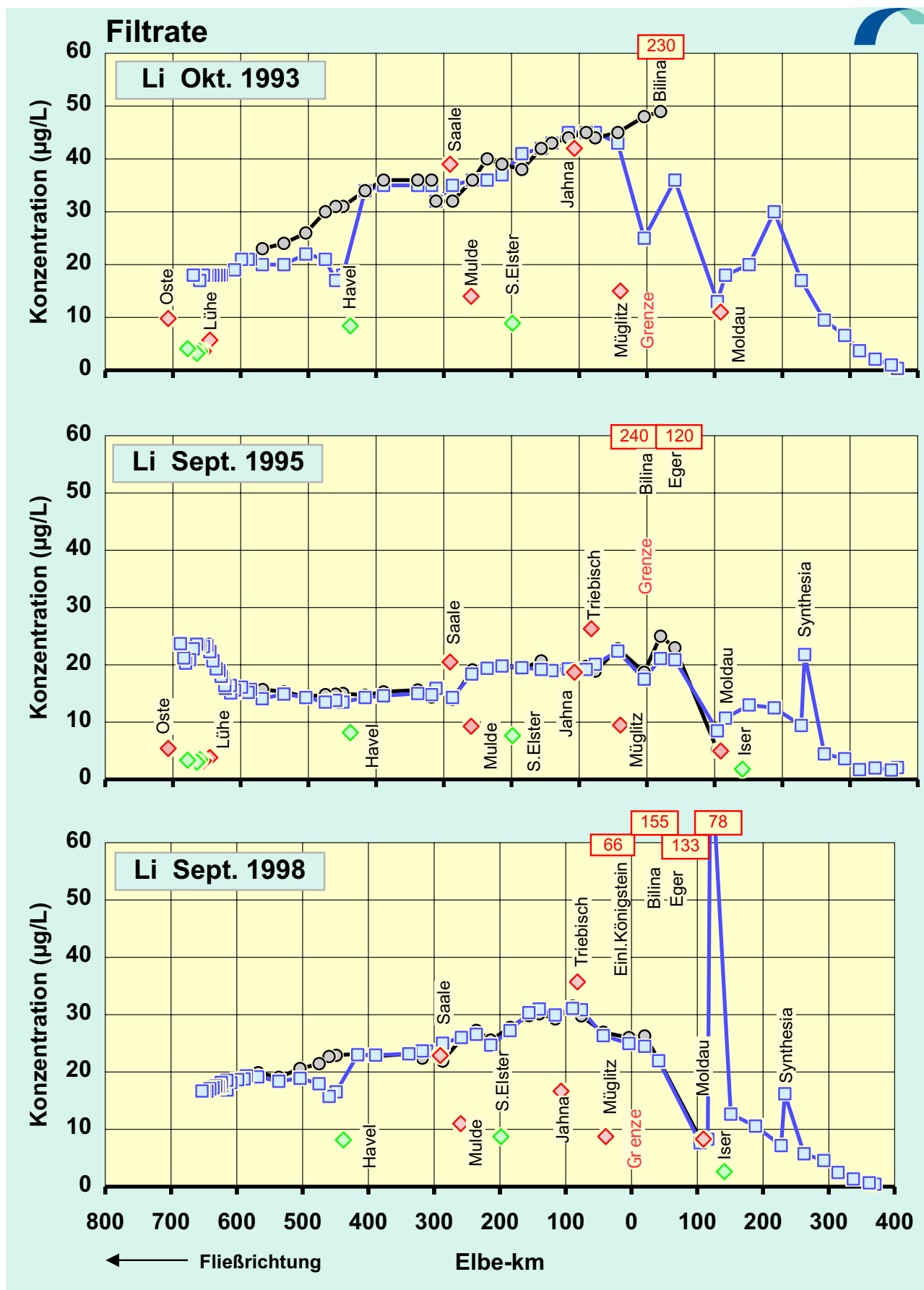


Abb.11a: Vergleich der **Lithium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

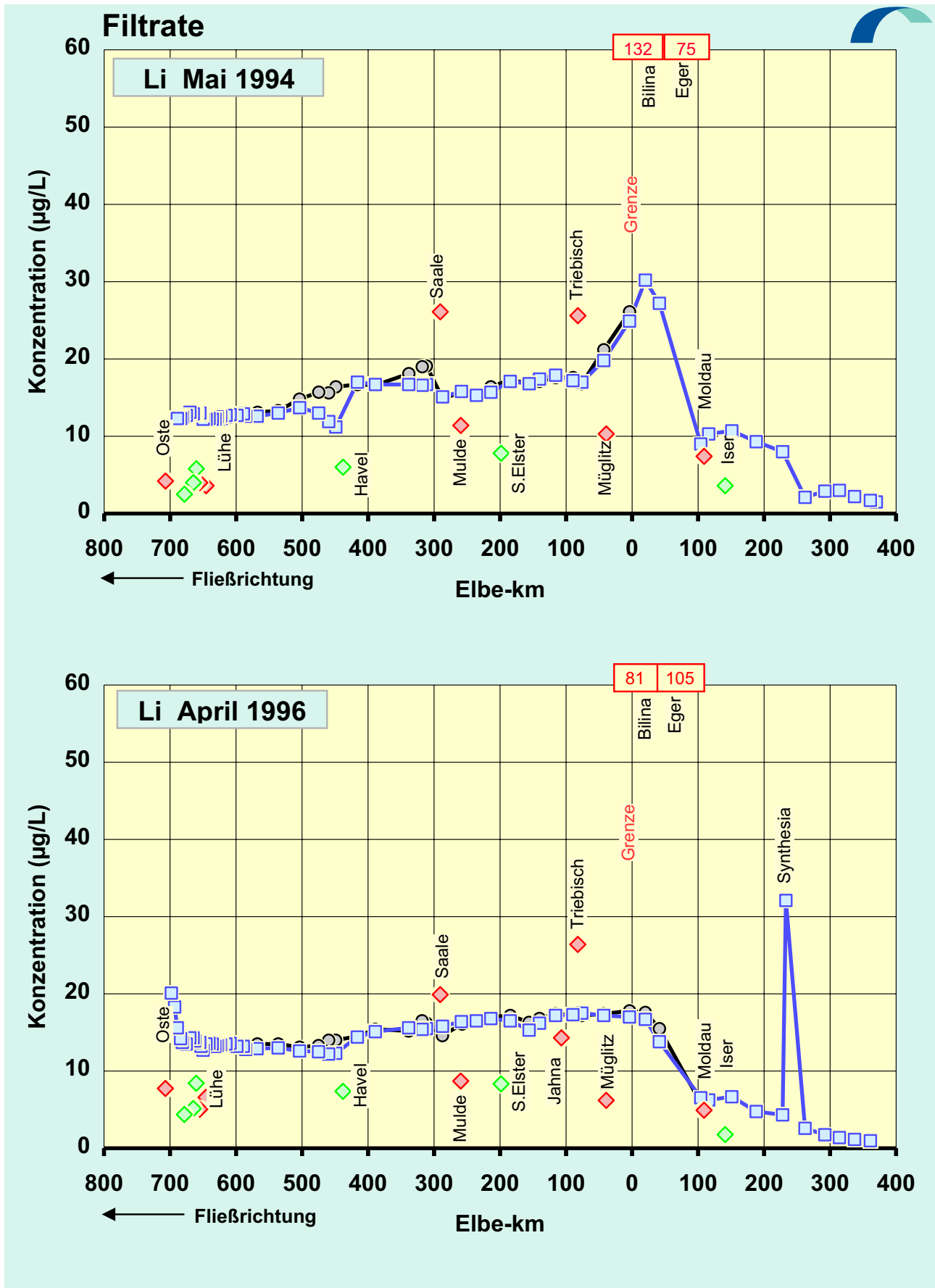


Abb.11b: Vergleich der **Lithium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

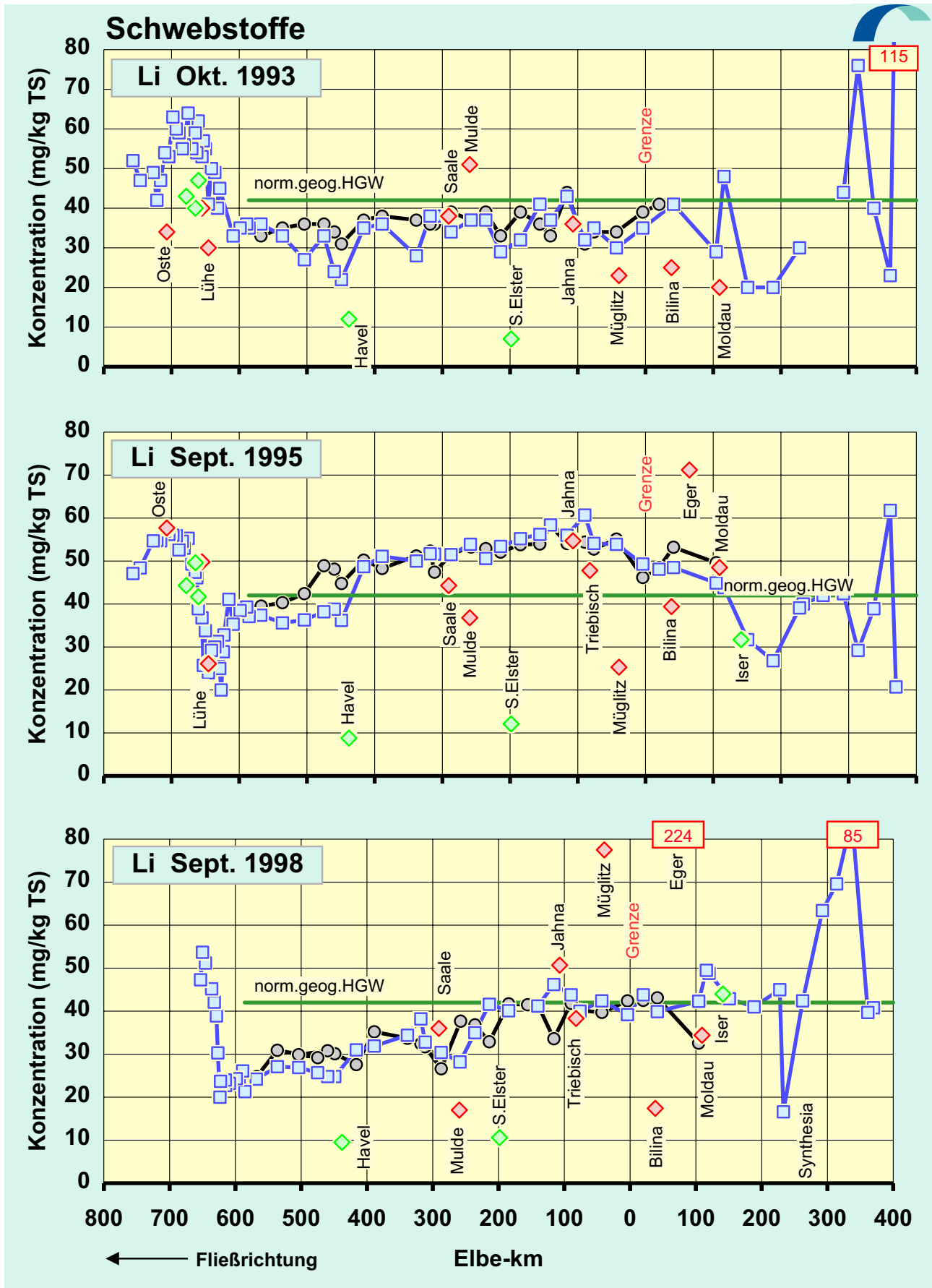


Abb.11c: Vergleich der **Lithium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

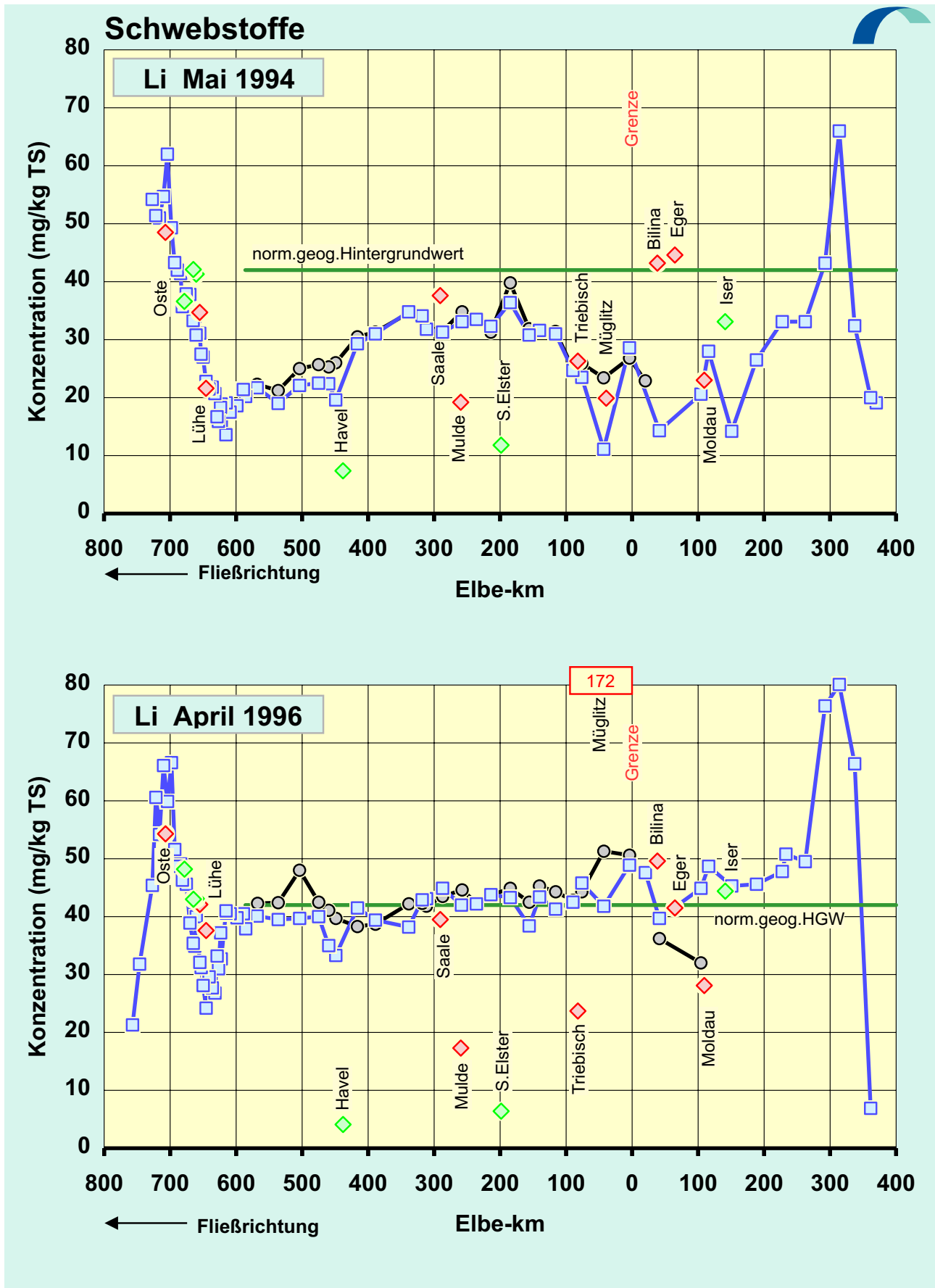


Abb.11d: Vergleich der **Lithium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

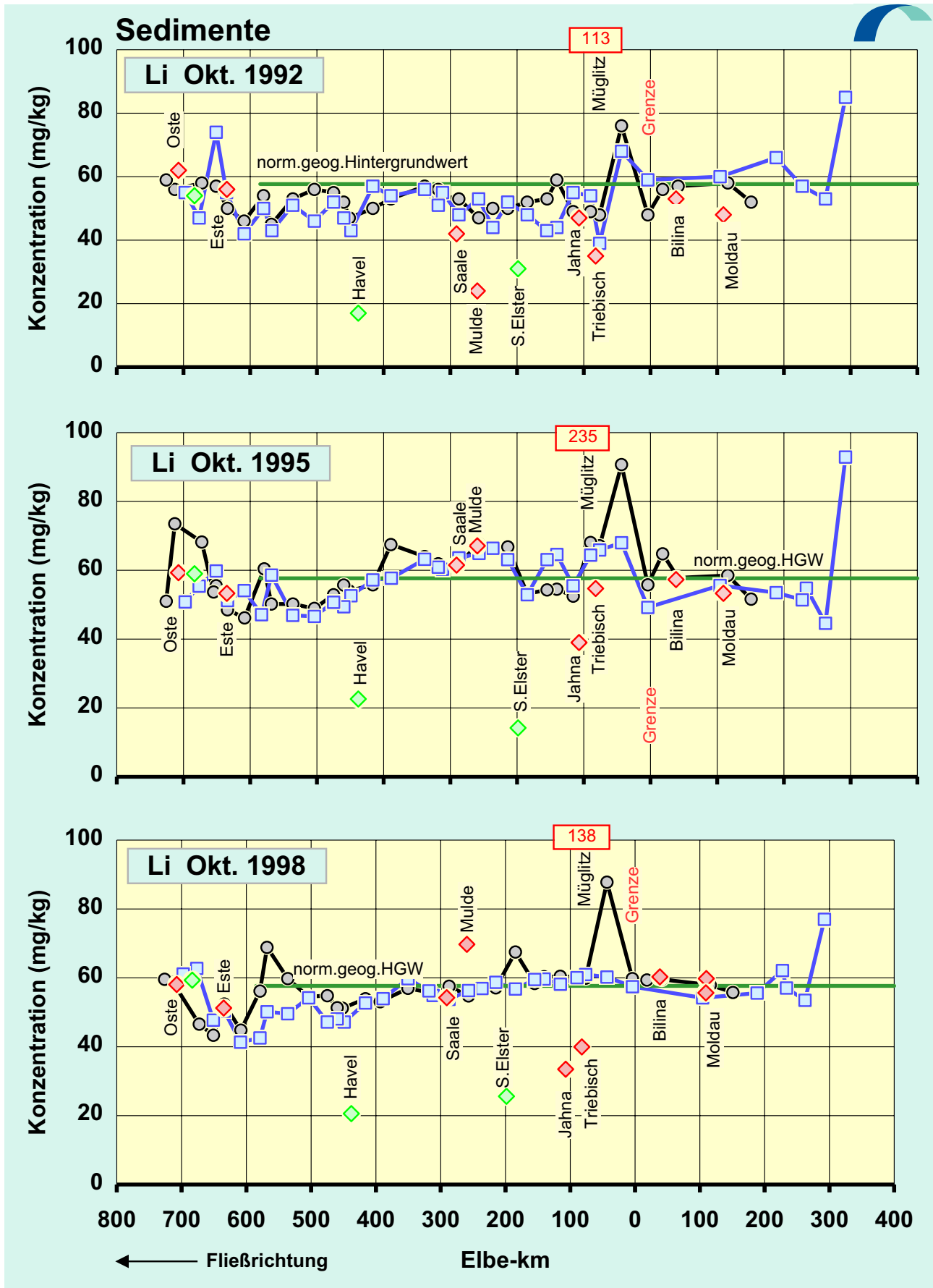


Abb.11e: Vergleich der **Lithium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

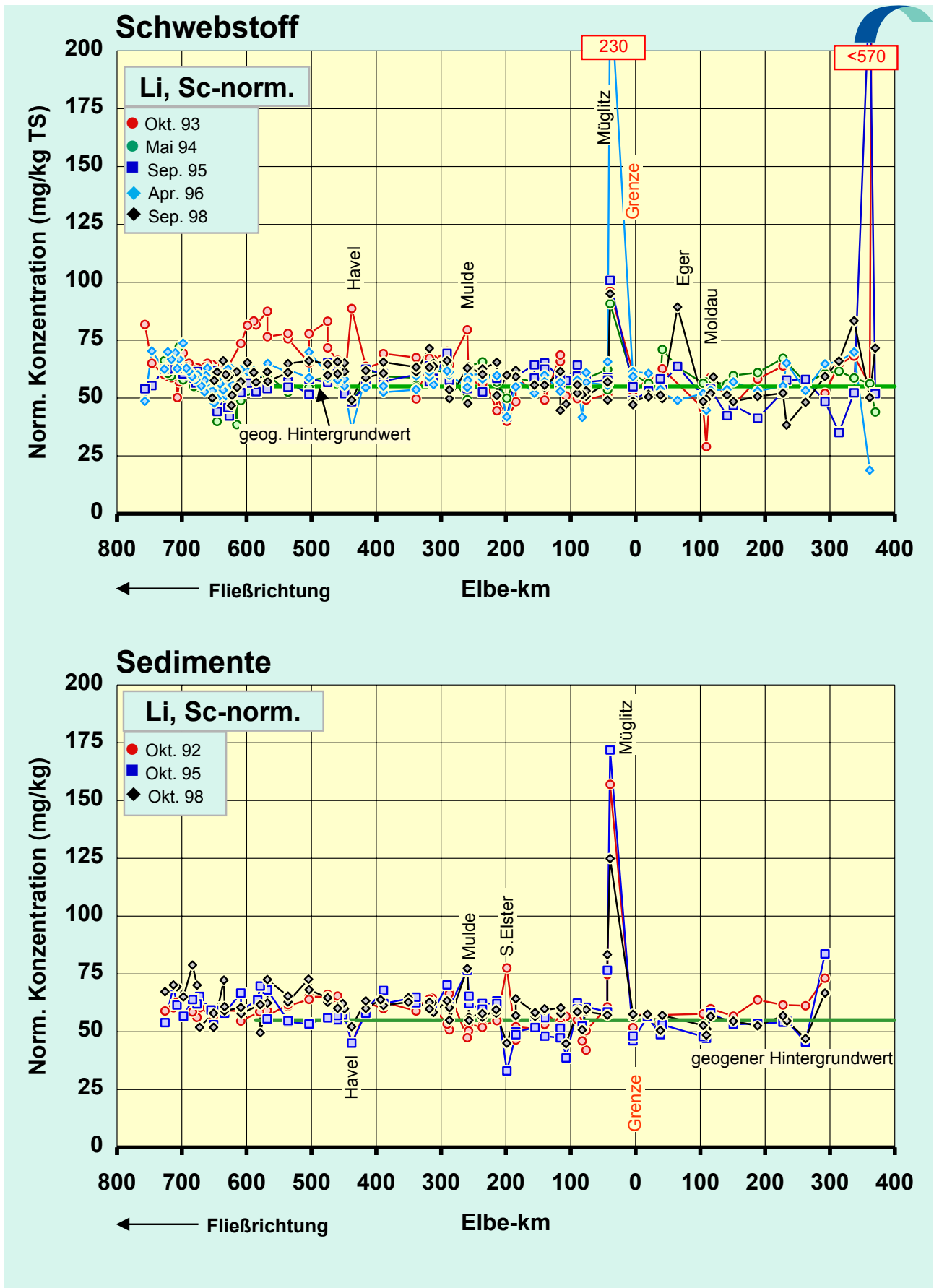


Abb.11f: Vergleich der Sc-normierten **Lithium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Li}^{norm} = C_{Li} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Beryllium



Be

Beryllium gehört in der Elbe zu der Gruppe der sowohl geogen als auch anthropogen beeinflussten Elemente. Es wird vermutlich zu über 50 % am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** lagen die Konzentrationen für Beryllium im Allgemeinen unter der Bestimmungsgrenze von etwa 0,2 µg/L. Nur für die Filtratproben von 1995 konnte die Nachweisgrenze vorübergehend auf 0,01 µg/L gesenkt und Beryllium im Konzentrationsbereich von der Nachweisgrenze bis zu 0,4 µg/L mit einem Medianwert von 0,03 µg/L nachgewiesen werden. Relativ hohe Werte wurden nahe der Elbequelle, bei den Synthesia-Werken und in der Müglitzmündung gefunden.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Berylliumgehalte von 0,5 bis 29 mg/kg ermittelt. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Elbschwebstoffen kurz unterhalb der Elbequelle und besonders 1996 und '98 in den Nebenflussmündungen von Müglitz und Triebisch gefunden. Die Längsprofile zeigten für die verschiedenen Kampagnen keinen einheitlichen Verlauf. Die gefundenen Werte lagen immer über dem normierten geogenen Hintergrundwert, aber ein klarer zeitlicher Trend war nicht zu erkennen.

Für die Konzentrationen der **Elbsedimente** aus den drei Beprobungsjahren 1992, 1995 und 1998 wurden Werte im Bereich von 1,9 bis 7,6 mg/kg ermittelt. Höhere Gehalte wurden vor allem in den Proben aus den Nebenflüssen Müglitz (1995, '98) und Triebisch (1992, '95, '98) gefunden. Eine zeitliche Entwicklung der Profile war nicht vorhanden.

Die Längsprofilardarstellung der **Sc-normierten** Berylliumgehalte verdeutlichen besonders für die Schwebstoffe die Belastungen vieler ostdeutscher Nebenflüsse. Auch fällt die stärkere anthropogene Beeinflussung im Jahr 1993 auf.

Beryllium

Be

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,01	0,02	0,03	0,03	< 0,2
Mai 1994					< 0,2
Sept. 1995					0,02
April 1996					< 0,2
Sept. 1998					< 0,2

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	2,5	3,7	3,3	2,4	3,0
Mai 1994	2,2	2,0	2,8	4,7	2,4
Sept. 1995	2,0	2,5	3,3	3,4	2,8
April 1996	1,9	2,6	2,6	3,0	2,6
Sept. 1998	-	2,8	3,9	4,0	3,2

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	2,5	3,8	4,0	3,9	3,8
Okt. 1995	2,7	3,9	4,4	3,7	4,0
Okt. 1998	2,8	3,7	4,4	3,9	4,1

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Kralove	gesamt
Auensedimente / Bereich	2,1 - 4,5	3,8 - 5,0	3,0 - 5,0	2,1 - 5,0
Auensedimente / Mittelw.	3,7	4,2	4,0	3,9
normiert für Sedimente				2,8
normiert für Schwebstoffe				2,1

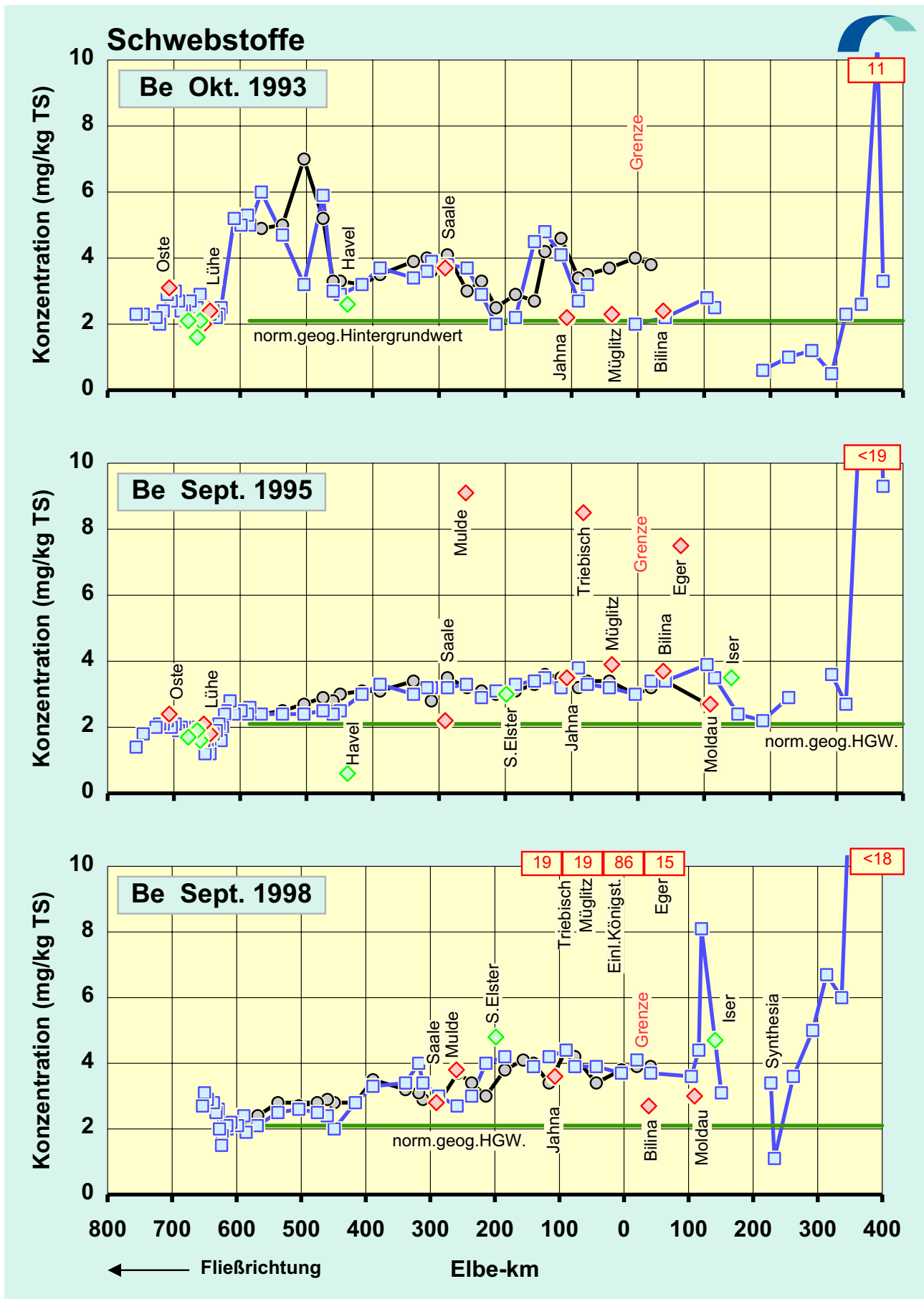
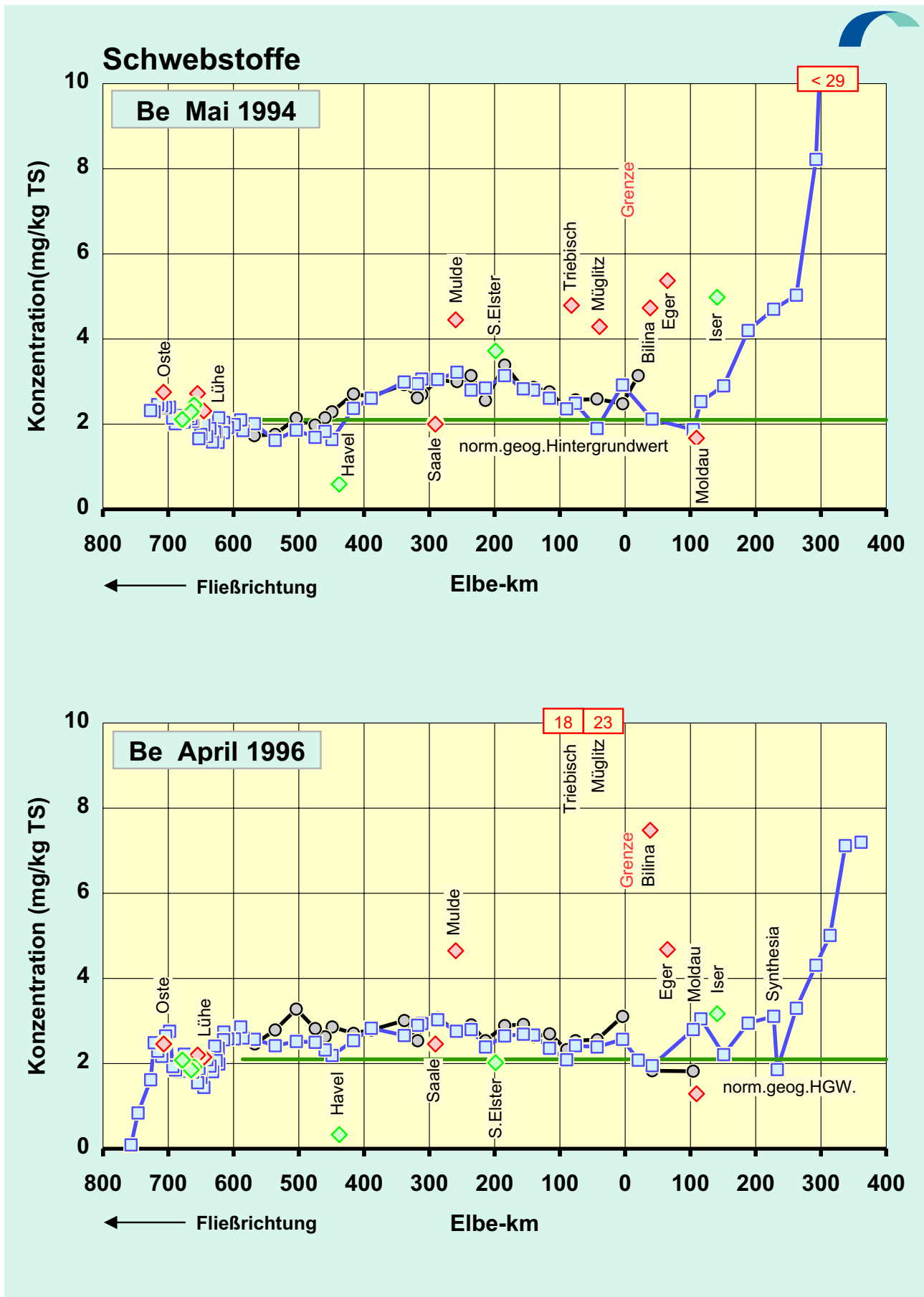


Abb.12c: Vergleich der **Beryllium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts



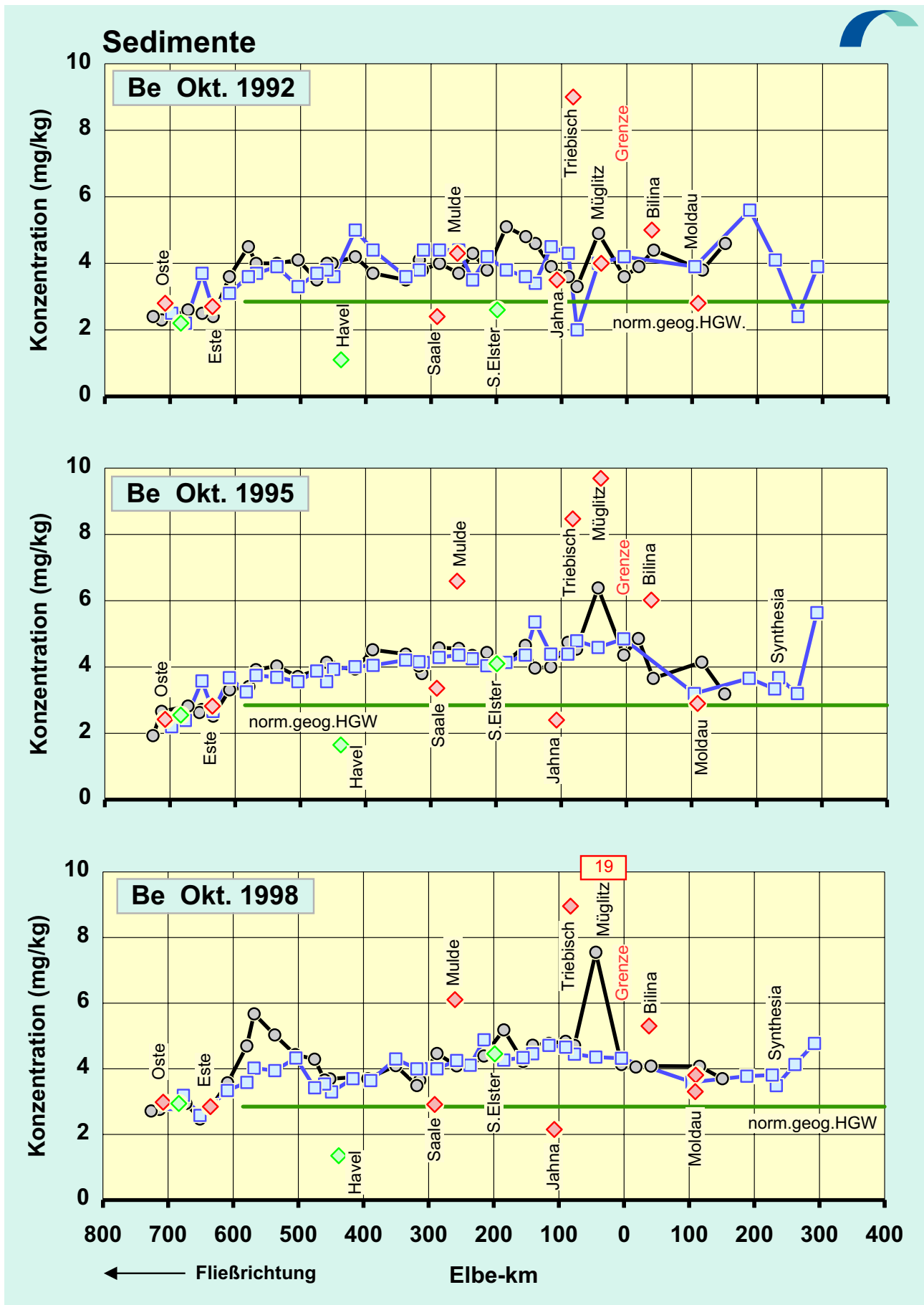


Abb.12e: Vergleich der **Beryllium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

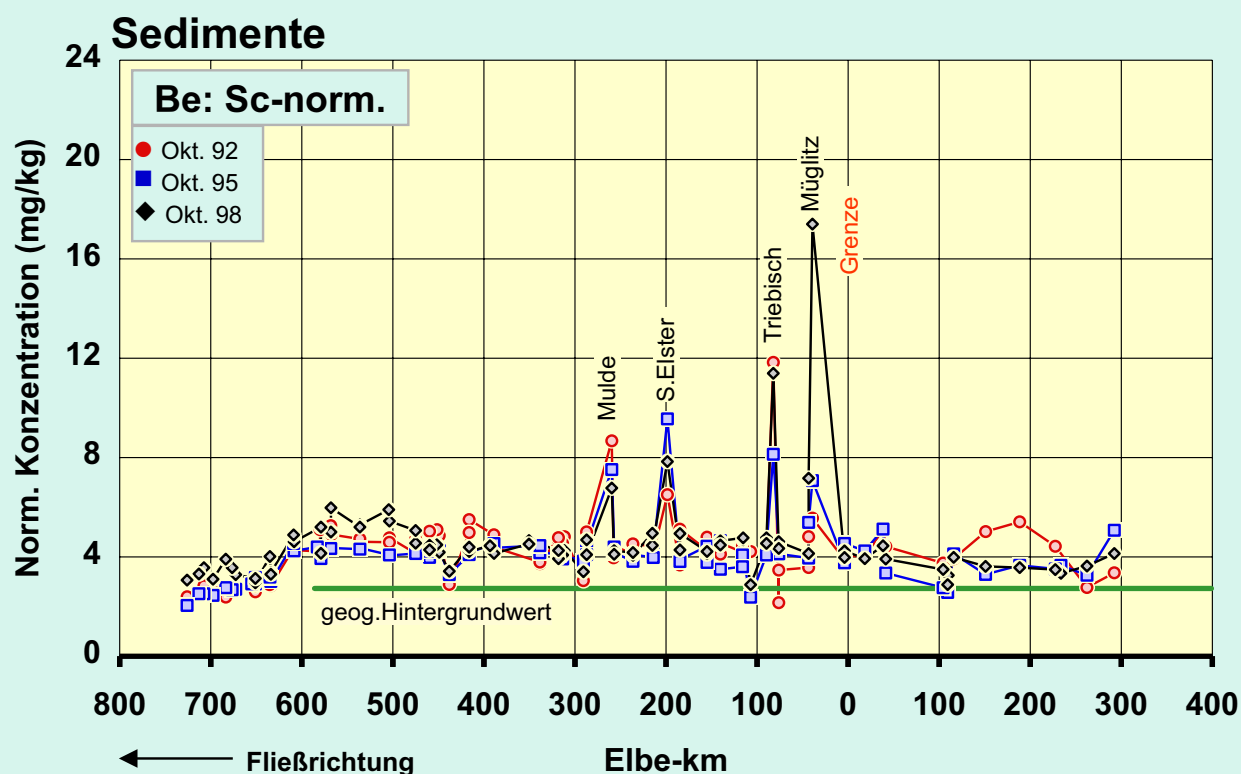
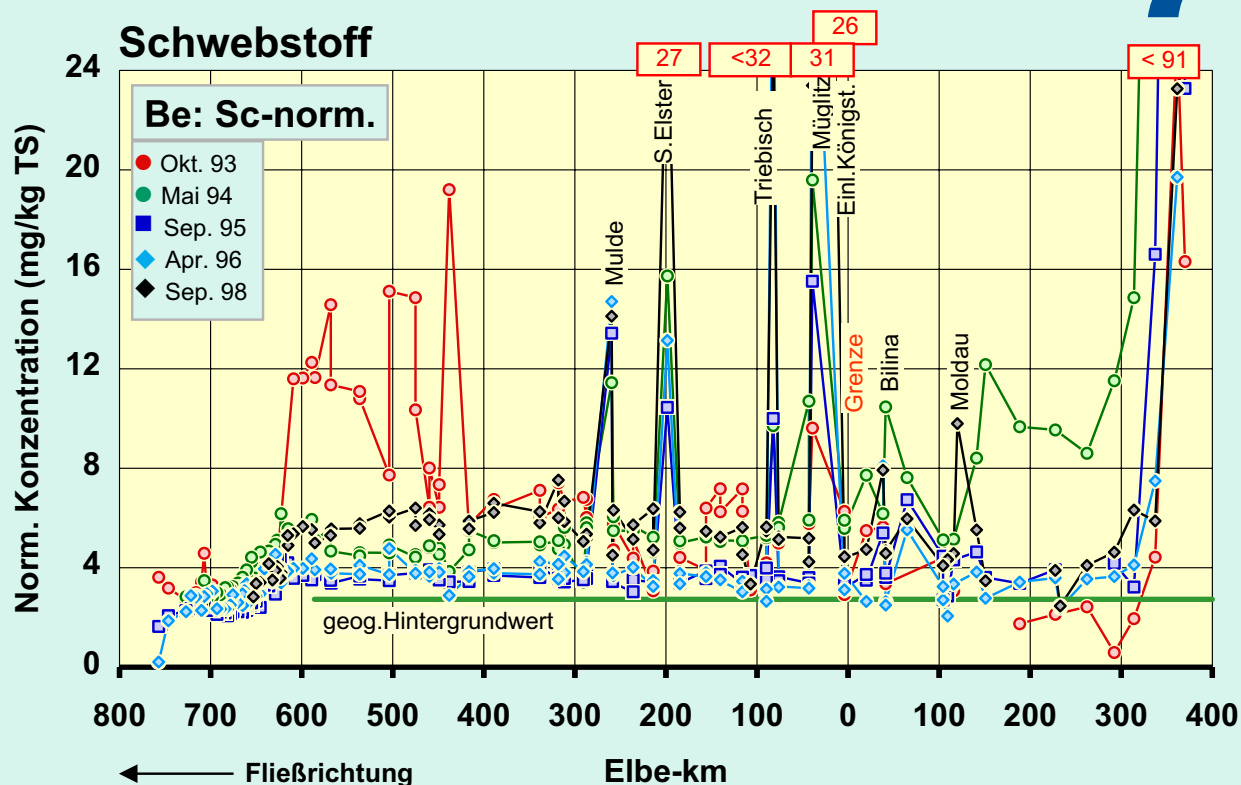


Abb.12f: Vergleich der Sc-normierten **Beryllium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Be}^{norm} = C_{Be} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Bor

B

Bor ist in der Tideelbe ein stark maritim und sonst häufig auch anthropogen beeinflusstes Element. Es verhält sich ähnlich wie Calcium und wird hauptsächlich gelöst transportiert. Anthropogen kann es vor allem aus Waschmitteln in die Flüsse eingetragen werden.

Die Konzentrationen in den **Elbwasserfiltraten** lagen zwischen 1 und über 300 µg/L. Die Werte nahmen von der Quelle bis zur deutsch-tschechischen Grenze langsam zu, blieben dann - abhängig von der jeweiligen Kampagne - auf einem Niveau von etwa 75 bis 150 µg/L und erreichten nach dem Zufluss von Saale und Havel ein zweites Maximum. Im Tidebereich stiegen die Konzentrationen in Richtung Nordsee stark an. Höhere Gehalte wurden in der Bilina und in der Saale gefunden. Der Einfluss der Saale auf die Elbe war besonders bei den Proben von 1993 und 1994, aber auch von 1998 zu sehen. Die gelösten Boranteile waren im Beprobungszeitraum von 1993 bis 1996 gesunken, 1998 aber wieder angestiegen.

Die spezifische Borkonzentrationen in den **Schwebstoffen** konnten nur für die Kampagnen von 1993 und 1994 zuverlässig bestimmt werden. Die gefundenen Werte lagen im Bereich von etwa 12 bis über 200 mg/kg. Die Längsprofile zeigten zunächst von der Quelle in Richtung Tideelbe fallende und in der Tidezone dann ansteigende Gehalte.

Die Borgehalte der fraktionierten **Elbsedimente** bewegten sich etwa im gleichen Bereich wie die der Schwebstoffe und zeigten ähnliche Längsprofilverläufe. Die gefundenen Werte für die Probenserie von 1998 lagen über denen der beiden anderen Kampagnen; außerdem streuten sie sehr.

Die **Sc-normierten** Konzentrationen decken die Bedeutung der Schwarzen Elster als Einleiter für partikulär gebundenes Bor auf.

Bor

B

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(172)	190	150	102	(164)
Mai 1994	(122)	122	82	66	(116)
Sept. 1995	(171)	109	78	70	(99)
April 1996	(93)	82	61	(64)	(80)
Sept. 1998	-	147	130	89	(139)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	101	53	55	88	61
Mai 1994	59	34	29	55	35
Sept. 1995	-	-	-	-	-
April 1996	(30)	-	(20)	(31)	(22)
Sept. 1998	-	44	(48)	(99)	(47)

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	96	63	48	53	53
Okt. 1995	74	54	51	58	55
Okt. 1998	128	69	58	68	66

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	19 - 53	24 - 88	77 - 118	19 - 118
Auensedimente / Mittelw.	28	52	94	58
normiert für Sedimente				42
normiert für Schwebstoffe				31

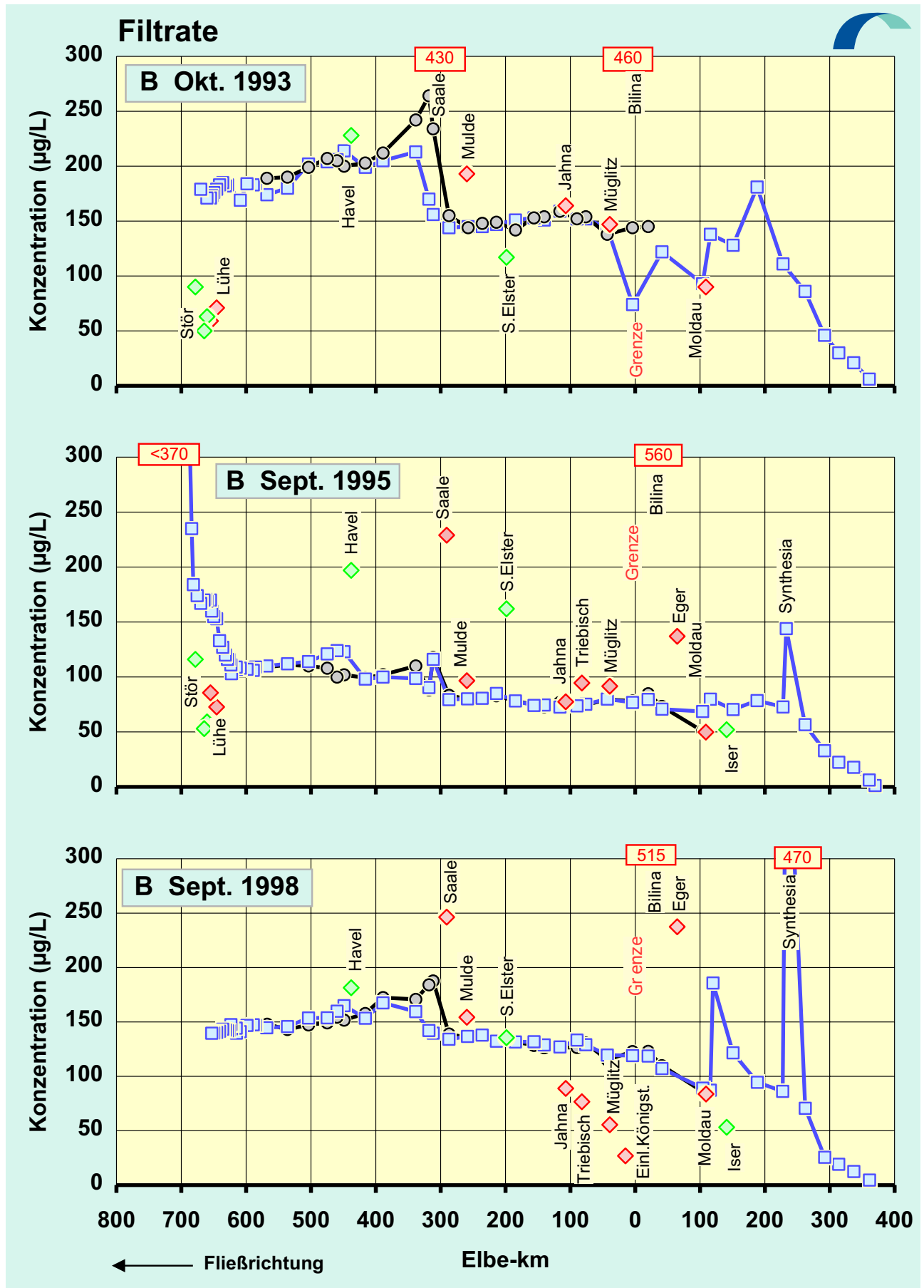


Abb.13a: Vergleich der **Bor**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

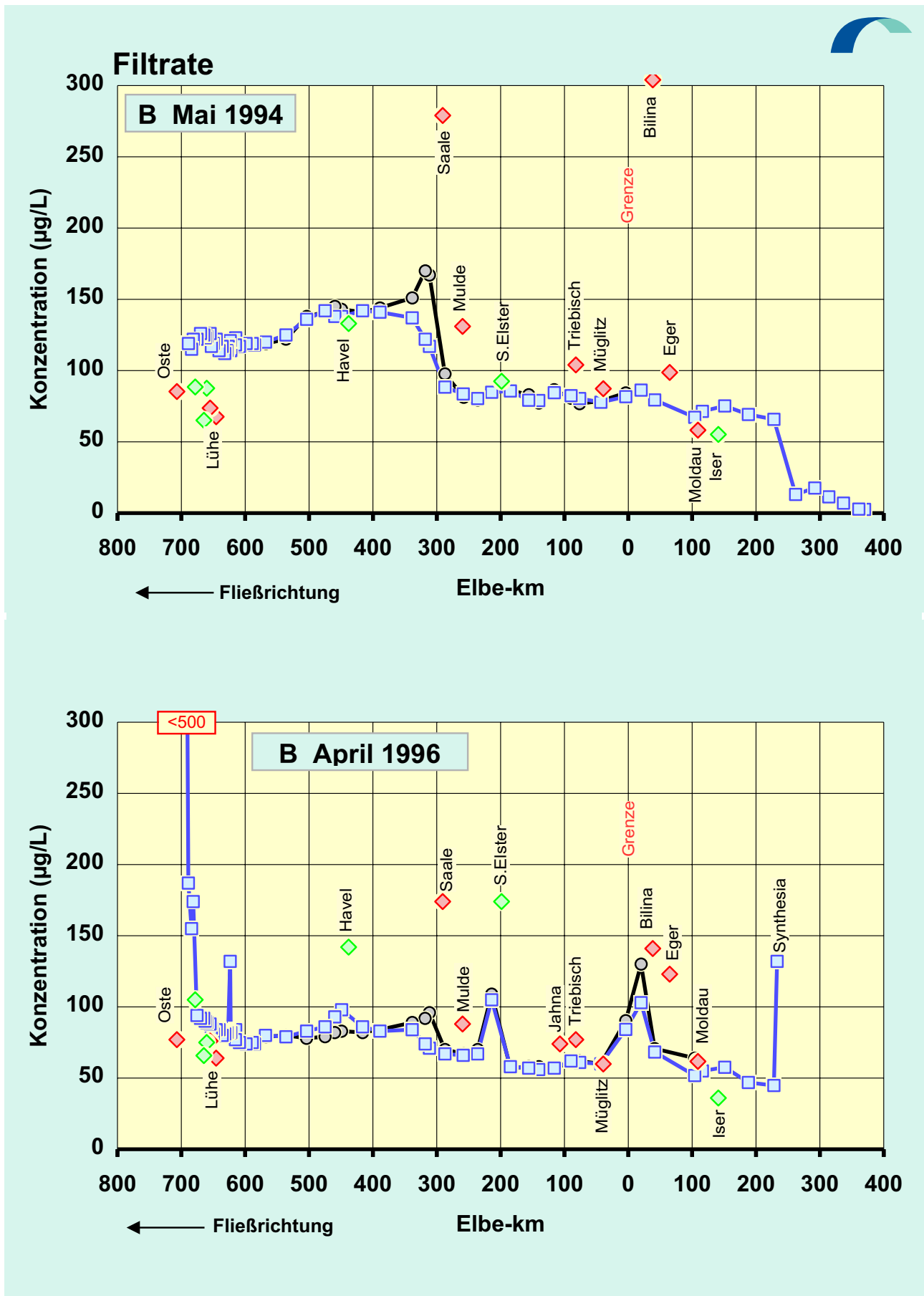


Abb.13b: Vergleich der **Bor**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

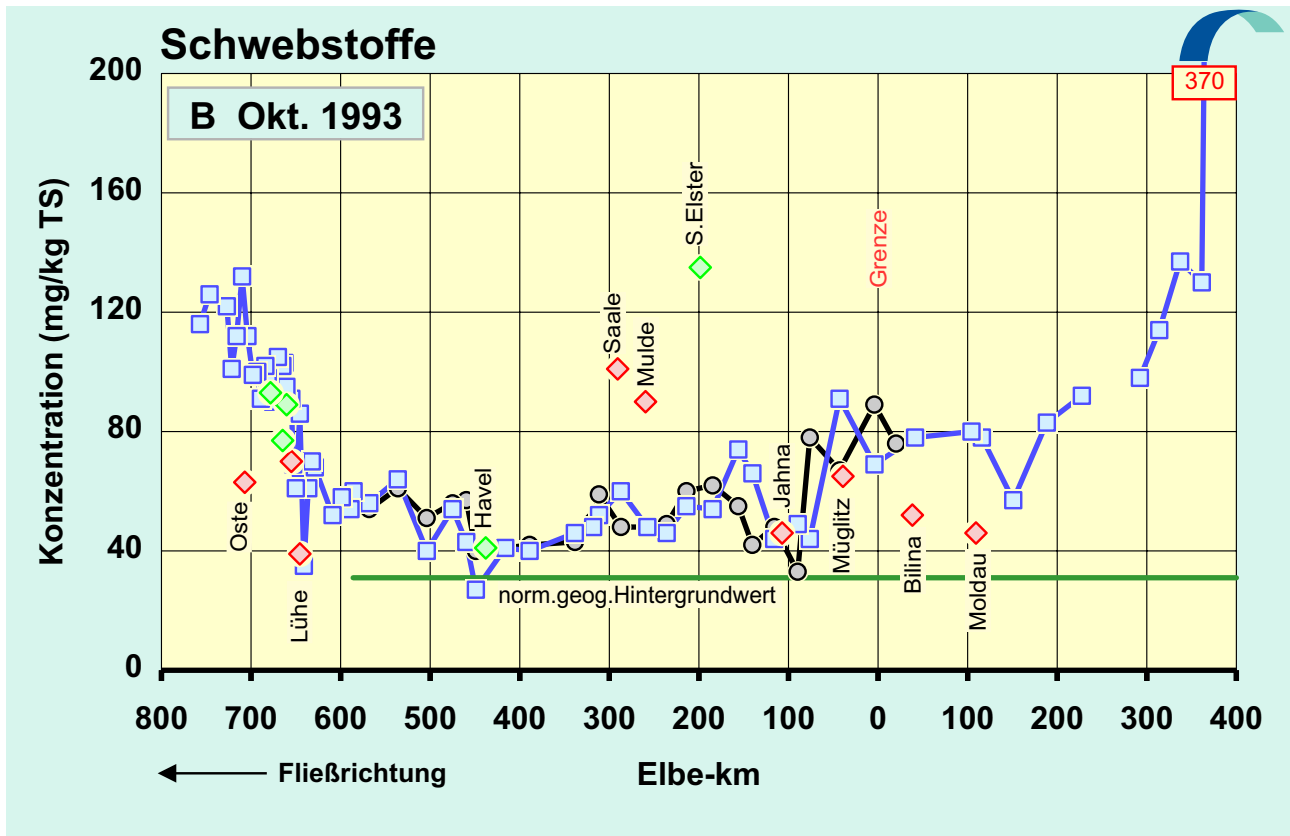


Abb.13c: Bor-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / (Sept. 1995 und Sept. 1998 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

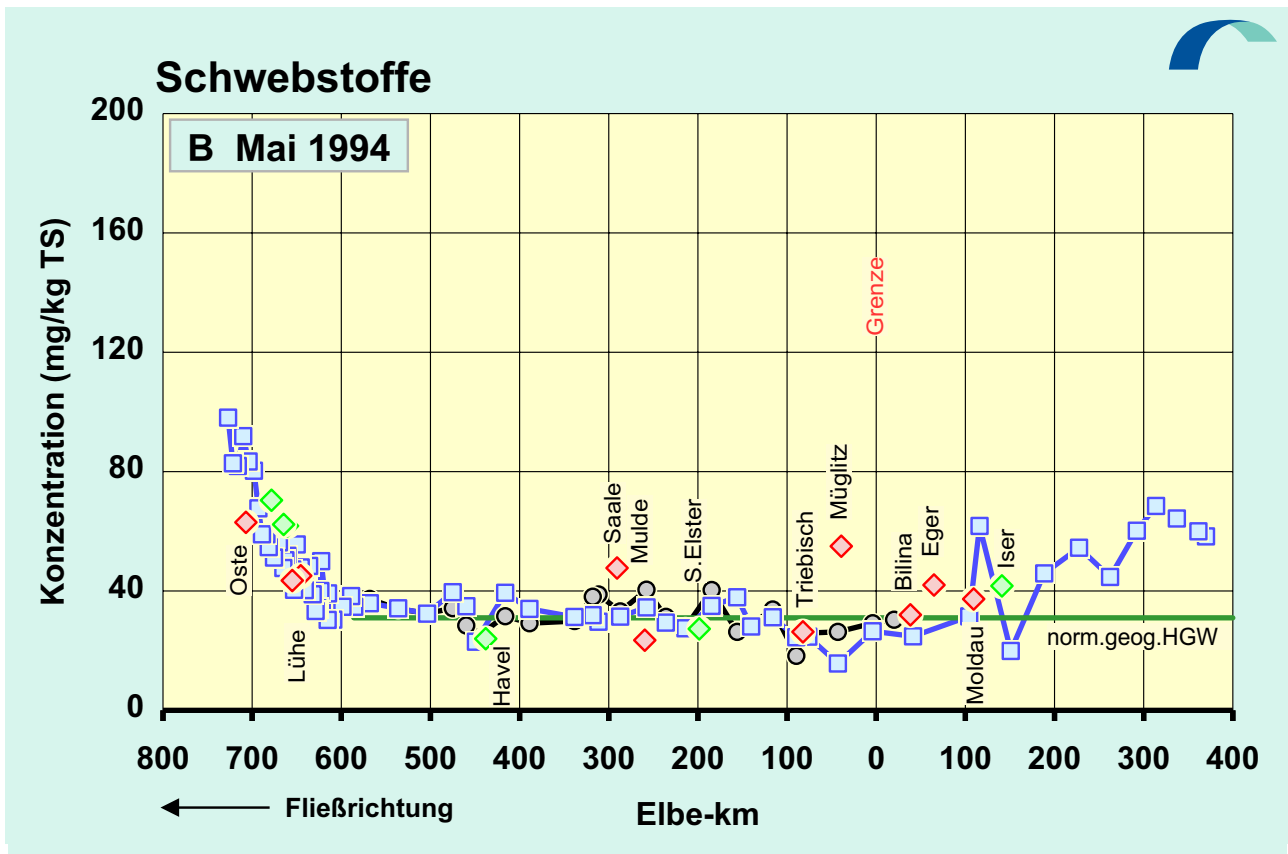


Abb.13d: Bor-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / (April 1996 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

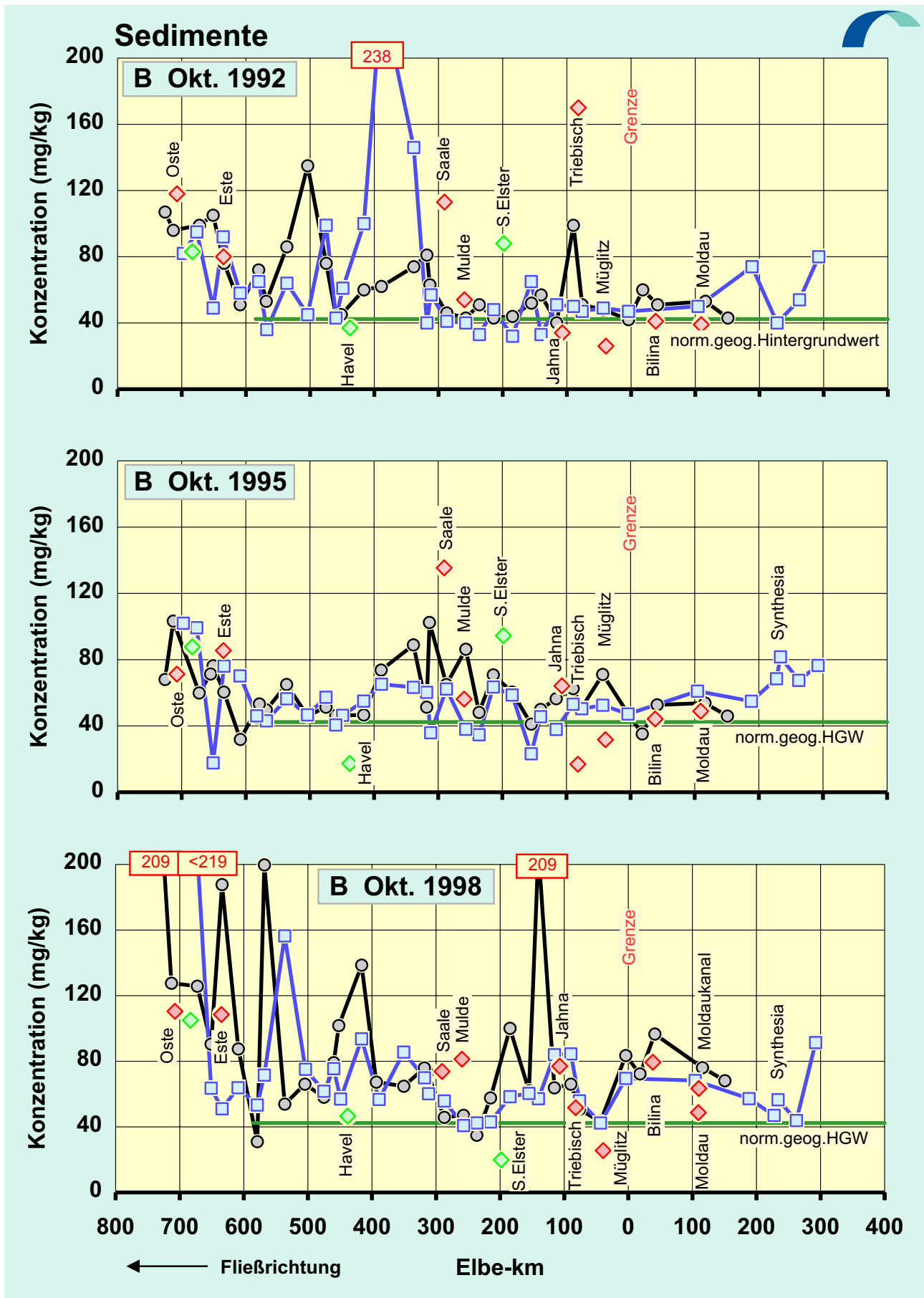


Abb.13e: Vergleich der **Bor**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

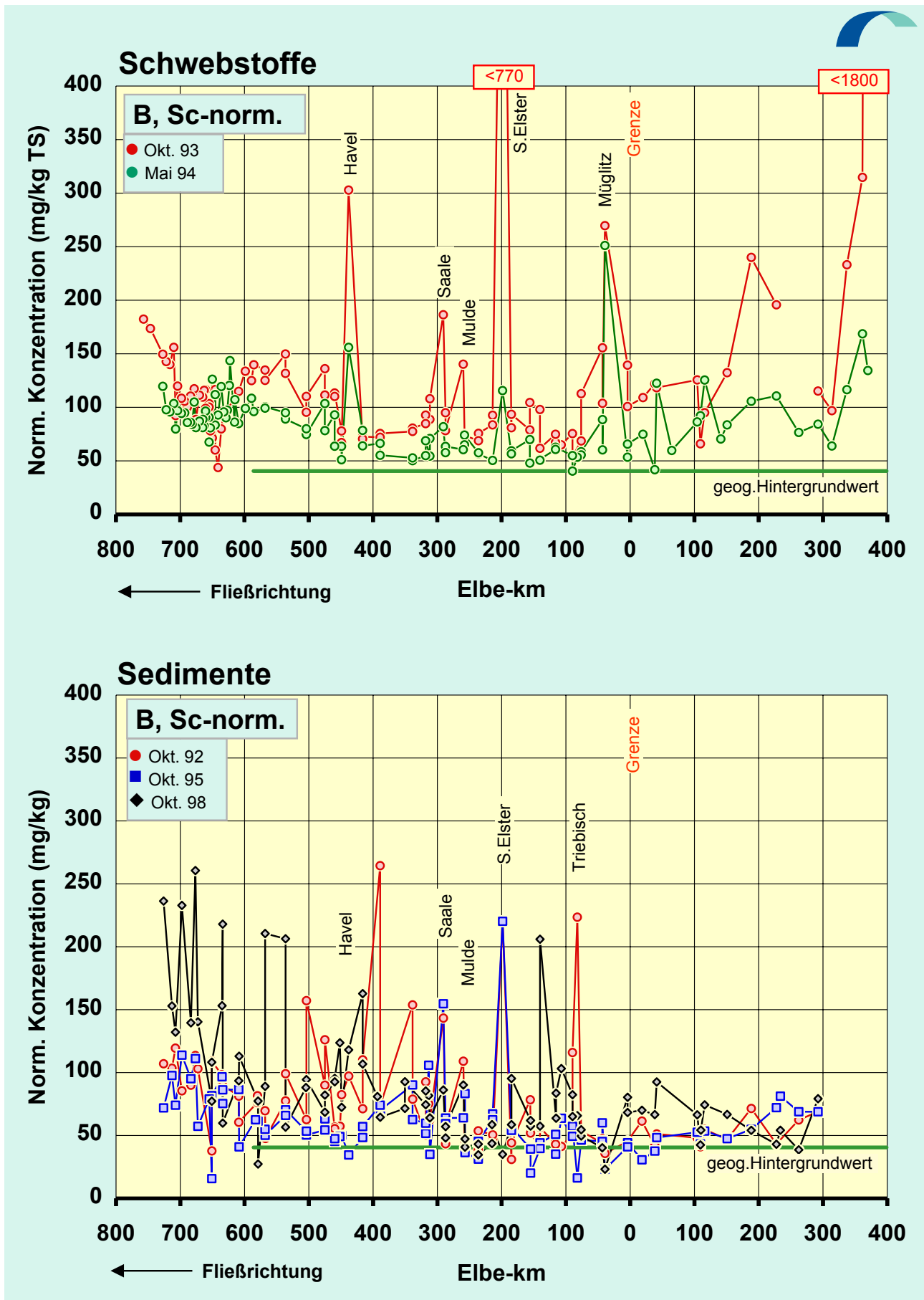


Abb.13f: Vergleich der Sc-normierten **Bor**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_B^{norm} = C_B / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Natrium

Na

Natrium zählt in der Tideelbe zu den stark maritim beeinflussten Elementen; in der übrigen Elbe wird es meist geogen, in gewissem Maße aber auch anthropogen beeinflusst. Das Element wird in der Wasserphase der Elbe vor allem gelöst transportiert.

Die Konzentration von Natrium variiert in den **Elbwasserfiltraten** naturgemäß sehr stark. Von 500 µg/L im Quellbereich stiegen die Konzentrationen durch die Vermischung mit Nordseewasser in der Elbmündung bis über das Tausendfache auf mehr als 500 mg/L an. Im tschechischen Teil der Elbe fielen die Proben aus der Umgebung der Synthesia-Werke und der Spolana Neratovice (1998) und aus dem Nebenfluss Bilina durch ihre hohen Natriumwerte auf. Unterhalb Magdeburgs bis zur Tidezone wurde der Gehalt der Elbe an gelöstem Natrium äußerst stark durch den Zufluss der Saale geprägt. Dies war besonders gut unterhalb der Saalemündung an den hohen, für linke und rechte Flussseite stark unterschiedlichen Werten zu beobachten, wenn die Elbe wenig Wasser führte, wie es während der beiden Herbstkampagnen von 1993 und 1998 der Fall war. Die zeitliche Entwicklung der Konzentrationen von gelösten Natrium in der Elbe war wegen der unterschiedlichen Abwasserhältnisse nur schwer zu beurteilen.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Natriumgehalte von etwa 1 bis über 11 g/kg bestimmt. Die Längsprofile zeigten Maxima bei der Quelle, bei Verdek, beim Saalezufluss und im Salzwasserbereich. Zusätzlich zum gelösten Natrium brachte die Saale auch größere Mengen von partikulär gebundenem Natrium in die Elbe ein. Die übrigen Nebenflüsse waren meist unauffällig.

Die Natriumkonzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** bewegten sich im Bereich von etwa 2,2 bis 5,8 g/kg. Die Werte fielen zunächst, waren im mittleren Teil der Elbe annähernd konstant und stiegen im Tidebereich wieder an. Die mittleren Natriumgehalte der Sedimente sind im Untersuchungszeitraum von 1992 bis 1998 etwas angestiegen.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Konzentrationen von Schwebstoffen und Sedimenten zeigen gegenüber denen der unnormierten einen deutlich geglätteten Verlauf. Über fast den gesamten Elbeverlauf lässt sich eine Abnahme der normierten Gehalte der Schwebstoffe von 1995/'96 gegenüber denen von 1993/'94 feststellen. Die Werte von 1998 unterhalb des Saalezuflusses bis zur Tidezone lagen allerdings wieder deutlich höher.

Natrium

Na

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(99)	78	32	25	38
Mai 1994	(57)	51	23	17	49
Sept. 1995	(126)	42	18	17	38
April 1996	(78)	46	18	12	44
Sept. 1998	-	98	29	21	(34)

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	4,5	3,1	3,0	2,4	3,1
Mai 1994	4,5	2,7	2,9	2,2	2,9
Sept. 1995	3,6	3,1	4,2	3,4	3,6
April 1996	3,6	3,6	3,8	4,2	3,7
Sept. 1998	-	3,1	3,1	2,8	3,0

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	4,4	3,2	3,5	3,5	3,5
Okt. 1995	4,3	3,8	4,0	4,0	3,9
Okt. 1998	5,1	4,1	4,1	4,0	4,1

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	2,6 - 5,3	4,9 - 8,7	3,8 - 7,4	2,6 - 8,7
Auensedimente / Mittelw.	4,6	6,1	5,7	5,5
normiert für Sedimente				4,0
normiert für Schwebstoffe				2,9

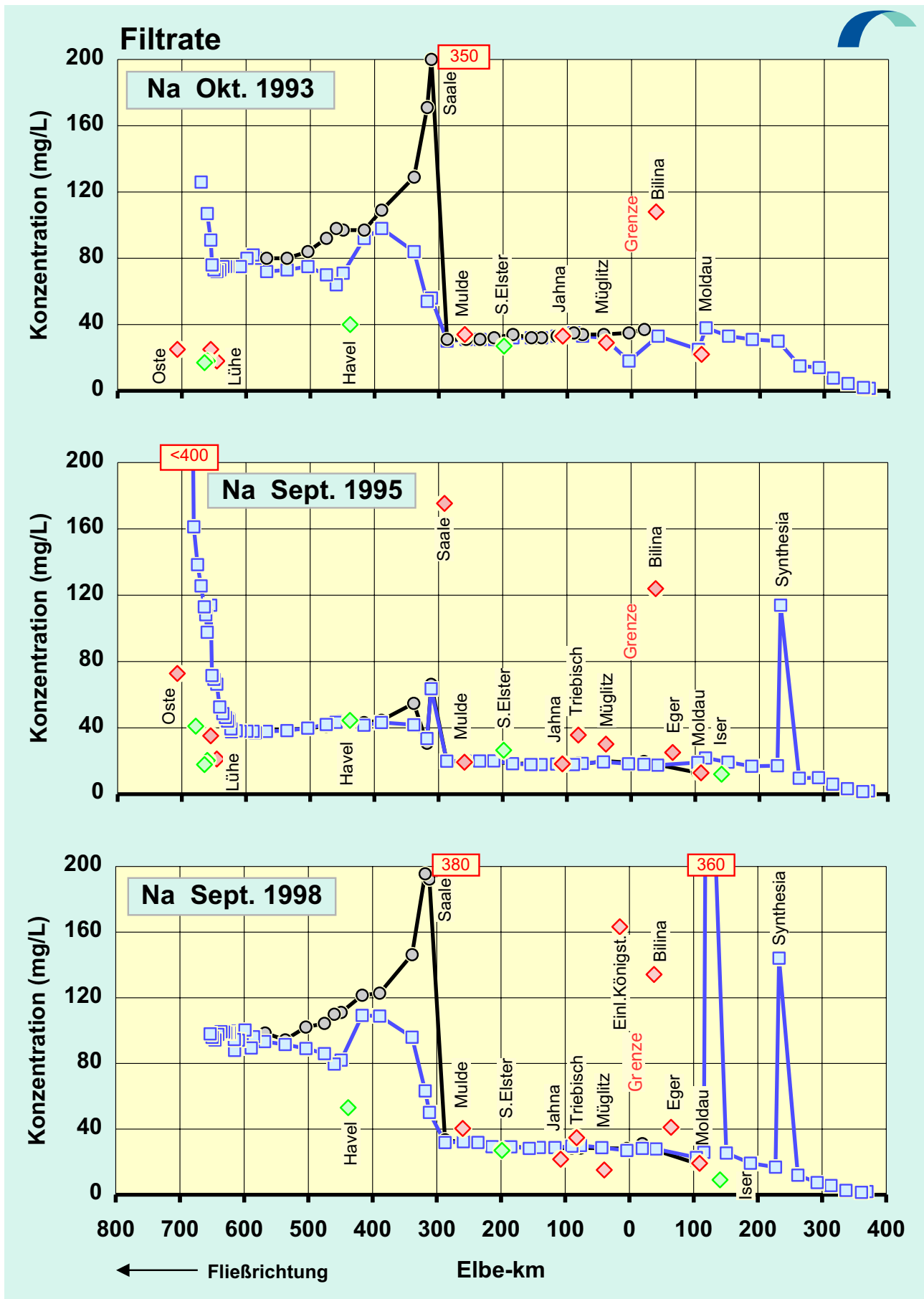


Abb.14a: Vergleich der **Natrium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

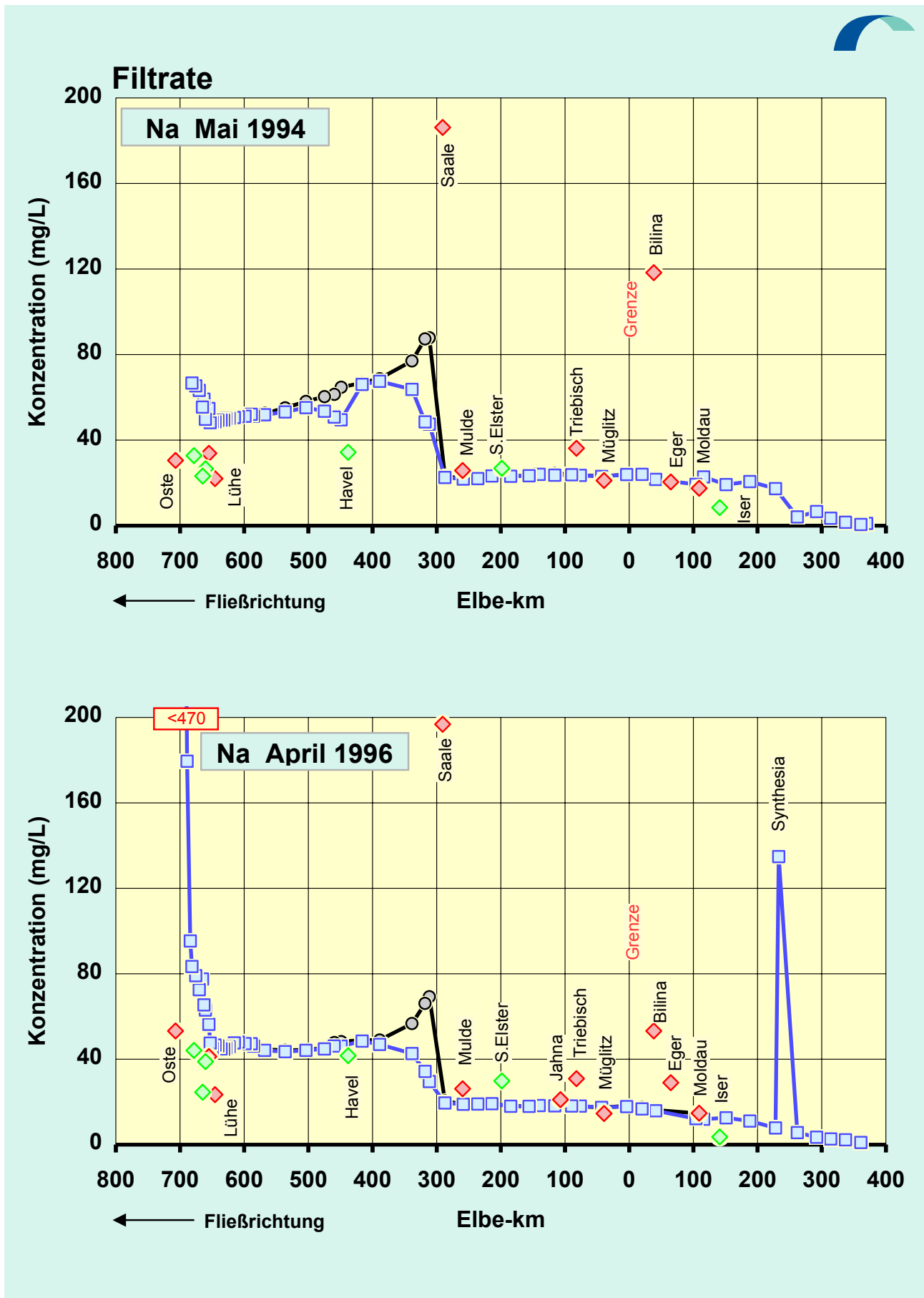


Abb.14b: Vergleich der **Natrium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

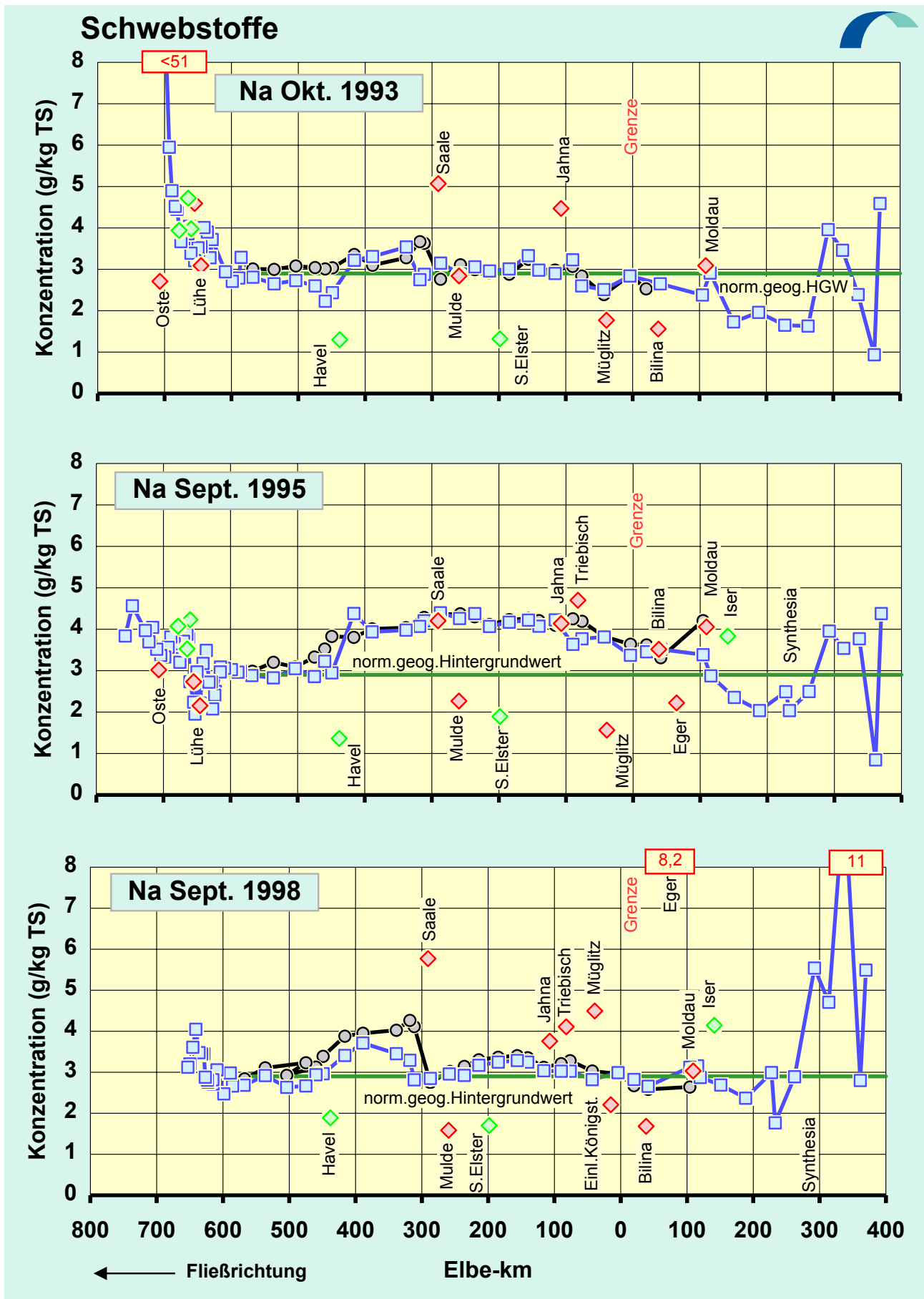


Abb.14c: Vergleich der **Natrium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

Schwebstoffe

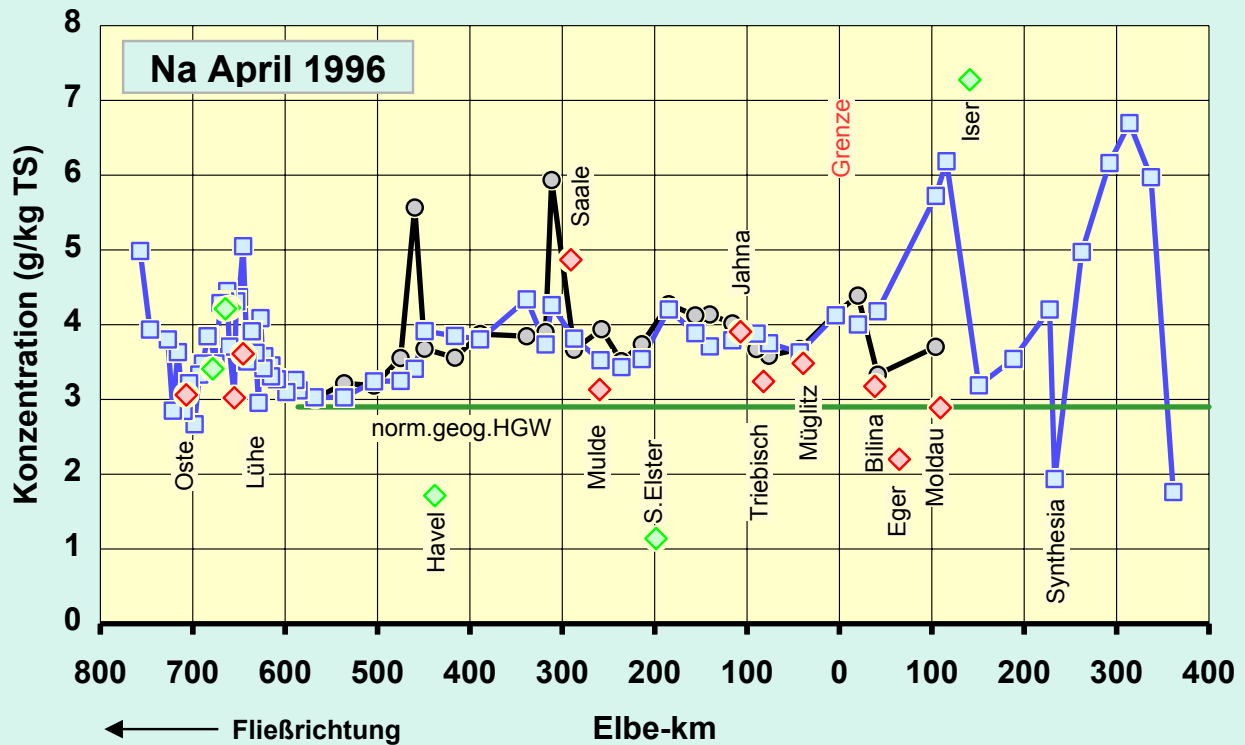
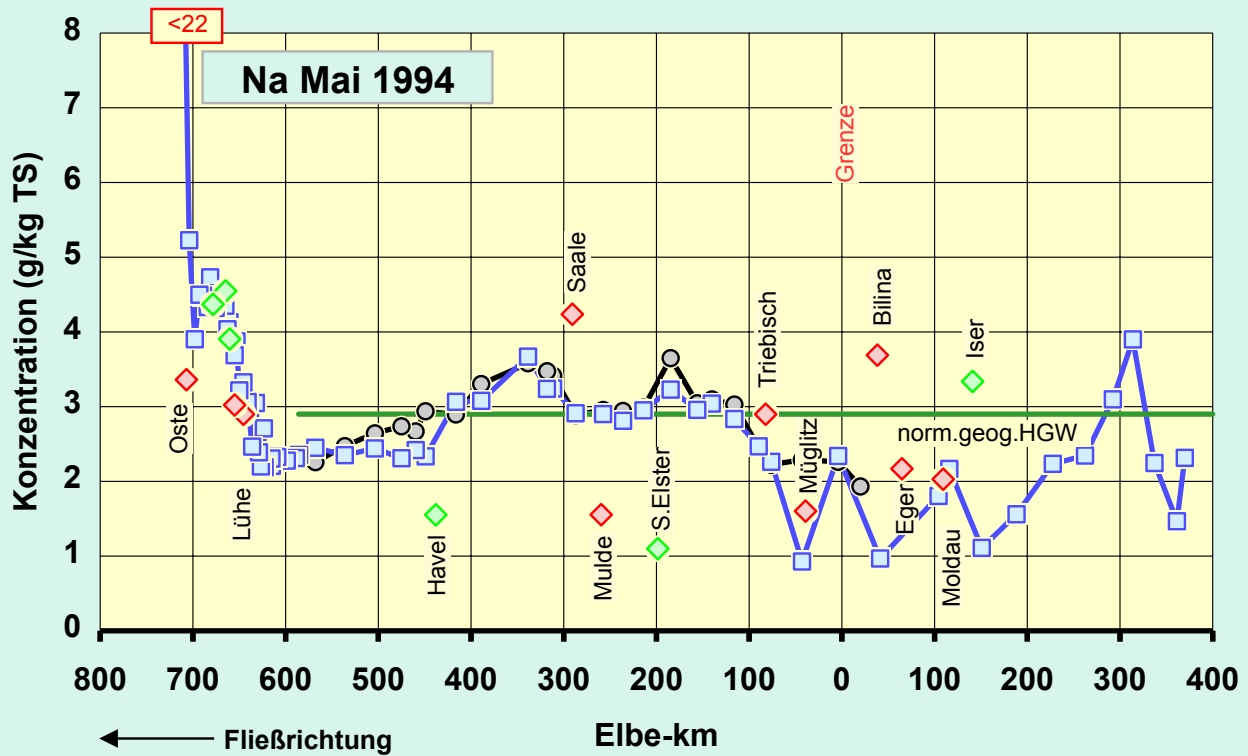


Abb.14d: Vergleich der **Natrium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

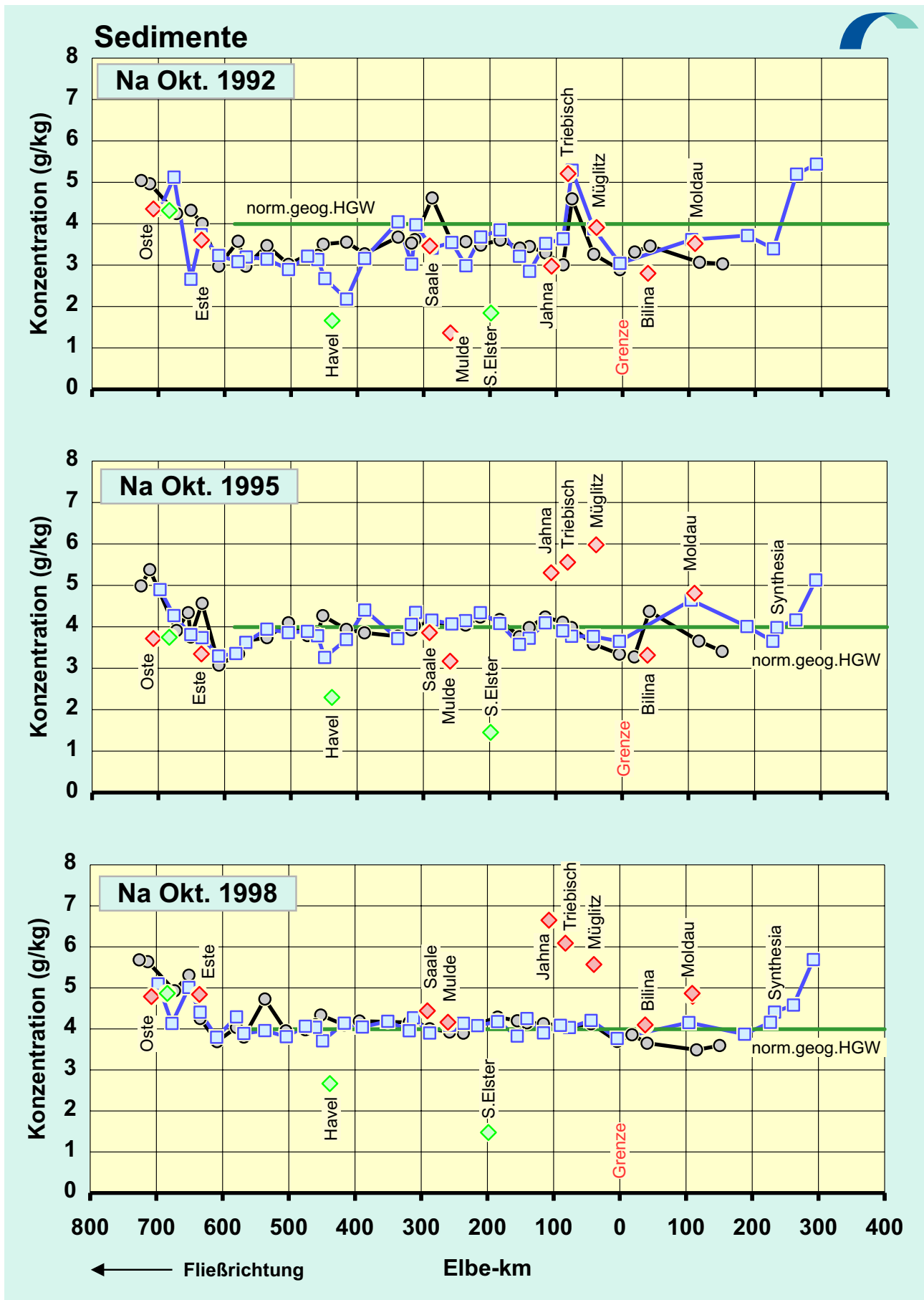


Abb.14e: Vergleich der **Natrium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

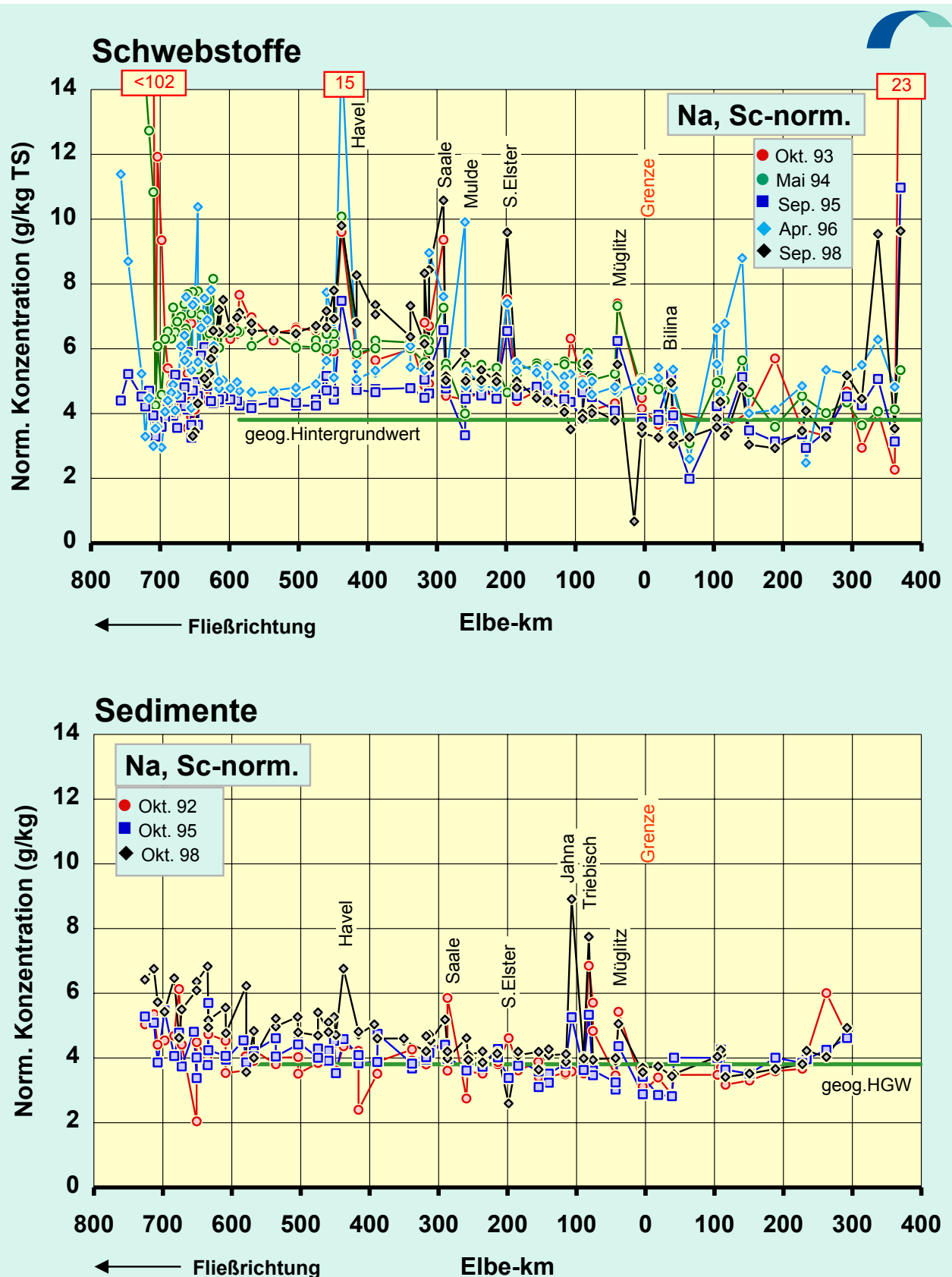


Abb.14f: Vergleich der Sc-normierten **Natrium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Na}^{norm} = C_{Na} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Magnesium

Mg

Magnesium verhält sich in der Elbe ähnlich wie Natrium. Das Element wird in der Wasserphase der Elbe vor allem gelöst transportiert. Es wird in gewissem Maße auch anthropogen beeinflusst.

Die Konzentration des Magnesium variierte in den **Elbwasserfiltraten** von wenigen hundert µg/L im Quellbereich, über etwa 15 mg/L am Ende der Süßwasserzone bis hin zu über 80 mg/L in der Brack- und Salzwasserzone. Durch Eintrag der Saale gelangten relativ große anthropogene Mengen an Magnesiumsalzen in die Elbe und verursachten einen sprunghaften Anstieg der Magnesiumkonzentration, besonders auf der linken Elbseite. Auch in der Billa wurden relativ hohe Magnesiumgehalte gemessen. Oberhalb der Salzwasserzone stiegen die gelösten Magnesiumanteile des Elbwassers von Oktober 1993 auf Mai 1994 zunächst an, fielen dann bis September 1995 auf Werte unter die von 1993 und veränderten sich seit Herbst 1995 nur noch wenig.

Die spezifischen Magnesiumkonzentrationen in den **Schwebstoffen** der Elbe lagen im Bereich von etwa 2 bis über 12 g/kg. Sie zeigten im Längsprofil einen ähnlichen Verlauf wie die des Natriums mit einem Maximum bei Verdek/Horenice, einen annähernd konstanten Verlauf bis zum Beginn der Tidezone und schließlich einen Anstieg in Richtung Elbemündung. Ähnlich wie auch andere an den Tonmineralien gebundene, geogene Elemente sind die Magnesiumgehalte der Schwebstoffe bis September 1995 gestiegen, aber im September 1998 wieder gefallen.

Die ermittelten Magnesiumgehalte der **Elbsedimente** aus den drei Beprobungsjahren bewegten sich im Bereich von etwa 6,5 bis 13 g/kg. Die Konzentrationen lagen damit etwas über denen der Schwebstoffe. Oberhalb des Tidebereichs verliefen die Profile annähernd konstant. Signifikante zeitliche Veränderungen sind nicht zu erkennen.

Die **Sc-normierten** Längsprofile für die Schwebstoffe zeigen eine Verringerung der Magnesiumbeladungen für die Jahre 1995/'96 gegenüber denen von 1993/'94 und 1998 wieder ein geringes Anwachsen. Die Mg/Sc-Verhältnisse mehrerer Nebenflüsse ragen besonders bei den Schwebstoffen aus dem gleichmäßigen Verlauf der Elbe heraus.

Magnesium

Mg

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(13,6)	14,6	11,3	7,5	11,8
Mai 1994	(18,6)	18,4	12,5	7,6	17,3
Sept. 1995	(18,7)	13,9	9,9	8,6	13,1
April 1996	(14,7)	13,5	10,0	6,0	13,2
Sept. 1998	-	15,4	10,1	7,5	(11,1)

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	11,5	6,0	6,7	6,8	6,7
Mai 1994	8,6	5,1	5,9	5,2	5,8
Sept. 1995	10,7	6,7	7,9	7,4	7,7
April 1996	9,3	6,7	6,9	7,7	7,0
Sept. 1998	-	5,2	6,6	7,4	(6,0)

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	11,4	8,0	8,8	8,6	8,6
Okt. 1995	10,9	9,0	9,0	8,7	9,1
Okt. 1998	10,9	9,2	9,3	10,1	9,4

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5,9 - 10,3	8,3 - 14,1	9,5 - 12,5	5,9 - 14,1
Auensedimente / Mittelw.	8,1	11,0	11,1	10,1
normiert für Sedimente				7,4
normiert für Schwebstoffe				5,4

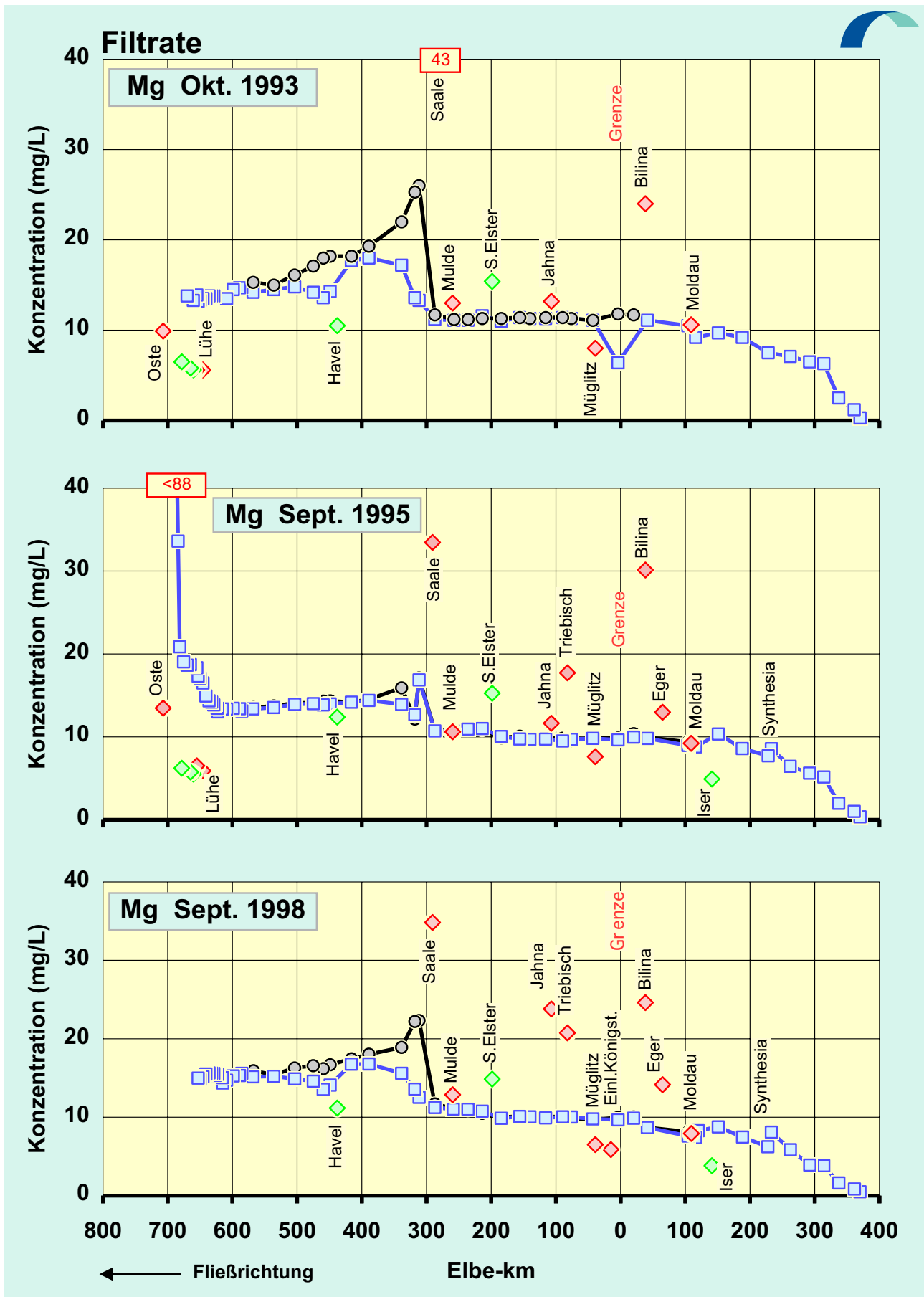


Abb.14a: Vergleich der **Magnesium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

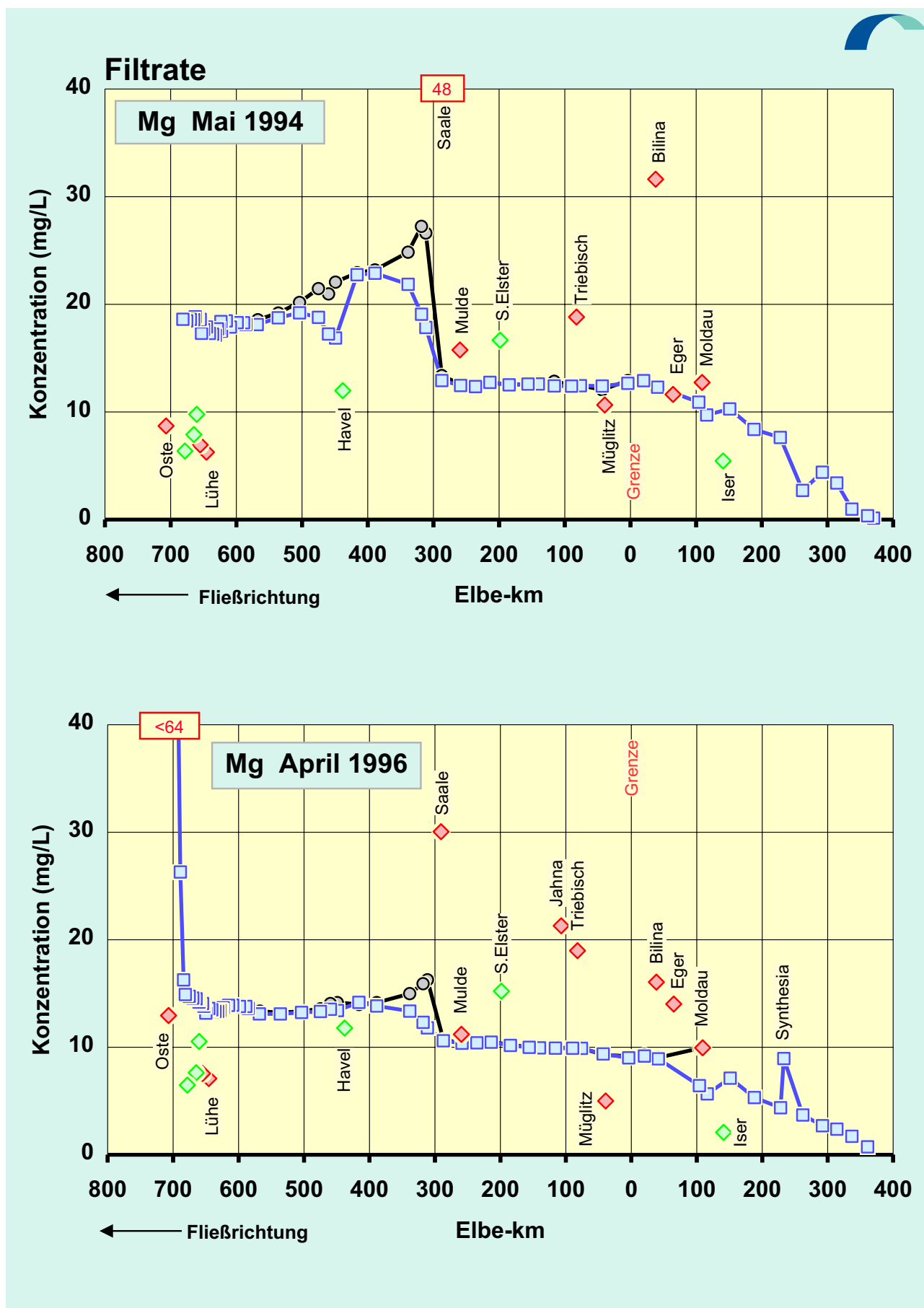


Abb.14b: Vergleich der **Magnesium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

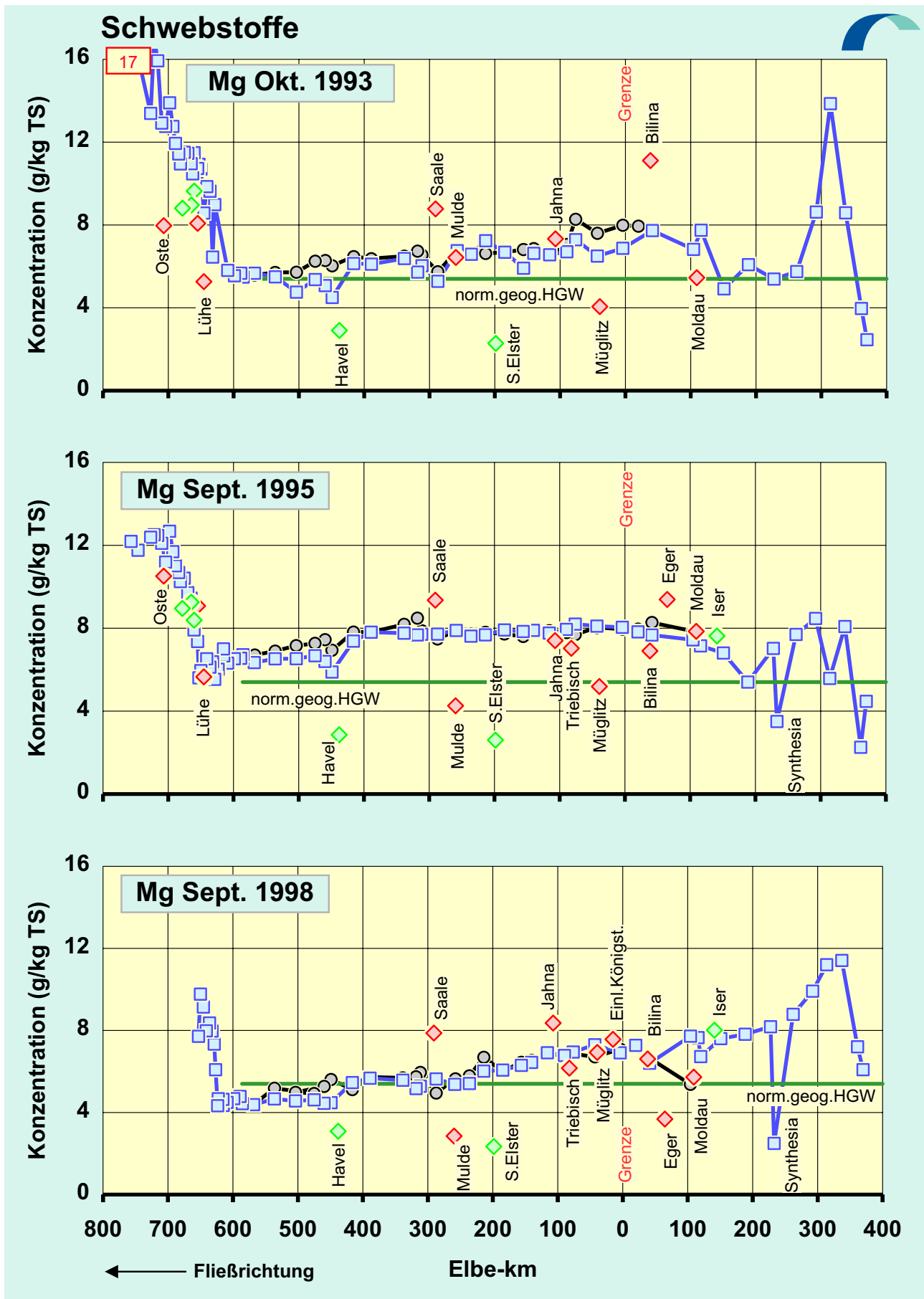


Abb.14c: Vergleich der **Magnesium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

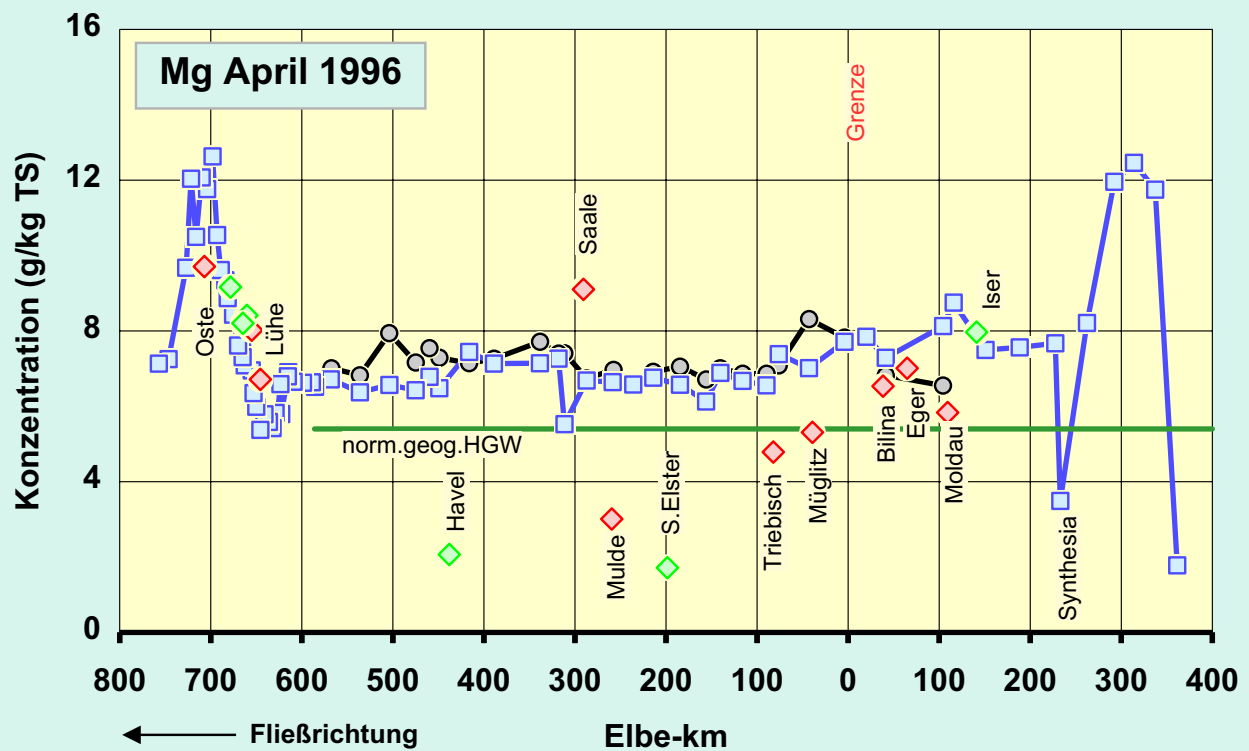
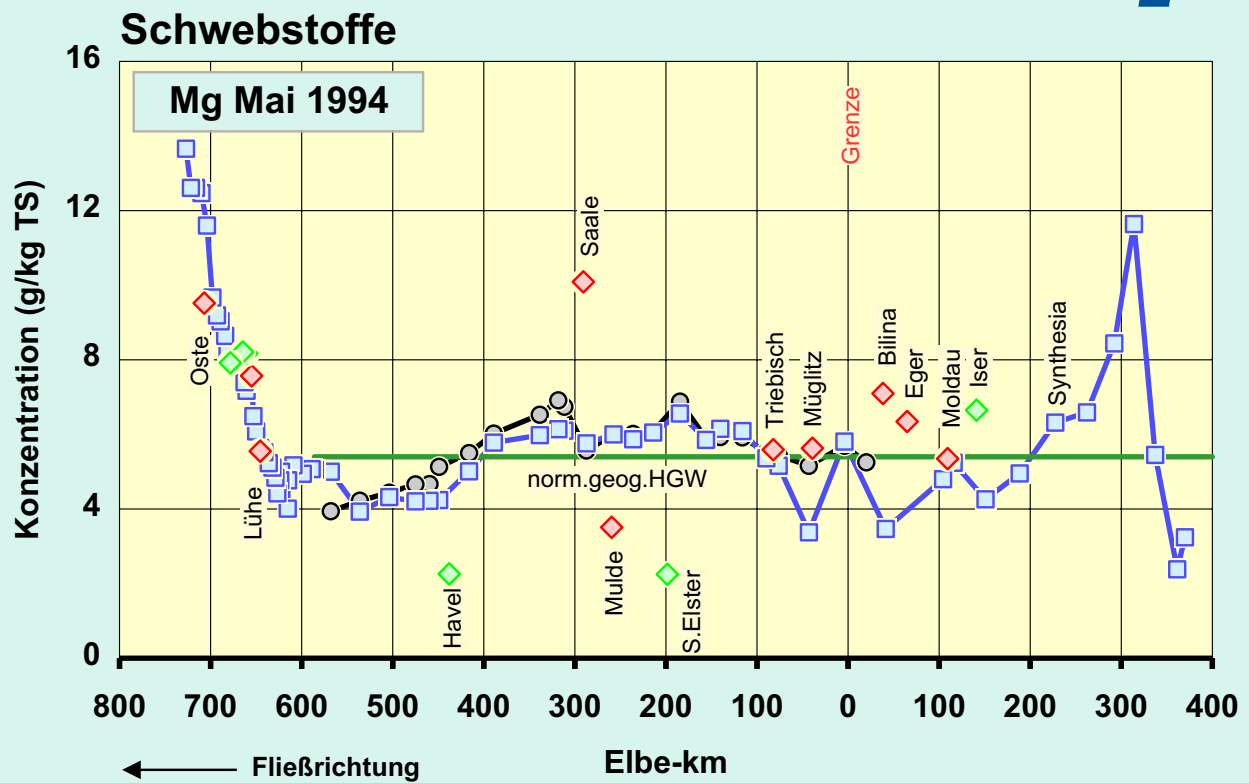


Abb.14d: Vergleich der **Magnesium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

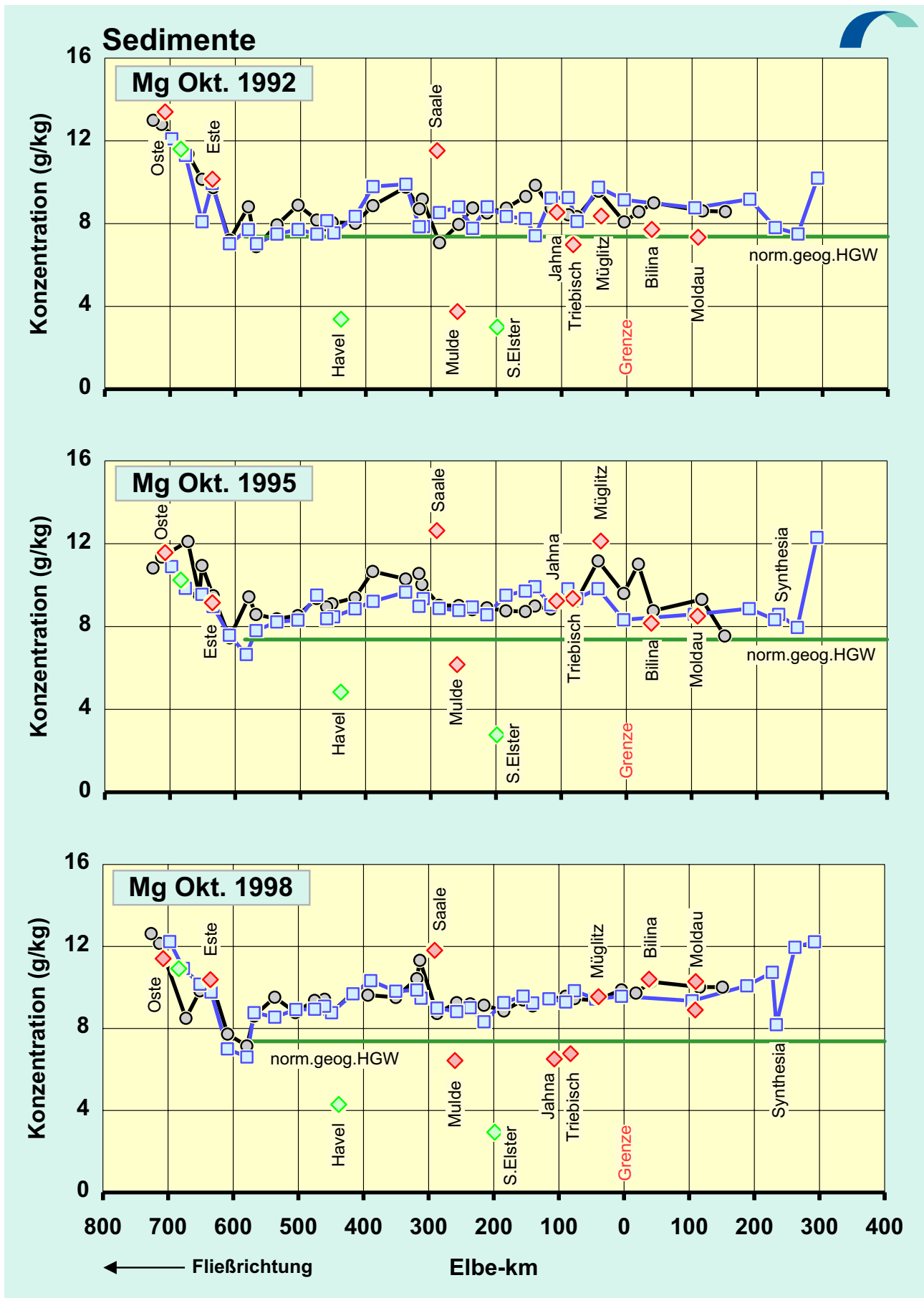


Abb.14e: Vergleich der **Magnesium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

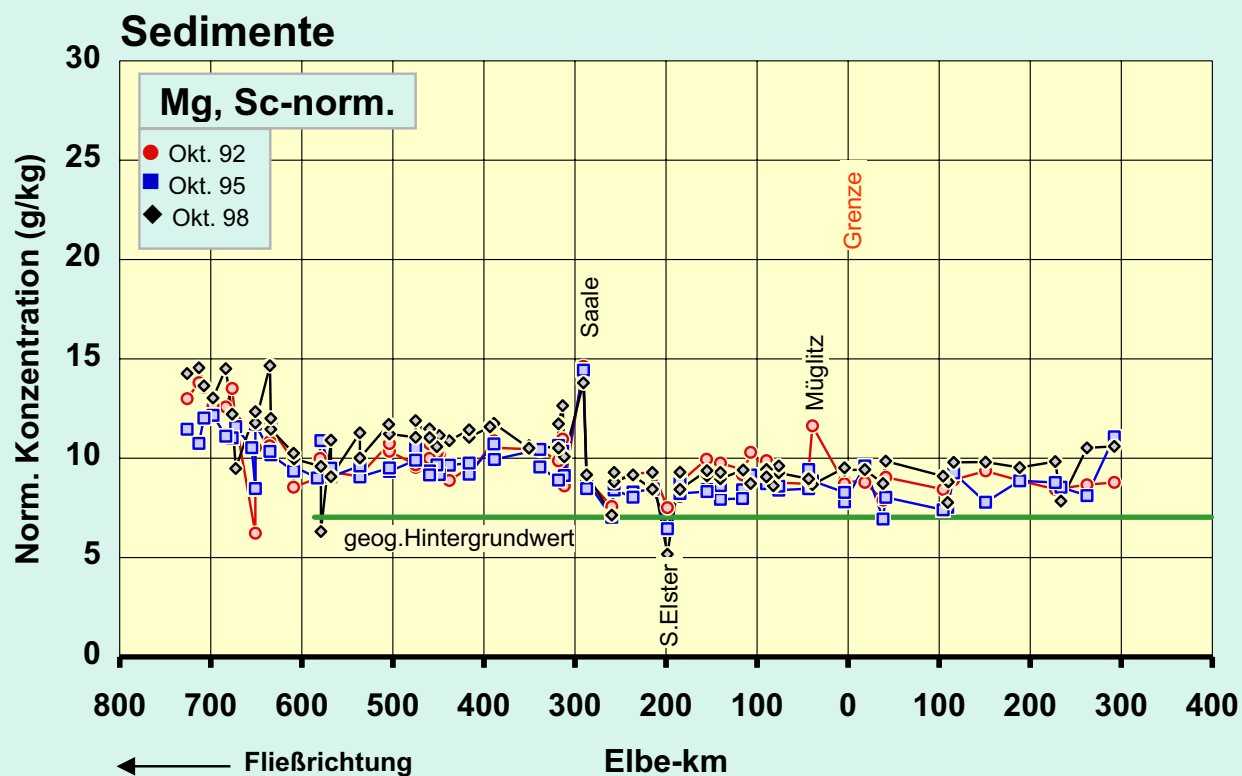
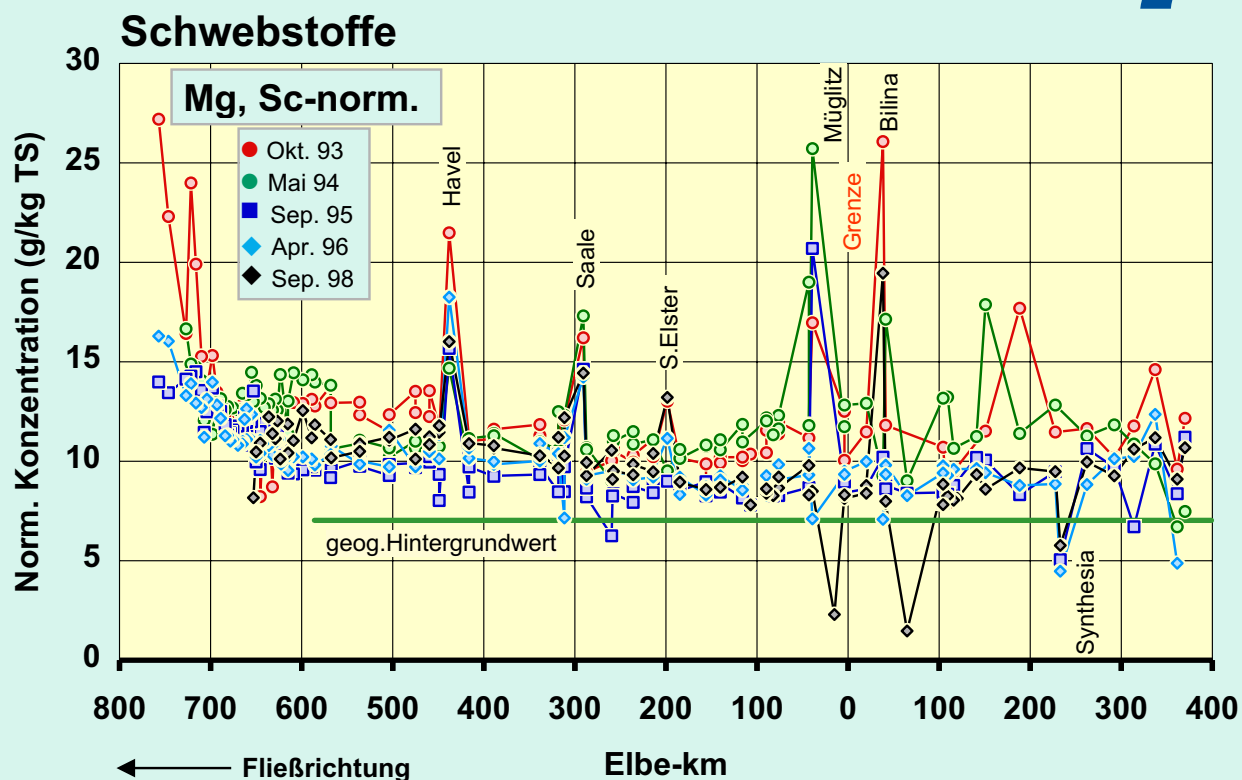


Abb.14f: Vergleich der Sc-normierten **Magnesium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Mg}^{norm} = C_{Mg} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Aluminium



Aluminium kommt in der Elbe als ein typisch geogenes Element vor. Es wird aber auch anthropogen in die Elbe eingetragen. Aluminium wird fast ausschließlich partikulär gebunden transportiert. Es korreliert stark mit dem Scandium.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen zwischen 2 und 200 µg/L. Höhere Werte wurden im Quellbereich, in der Elbe bei den Synthesia-Werken (1996: 1400 µg/L) und in der Müglitz gefunden. Es konnte kein einheitlicher Trend festgestellt werden. Die Konzentrationswerte in der mittleren Elbe lagen für die Kampagne vom April 1994 (hoher Abfluss) deutlich über denen der übrigen Kampagnen. Für die beiden Kampagnen mit den niedrigsten Abflüssen (Okt.1993/Sept.'98) ergaben sich im Elbelängsprofil die niedrigsten Gehalte an gelöstem Aluminium.

In den **Schwebstoffen** der Jahre 1993 bis 1998 lagen die Konzentrationen zwischen 13,5 und 100 g/kg. Wie beim Scandium oder anderen geogenen Elementen wurden auch beim Aluminium hohe Werte in dem tschechischen Teil der Elbe bei Verdek und in der Trübungszone gefunden. 1995 und 1996 führte ein gestiegener Tonmineralanteil im Schwebstoff zu höheren Konzentrationen. Für die Herbstkampagne 1998 wurden ähnliche Aluminiumkonzentrationen im Schwebstoff ermittelt wie bei der Kampagne vom Oktober 1993. In den Herbstproben lagen die Gehalte etwas über denen der Frühjahrsproben der nachfolgenden Jahre.

Die gemessenen Werte der **Sedimente** von 1992 bis 1998 lagen im Bereich von 51 und 93 g/kg. Die Konzentrationen stiegen von der Quelle bis zur Müglitzmündung leicht an (1992 und '95) und sanken bis zum Ästuar etwas ab. Eine signifikante Veränderung der Gehalte zwischen den Jahren kann nicht festgestellt werden.

Wegen der hohen Korrelation zu Scandium ist das Al/Sc-Verhältnis nahezu konstant, so dass die **Sc-normierten** Aluminiumlängsprofile sehr eng beieinander liegen. Nur im Quellbereich und in der Müglitz traten bei den Schwebstoffen höhere Al/Sc-Verhältnisse auf. Die Schwebstoffprobe aus dem 1998 zum ersten Mal beprobten Einleiter unterhalb von Königstein zeigte ein auffällig niedriges Al/Sc-Verhältnis.

Aluminium

AI

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	-	11	13	15	< 12
Mai 1994	(22)	29	52	35	< 37
Sept. 1995	6	16	18	18	16
April 1996	(6)	21	27	34	< 22
Sept. 1998	-	13	12	12	< 12

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	63	41	51	43	50
Mai 1994	52	31	41	37	39
Sept. 1995	64	50	66	55	59
April 1996	51	49	54	62	52
Sept. 1998	-	34	47	56	(44)

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	64	65	75	73	69
Okt. 1995	60	67	78	70	71
Okt. 1998	60	64	72	73	68

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	68 - 103	80 - 110	76 - 98	68 - 10
Auensedimente / Mittelw.	90	89	88	89
normiert für Sedimente				65
normiert für Schwebstoffe				47

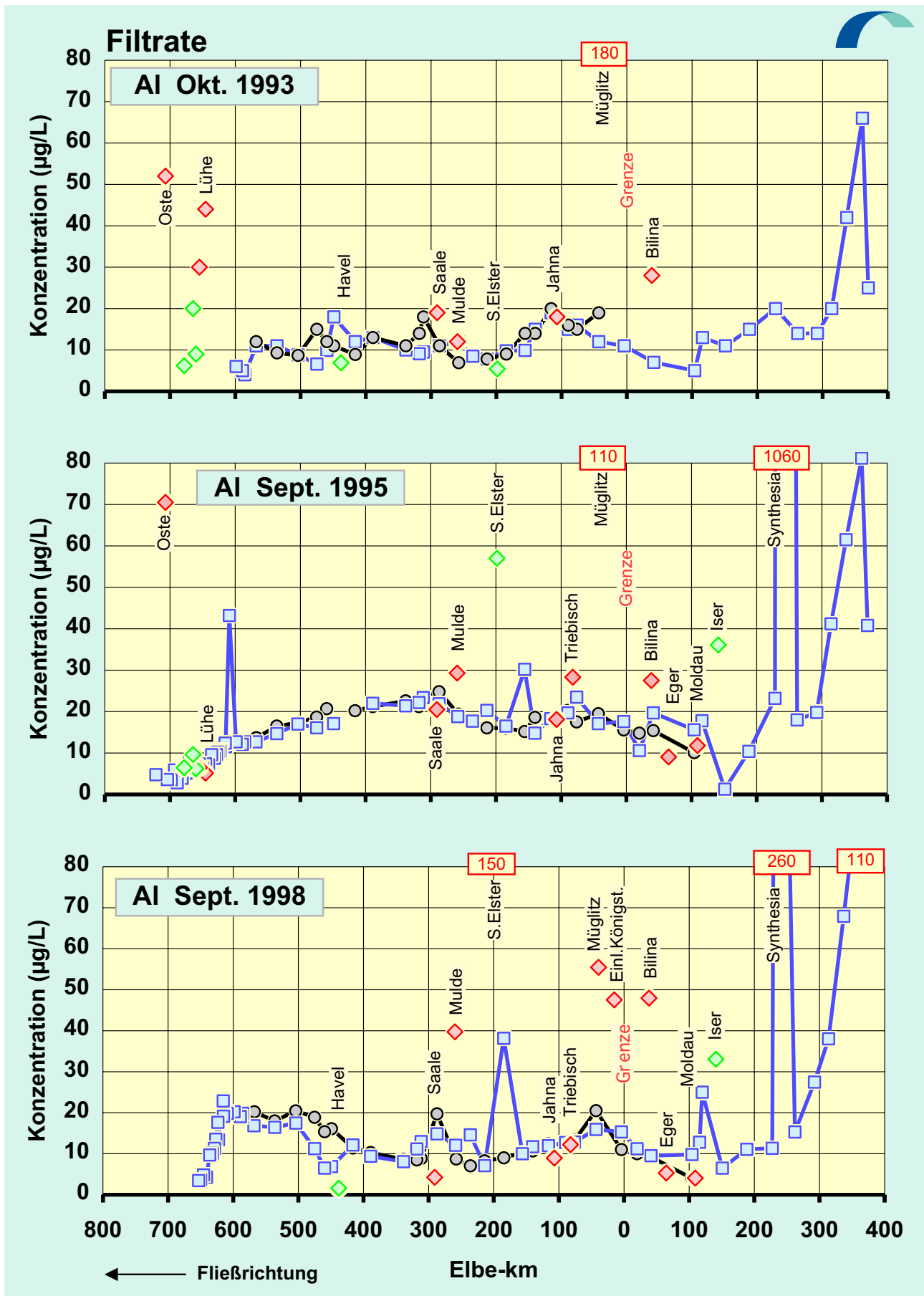


Abb.16a: Vergleich der **Aluminium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

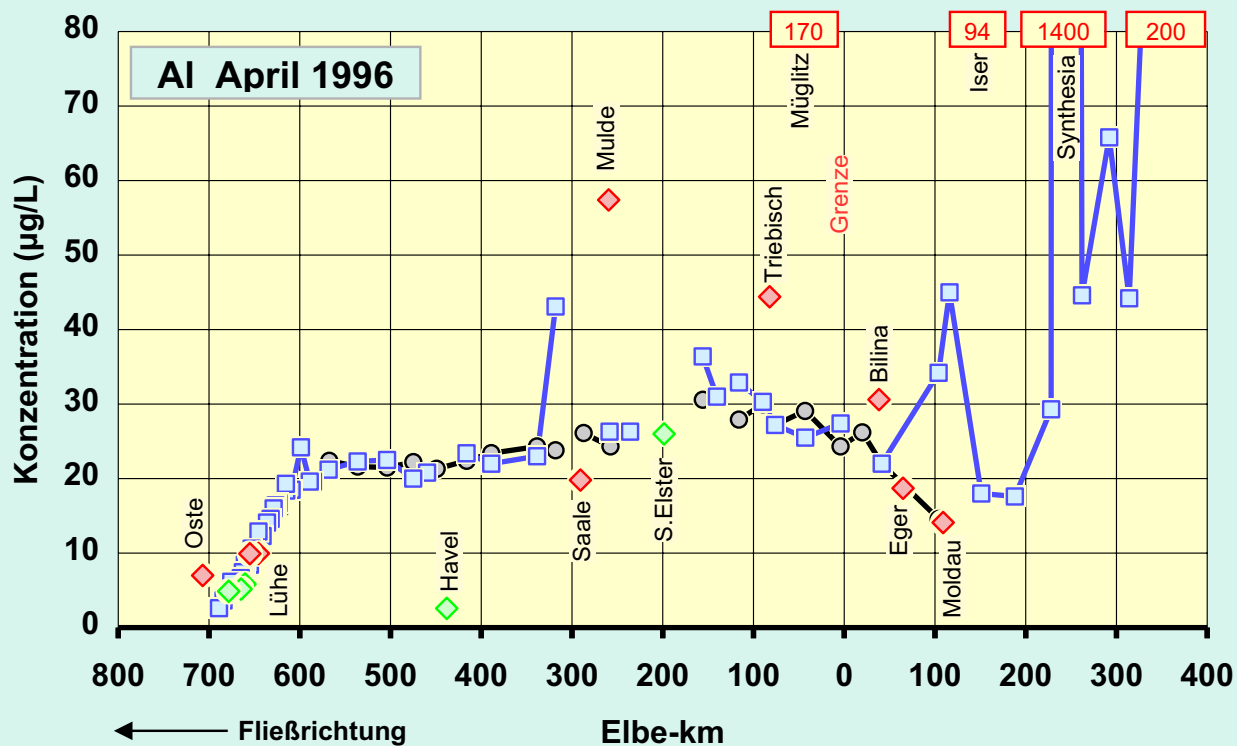
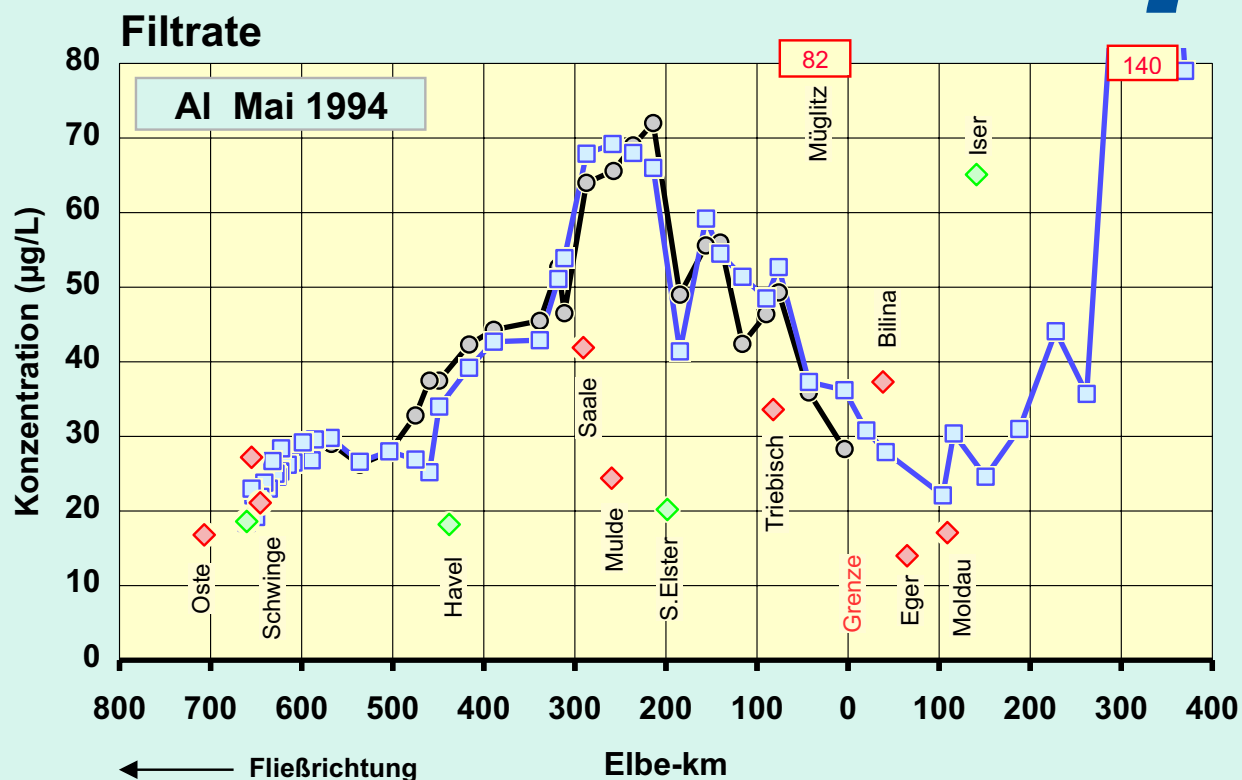


Abb.16b: Vergleich der **Aluminium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

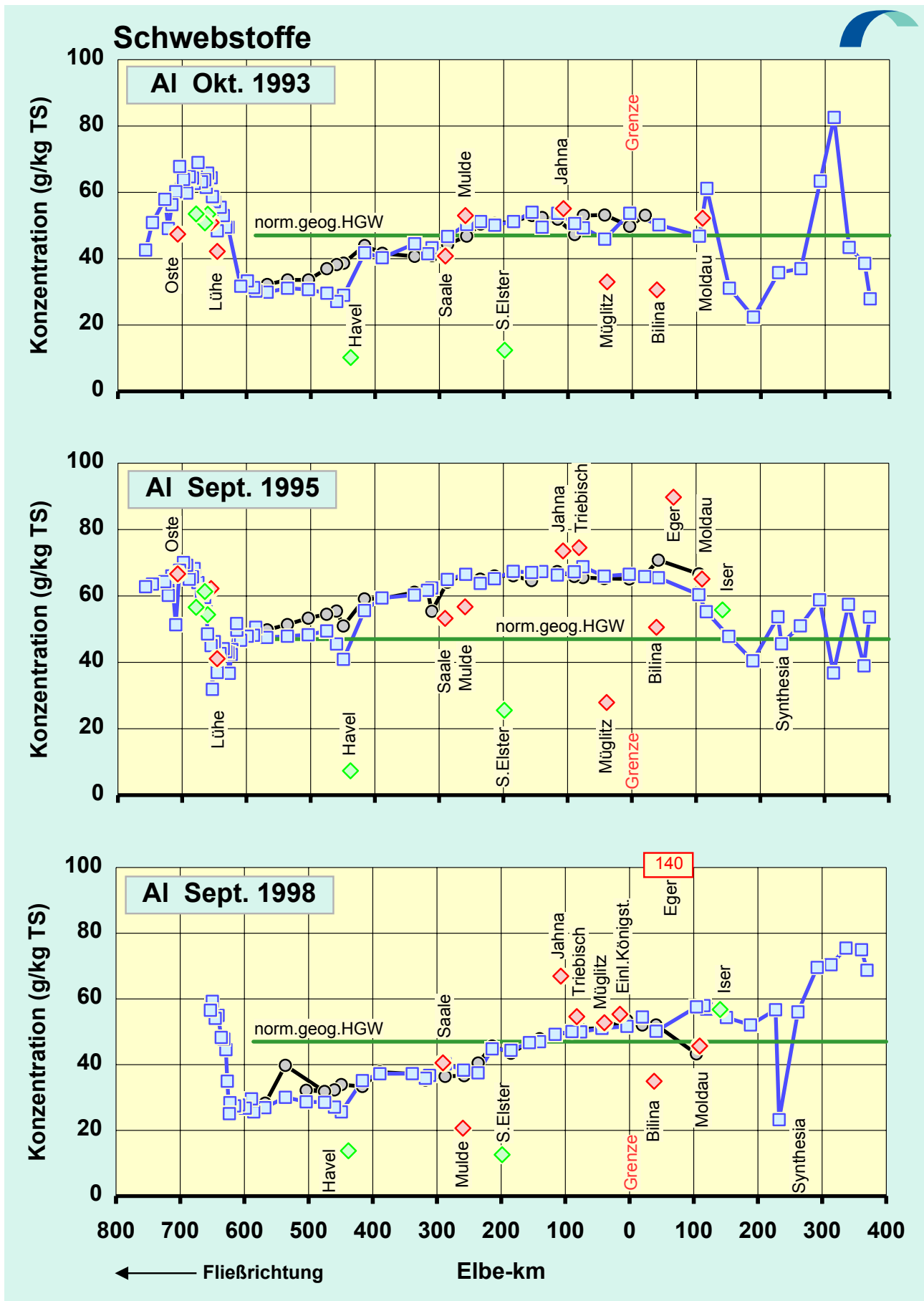


Abb.16c: Vergleich der **Aluminium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

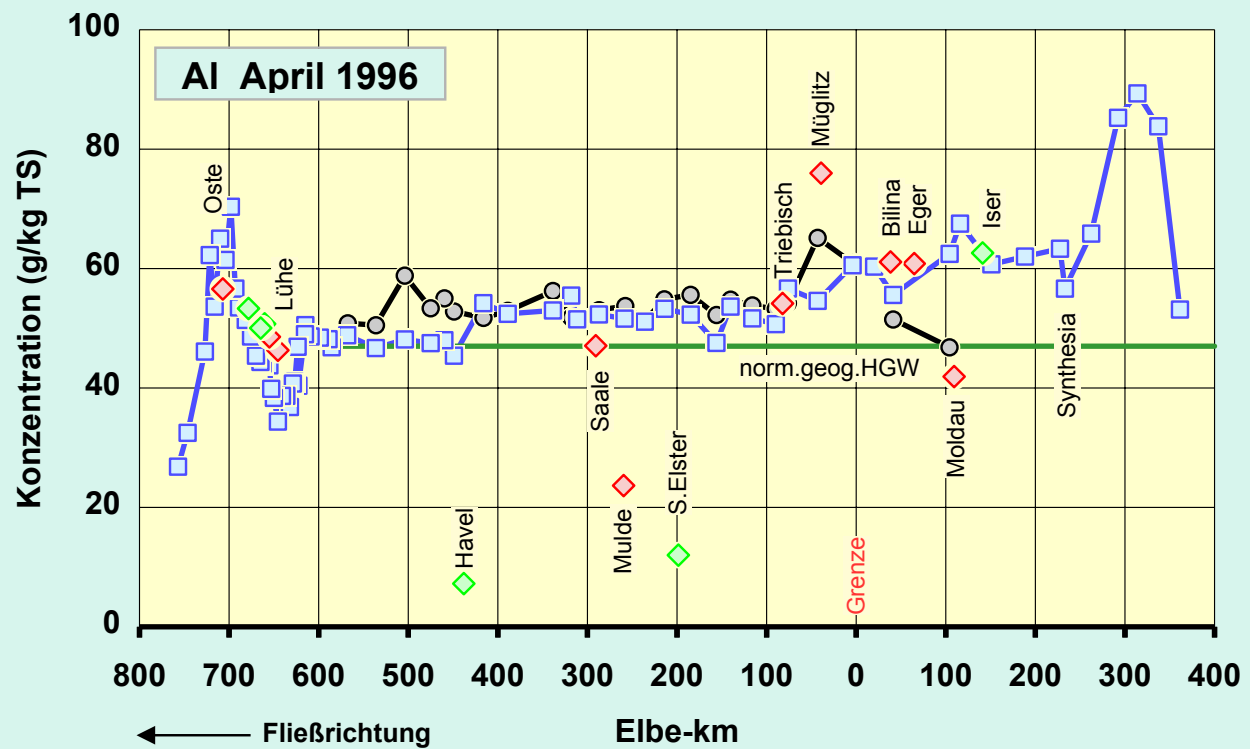
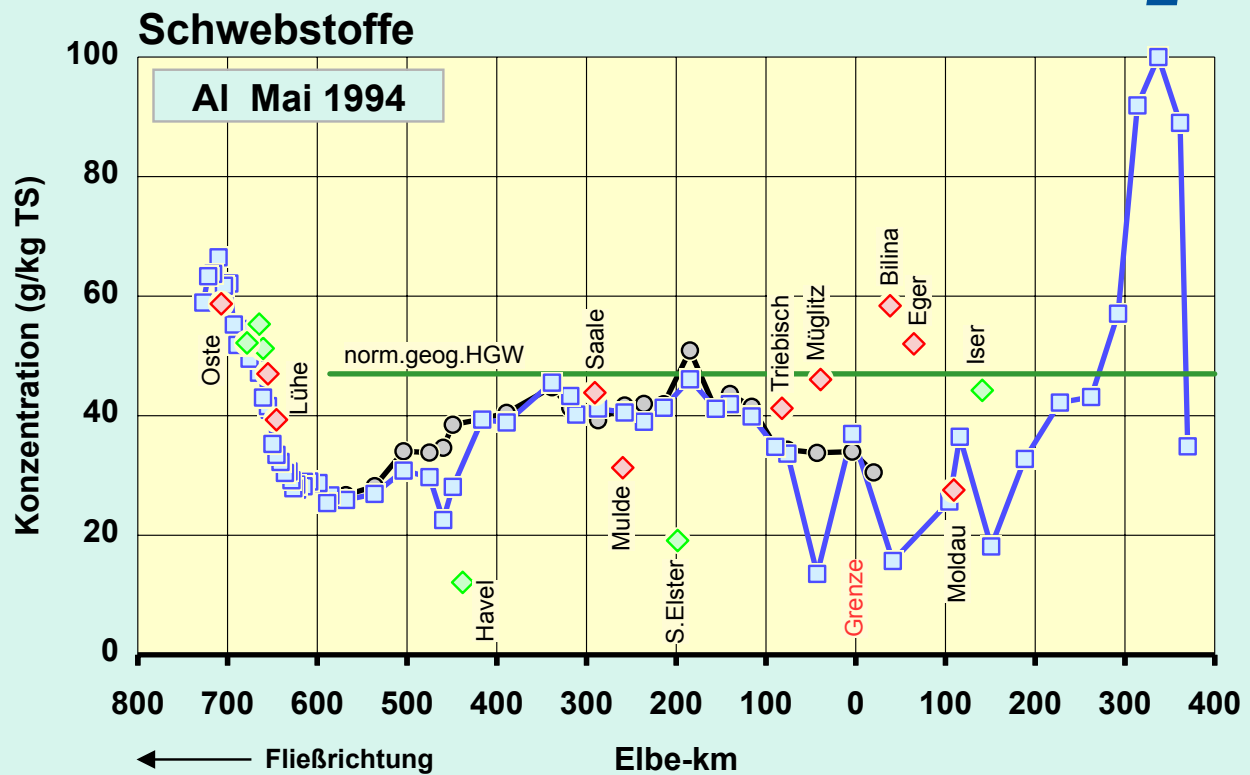


Abb.16d: Vergleich der **Aluminium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

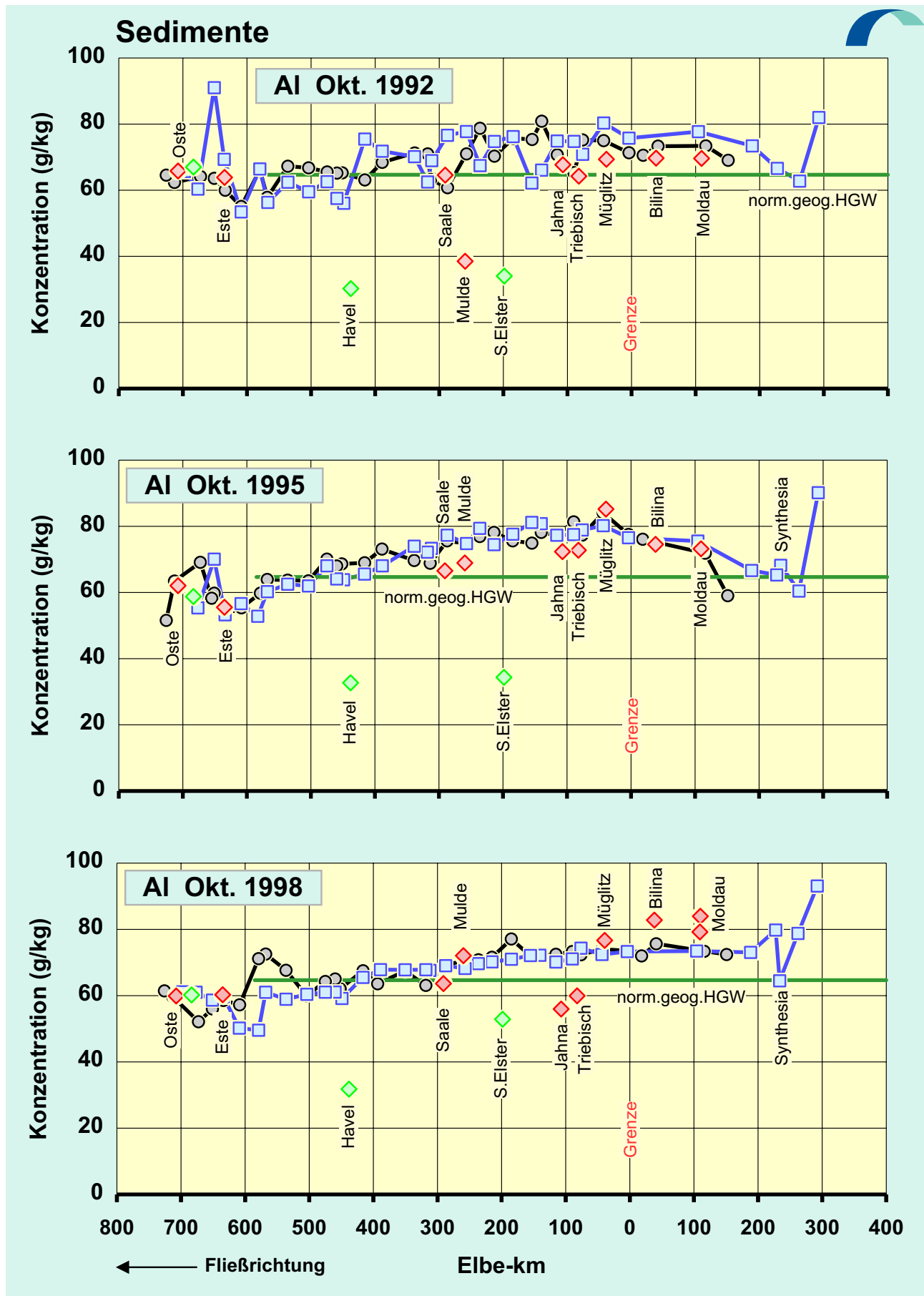


Abb.16e: Vergleich der **Aluminium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

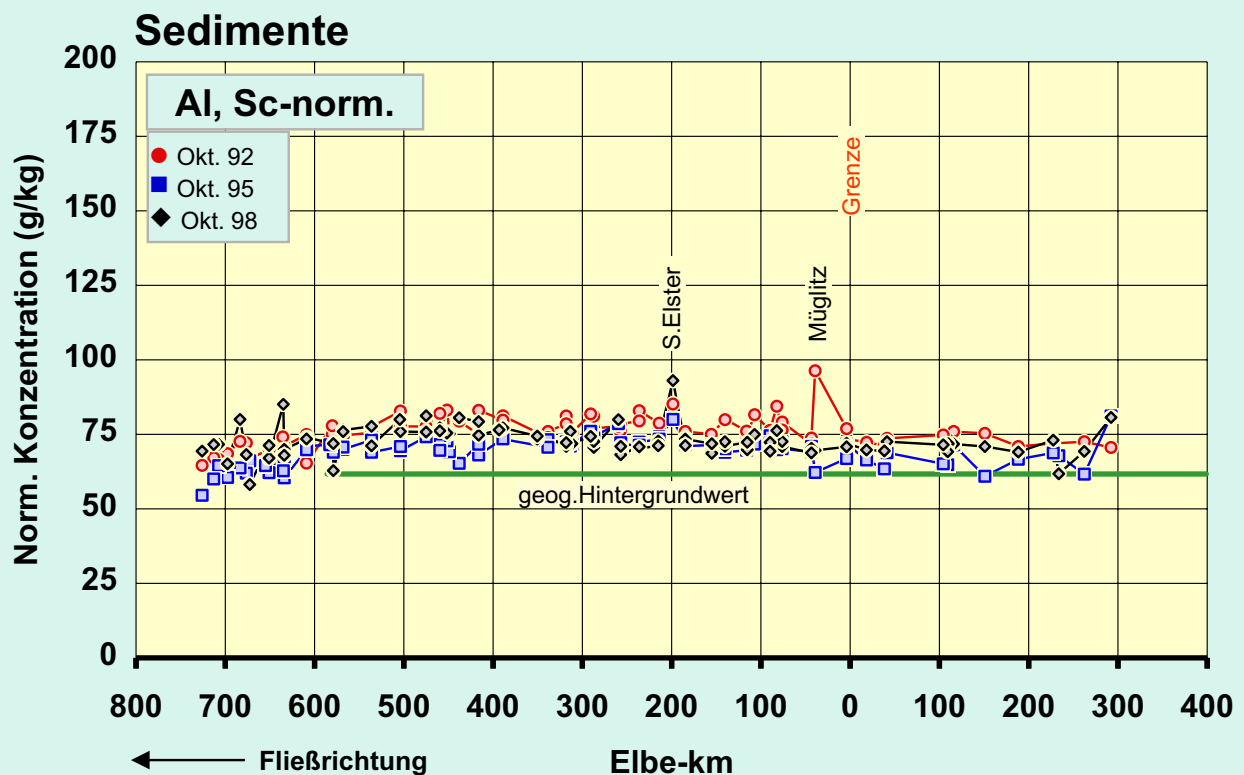
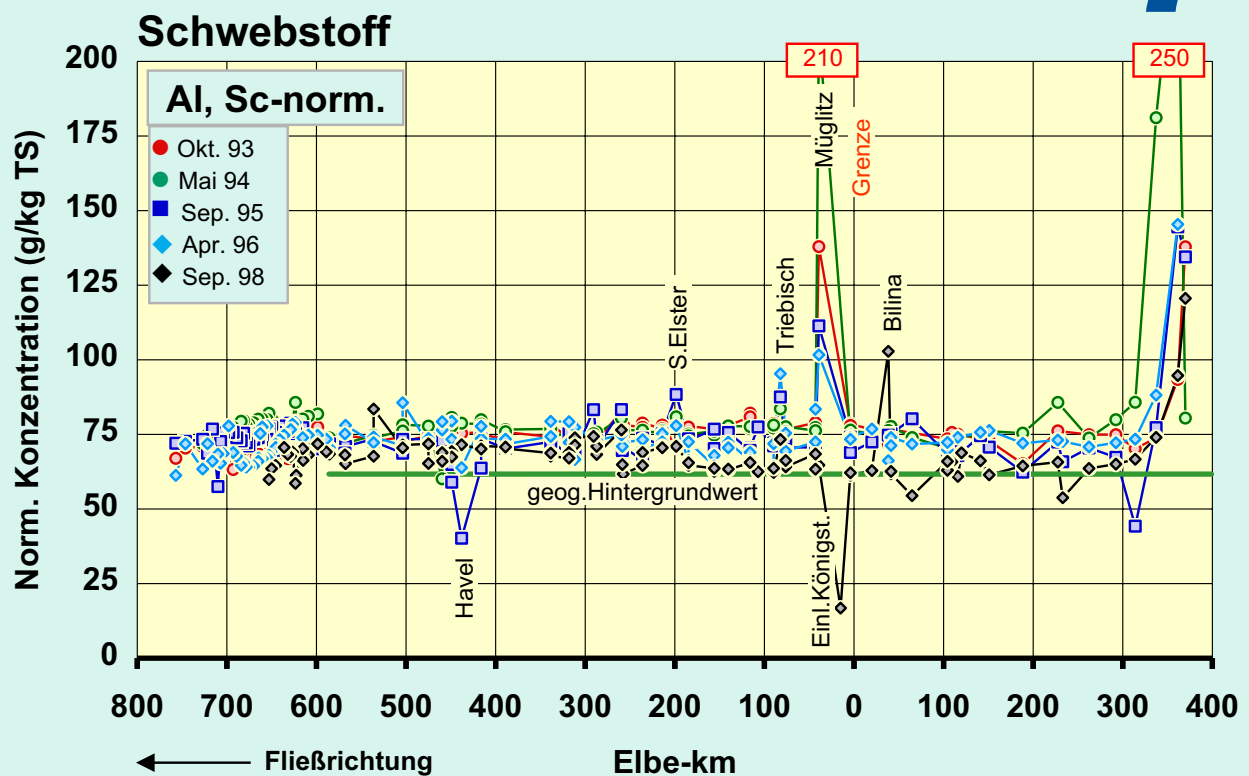


Abb.16f: Vergleich der Sc-normierten **Aluminium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Al}^{norm} = C_{Al} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Phosphor



Phosphor zählt in der Elbe und ihren Nebenflüssen zu den anthropogen beeinflussten Elementen. Der Transport erfolgt für die verschiedenen Jahre zu unterschiedlichen Anteilen über Filtrat und Schwebstoff.

In den **Elbwasserfiltraten** lagen die Konzentrationen zwischen 20 und 400 µg/L. Besonders hohe Gehalte wurden in der Elbe bei den Synthesia-Werken (1998:12 mg/L) gefunden. Die Längsprofile der Probennahmekampagnen zeigten zunächst steigende Konzentrationen von der Quelle bis etwa zur Moldaueinmündung. Danach fielen die Werte bis in die Tidezone mehr oder minder steil ab. Nur für die 1995er-Kampagne schwankten die Werte um ein Niveau von etwa 300 µg/L. Für die Filtrate von 1994 wurden überraschend niedrige Konzentrationen gemessen. Bei den Filtraten von 1998 war der Konzentrationsabfall ab dem Moldauzufluss bis Hamburg besonders deutlich.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Phosphorbeladungen von 0,9 - 24,5 g/kg gemessen. Die höchsten Werte wurden 1993 und 1994 bei Klavary, 1995 und 1996 in der Elbe bei der Fa. Synthesia gefunden. Die Nebenflüsse waren nicht weiter auffällig. Im Laufe der Beprobungszeit von 1993 bis 1996 nahmen die Phosphorkonzentrationen allgemein in der Elbe, aber besonders im tschechischen Teil, kontinuierlich ab. Für die Schwebstoffe aus dem Jahr 1998 deuteten sich allerdings wieder leicht erhöhte Werte an.

Für die **Sedimente** wurden Phosphorgehalte im Bereich von etwa 1 bis 15 g/kg bestimmt. Im Gegensatz zu den Schwebstoffen wurden keine höheren Konzentrationen im tschechischen Elbabschnitt gefunden. Im Gegenteil, die Werte wuchsen kontinuierlich von der Quelle bis zum Beginn des Tidebereichs an, besonders für die Proben von 1992. In der Tideelbe nahmen die Konzentrationen rasch ab. Die Phosphorgehalte oberhalb des Geesthachter Wehrs nahmen im Beobachtungszeitraum von 1992 bis 1998 deutlich ab.

Die **Sc-normierten** Längsprofile zeigen den bei anthropogen beeinflussten Elementen häufig anzutreffenden Verlauf. Die normierten Konzentrationen stiegen von der Quelle bis zum Hamburger Hafen kontinuierlich an und fielen dann in der Tidezone auf die Untergrundwerte zurück. Besonders bei den Schwebstoffen gingen die Beladungen innerhalb des Zeitraums von 1993 bis 1996 stark zurück, 1996 allerdings nur in Tschechien und in der Unterelbe. Bei den Proben aus 1998 zeigten sich im Bereich von Elbe-km 0 bis 600 wieder höhere P/Sc-Verhältnisse, die fast an die Werte von 1994 heranreichten. Auffällig hohe Phosphor-Scandium-Verhältnisse wurden für die Proben nahe der Synthesia-Werke und für die Proben aus den Nebenflussmündungen von Müglitz, Schwarze Elster und Havel gefunden.

Phosphor

P

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					n. b.
Mai 1994	(80)	39	57	78	52
Sept. 1995	(363)	305	274	269	301
April 1996	(217)	208	283	299	241
Sept. 1998	-	48	178	217	(104)

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	1,7	8,2	7,1	7,6	7,2
Mai 1994	2,6	6,0	6,4	8,2	6,0
Sept. 1995	1,7	5,2	4,5	5,3	4,8
April 1996	1,9	3,9	4,2	3,0	3,7
Sept. 1998	-	5,8	4,9	5,0	(5,3)

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,7	7,9	6,5	5,4	6,5
Okt. 1995	2,0	5,7	5,3	4,6	5,3
Okt. 1998	1,7	4,0	3,5	3,0	3,5

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,31 - 1,52	0,15 - 1,21	0,27 - 1,12	0,15 - 1,52
Auensedimente / Mittelw.	0,69	0,62	0,63	0,65
normiert für Sedimente				0,47
normiert für Schwebstoffe				0,34

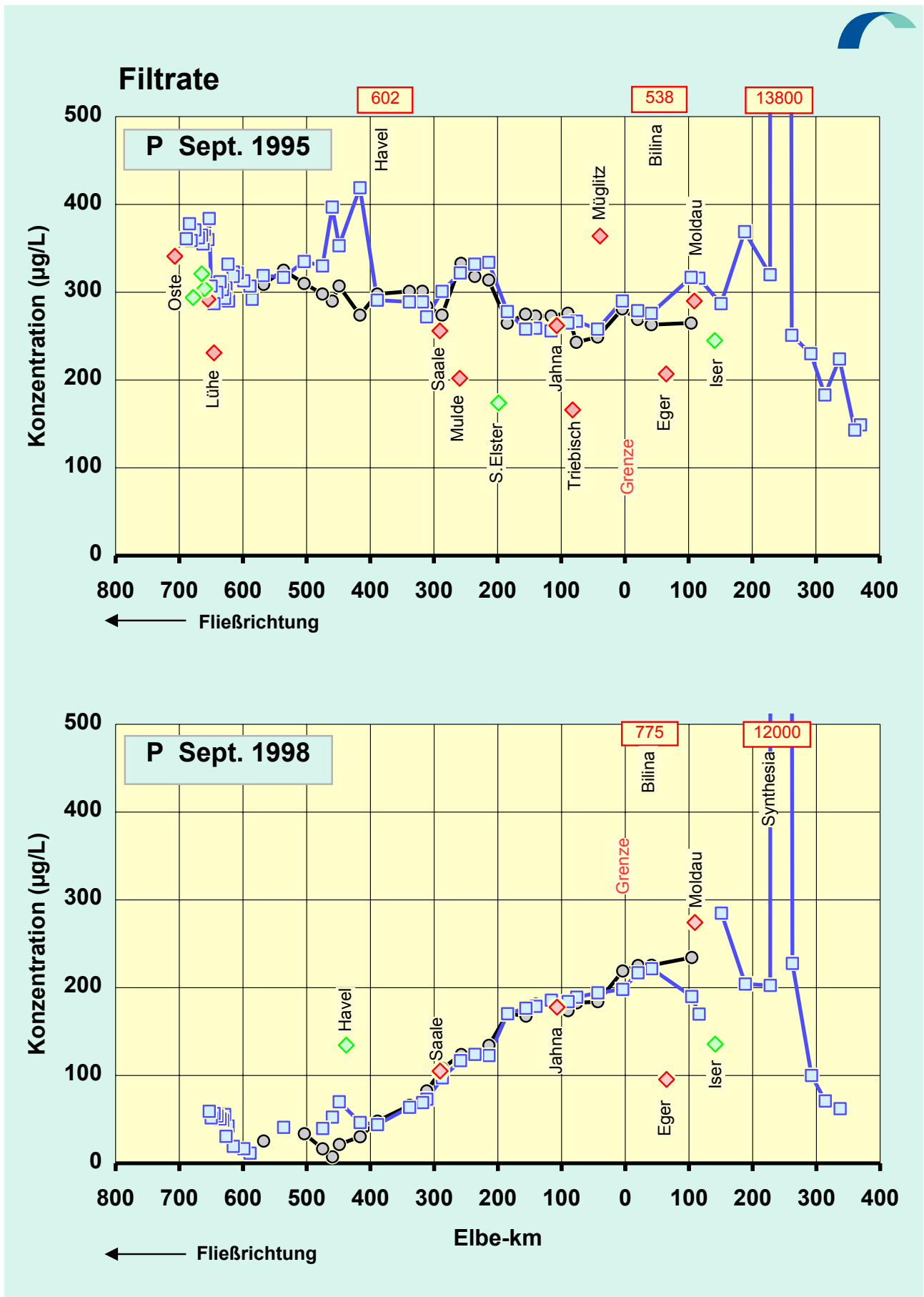


Abb.17a: Vergleich der **Phosphor**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Oktober 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

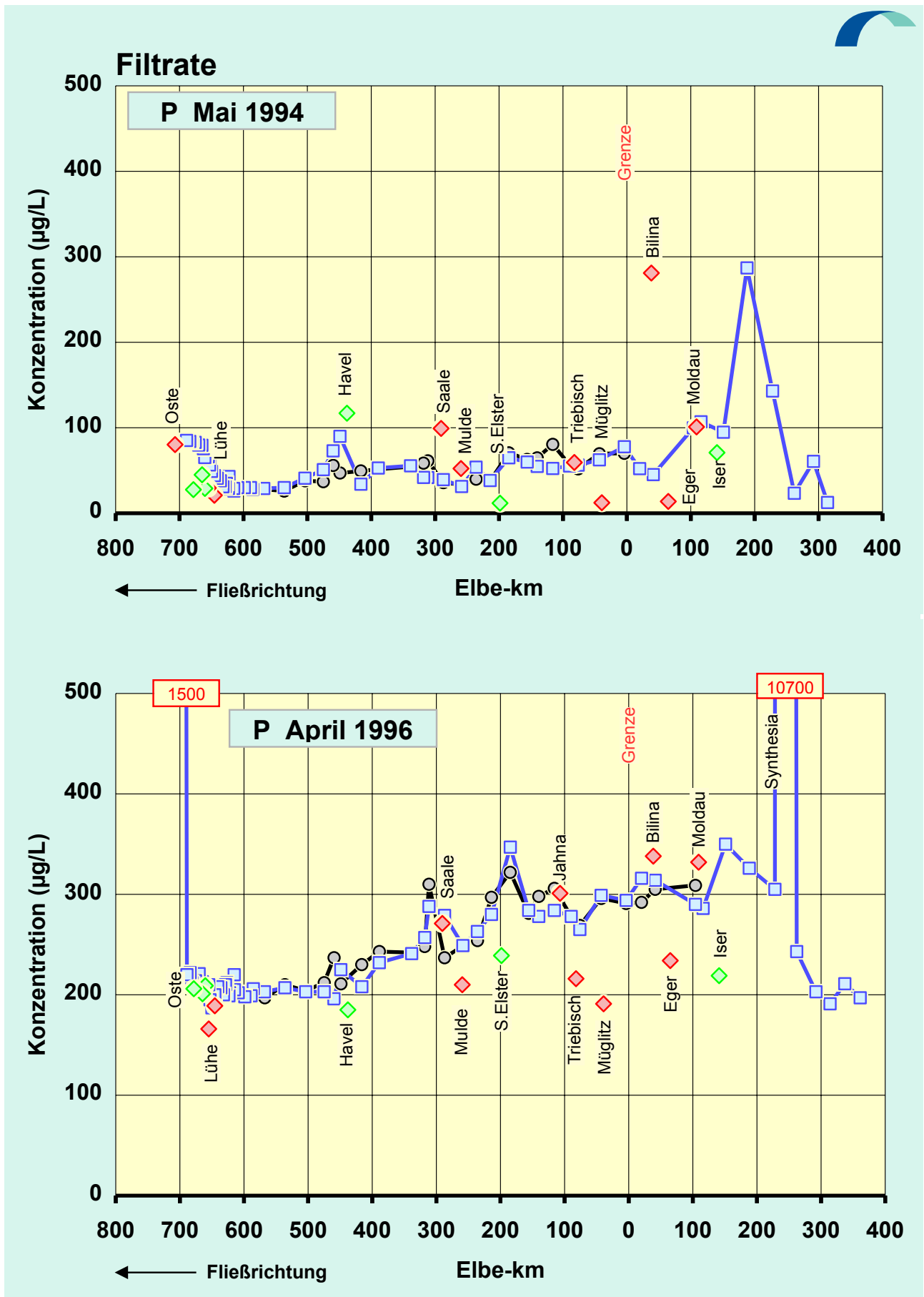


Abb.17b: Vergleich der **Phosphor**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

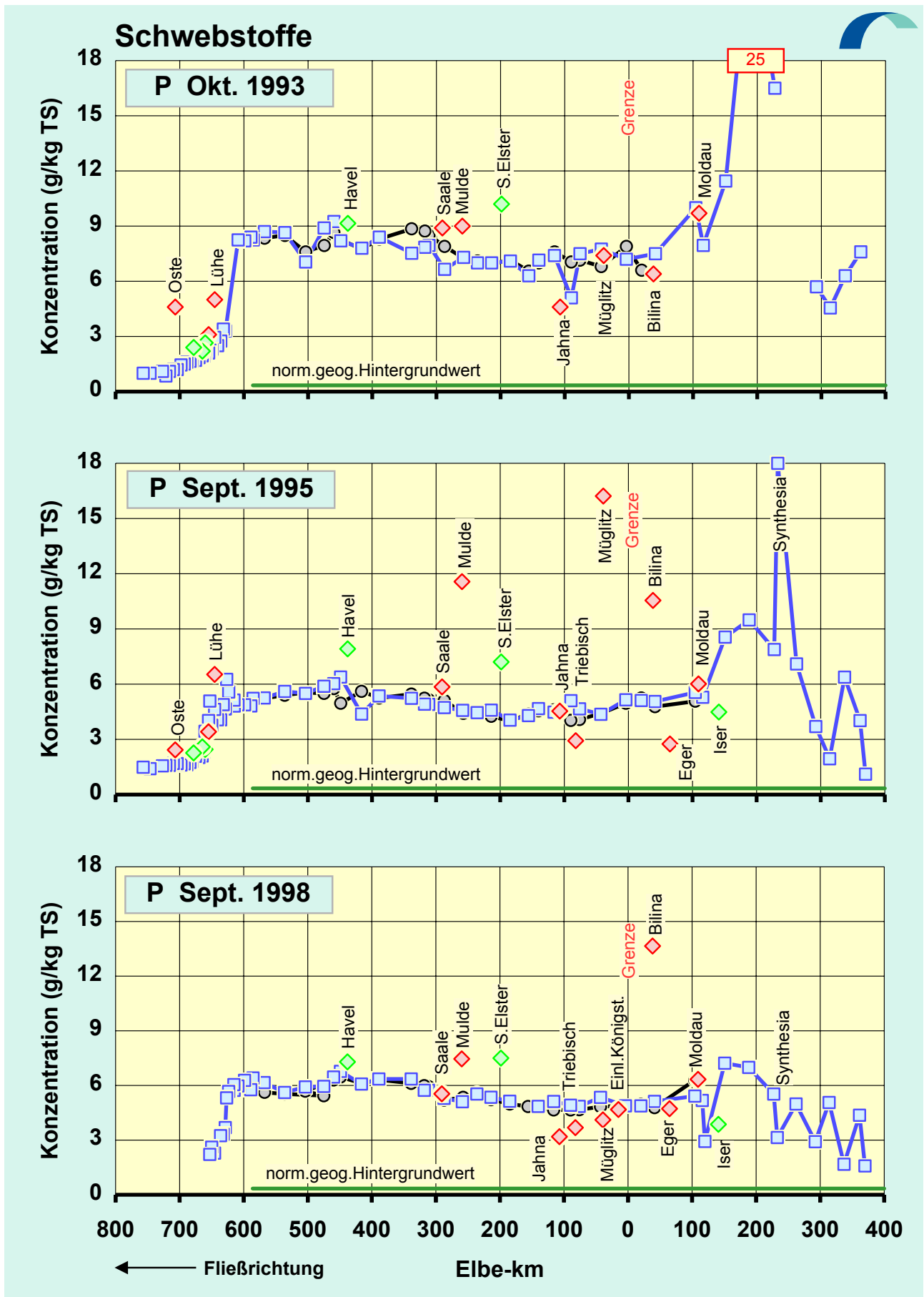


Abb.17c: Vergleich der **Phosphor**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

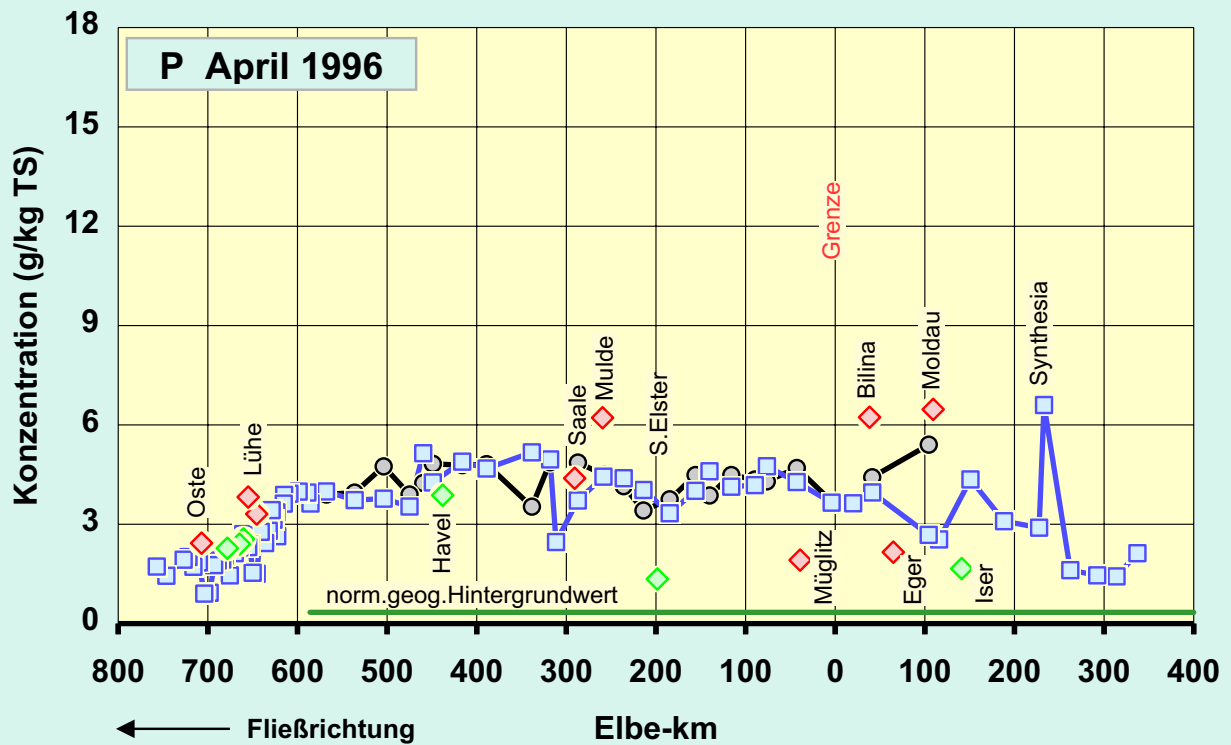
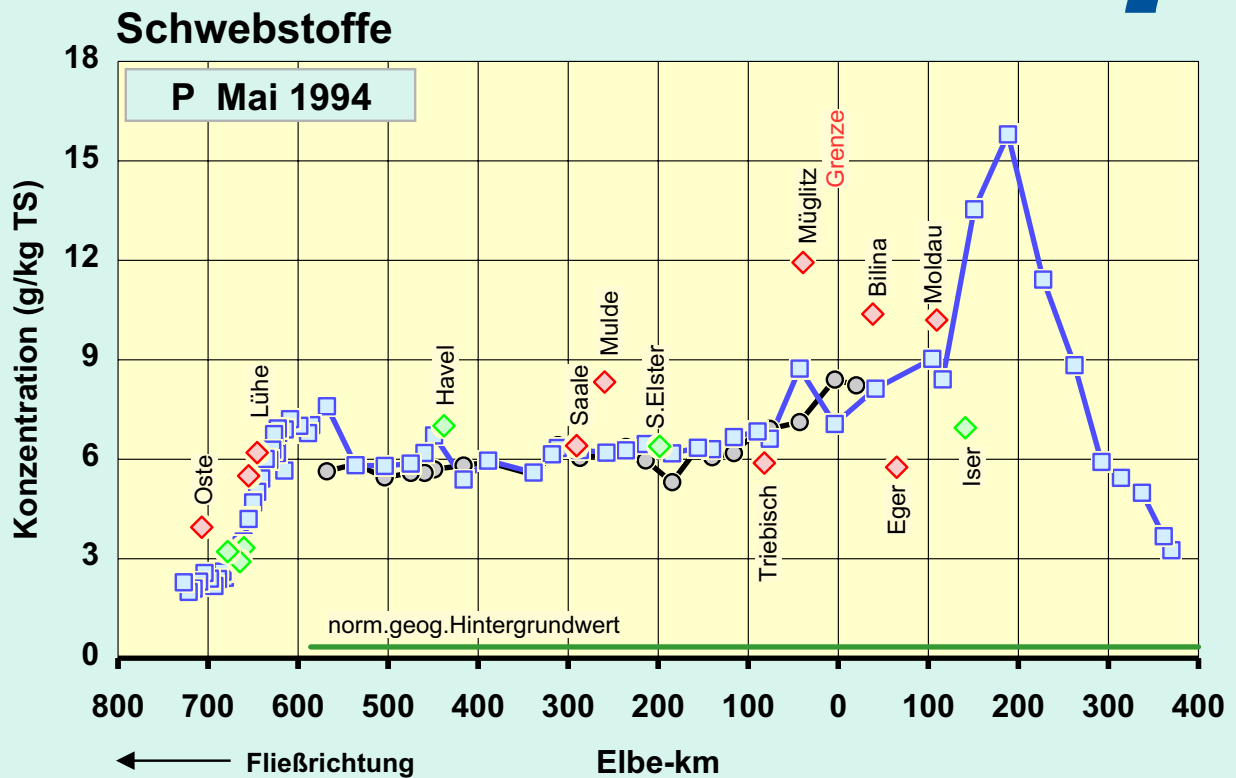


Abb.17d: Vergleich der **Phosphor**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

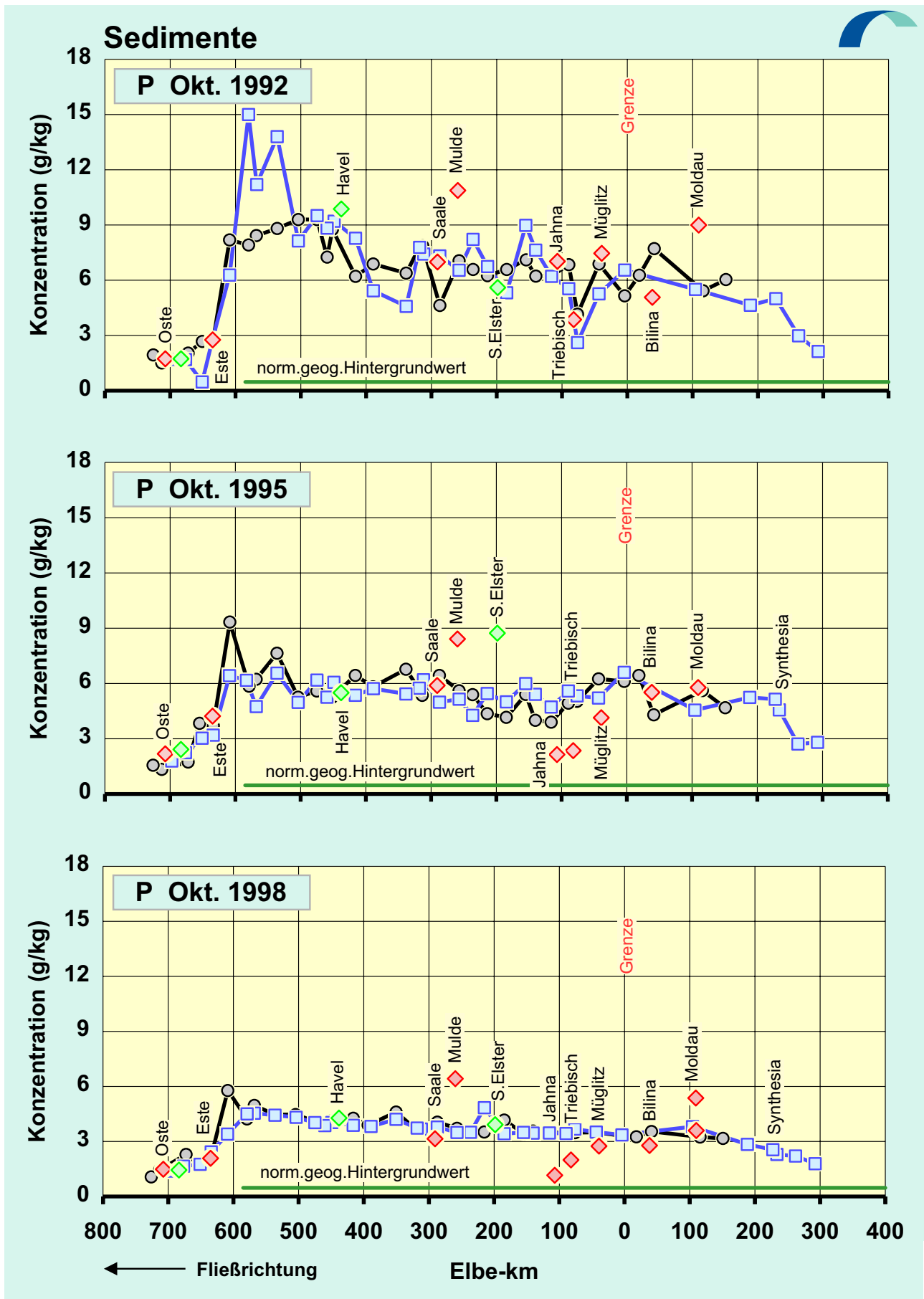


Abb.17e: Vergleich der **Phosphor**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

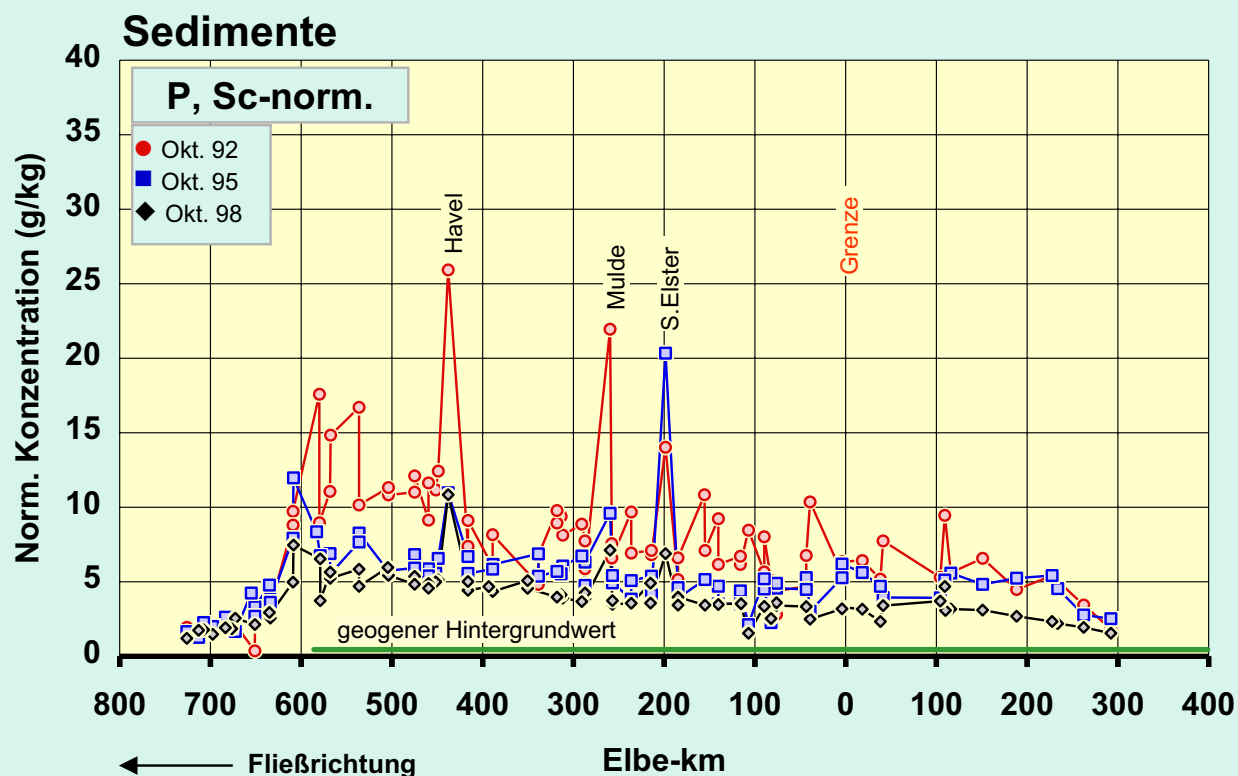
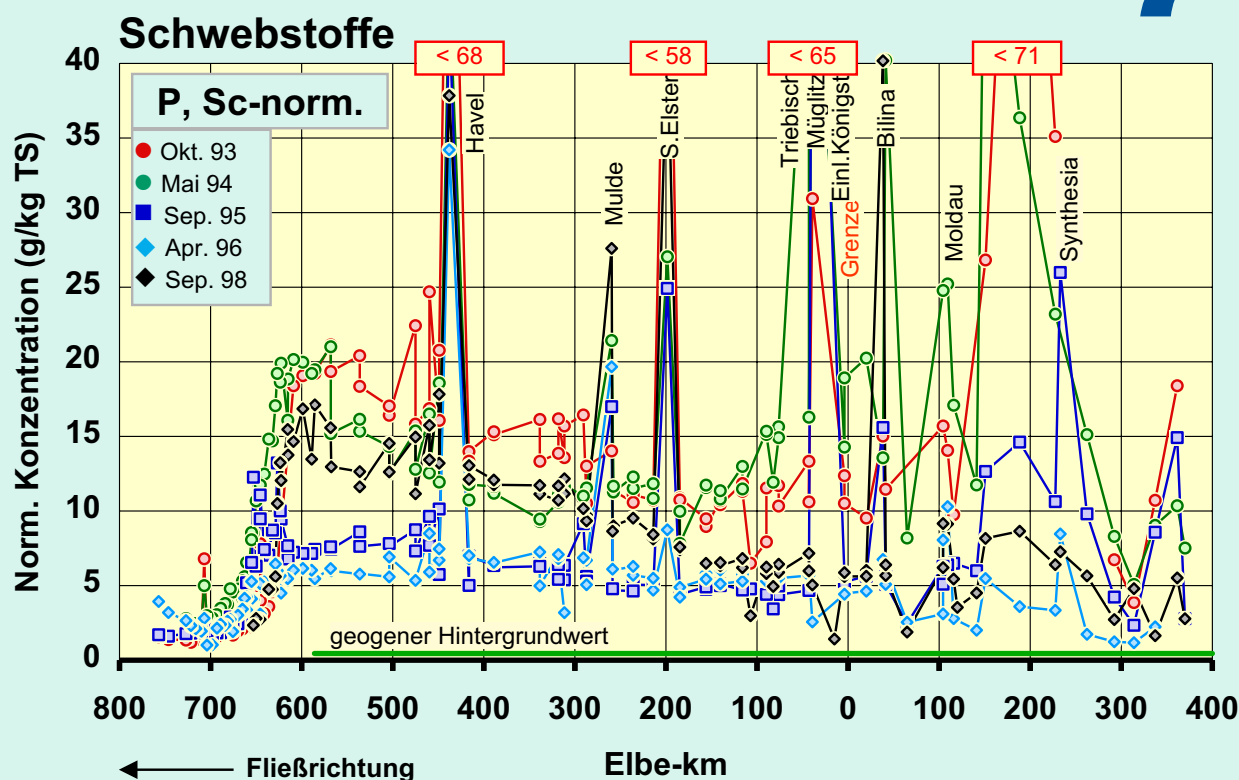


Abb.17f: Vergleich der Sc-normierten **Phosphor**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_P^{norm} = C_P / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Schwefel



S

Schwefel zählt in der Elbe und ihren Nebenflüssen zu den anthropogen beeinflussten Elementen. Das Element ist im Wasser der Elbe vor allem gelöst anzutreffen.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden in der Regel Konzentrationen von etwa 1 bis etwa 90 mg/L bestimmt. In der Nähe der Synthesia-Werke und der Spolana-Neratovice (CZ km 120) wurden allerdings höhere Werte bis zu etwa 300 mg/L gefunden. Deutlich über dem Niveau in der Elbe lagen auch die Gehalte der Nebenflüsse Bilina, Triebisch, Schwarze Elster und Saale. Im Längsverlauf der Elbe nahmen die Konzentrationen unterhalb der Quelle auf den ersten 200 bis 300 km zu, blieben dann bis zur Saalemündung in etwa konstant und sprangen dann auf ein höheres Niveau (besonders 1993 und 1994).

Für die **Schwebstoffe** der Elbe wurden spezifische Schwefelbeladungen von 1 - 11 g/kg analysiert. Die Konzentrationsverläufe für die Kampagnen vom Oktober 1993, April '96 und September '98 zeigten einen annähernd gleichmäßigen Anstieg von der Quelle bis zur Tidezone, die Verläufe der beiden anderen Kampagnen dagegen ein Konzentrationsminimum im Bereich des Zuflusses der Schwarzen Elster. In der Elbe sanken die Werte von 1993 bis 1998 deutlich ab; aber bei den Synthesia-Werken und in den Nebenflüssen Bilina und Schwarze Elster wurden in den Proben vom September 1995 die höchsten Schwefelgehalte festgestellt.

In den **Sedimenten** der Elbe wurden für die Proben von 1992 Schwefelkonzentrationen von 2,5 bis 20 g/kg gefunden. Die Gehalte der Proben von 1995 und 1998 lagen deutlich niedriger. Für alle Kampagnen stiegen die Werte von Magdeburg bis zur Mündung an.

Die **Sc-normierten** Konzentrationsverläufe betonen den anthropogenen Charakter des partikulär gebundenen Schwefels. Neben dem typisch steilen Gradienten in der Tidezone (vor allem für die Kampagnen von 1993 und 1994) wird besonders die Belastung durch die beiden Nebenflüsse Schwarze Elster und Havel verdeutlicht. In der Elbe ist ein Rückgang der Schwefelbeladung von Schwebstoffen und Sedimenten im Untersuchungszeitraum deutlich zu erkennen.

Schwefel

S

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(41)	50	28	25	38
Mai 1994	(59)	63	33	25	58
Sept. 1995	(59)	41	26	25	39
April 1996	(44)	38	24	21	36
Sept. 1998	-	51	31	29	41

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	7,3	9,1	7,3	4,7	7,8
Mai 1994	5,6	5,0	4,4	5,8	5,2
Sept. 1995	4,9	5,0	3,3	4,5	4,7
April 1996	4,6	3,8	3,1	2,2	3,8
Sept. 1998	-	4,9	3,9	4,0	4,5

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	8,4	8,5	5,1	4,7	6,9
Okt. 1995	4,8	3,8	2,9	3,0	3,6
Okt. 1998	8,6	3,6	2,5	3,0	3,0

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,23 - 1,46	0,29 - 5,7	0,17 - 2,6	0,17 - 5,7
Auensedimente / Mittelw.	0,50	0,47	0,98	0,65
normiert für Sedimente				0,48
normiert für Schwebstoffe				0,35

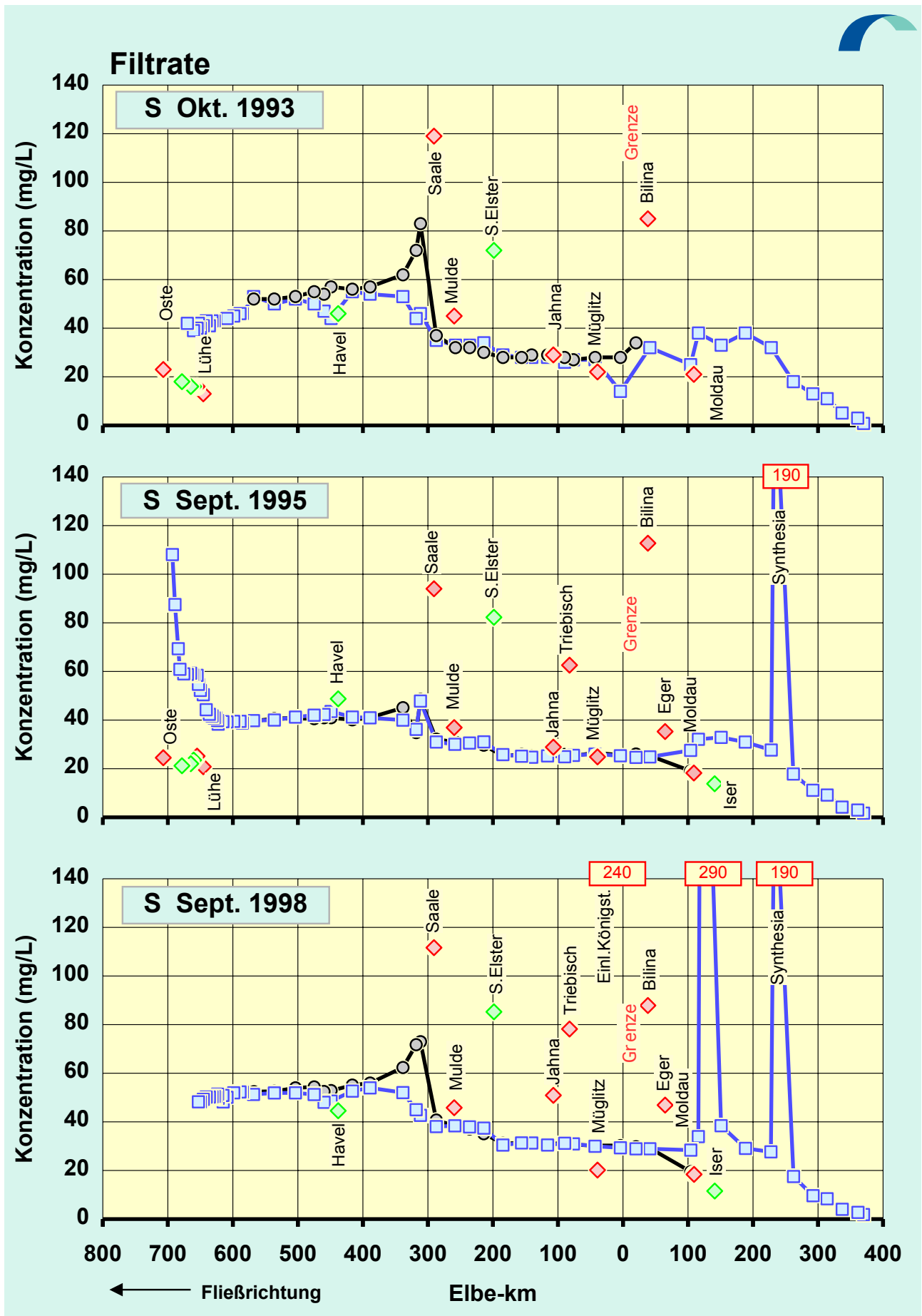


Abb.18a: Vergleich der **Schwefel**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

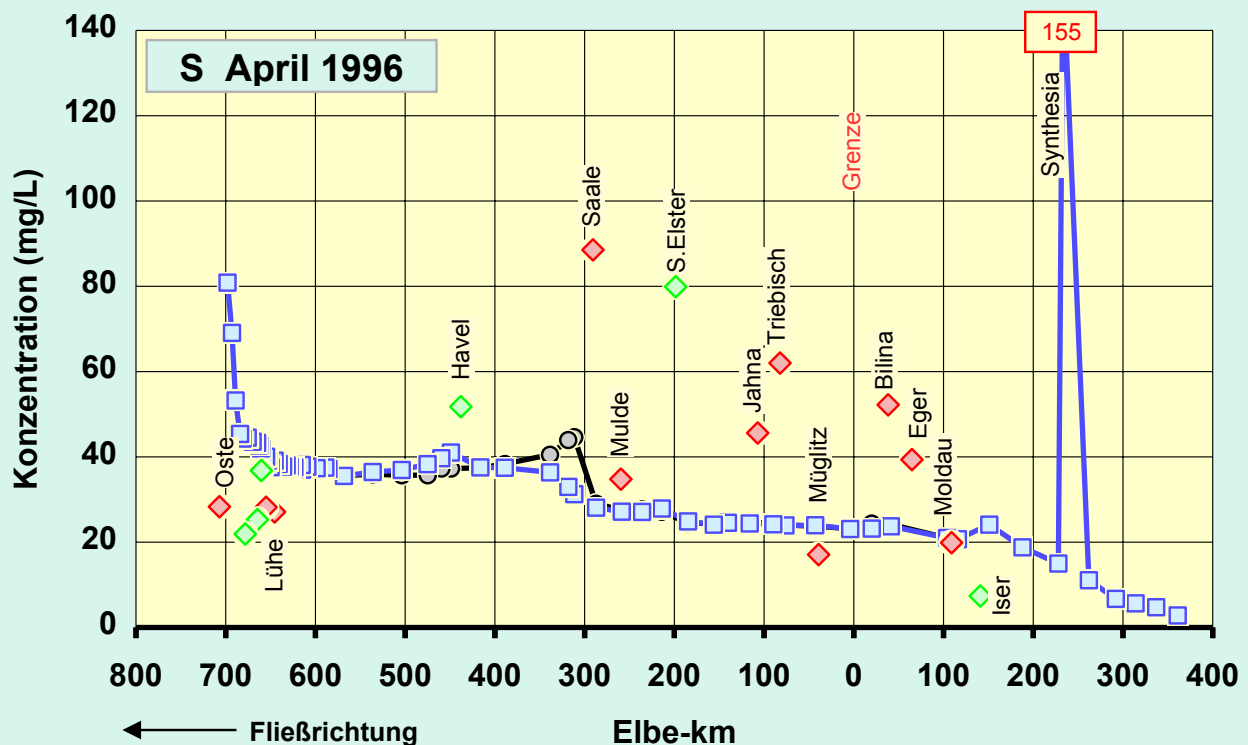
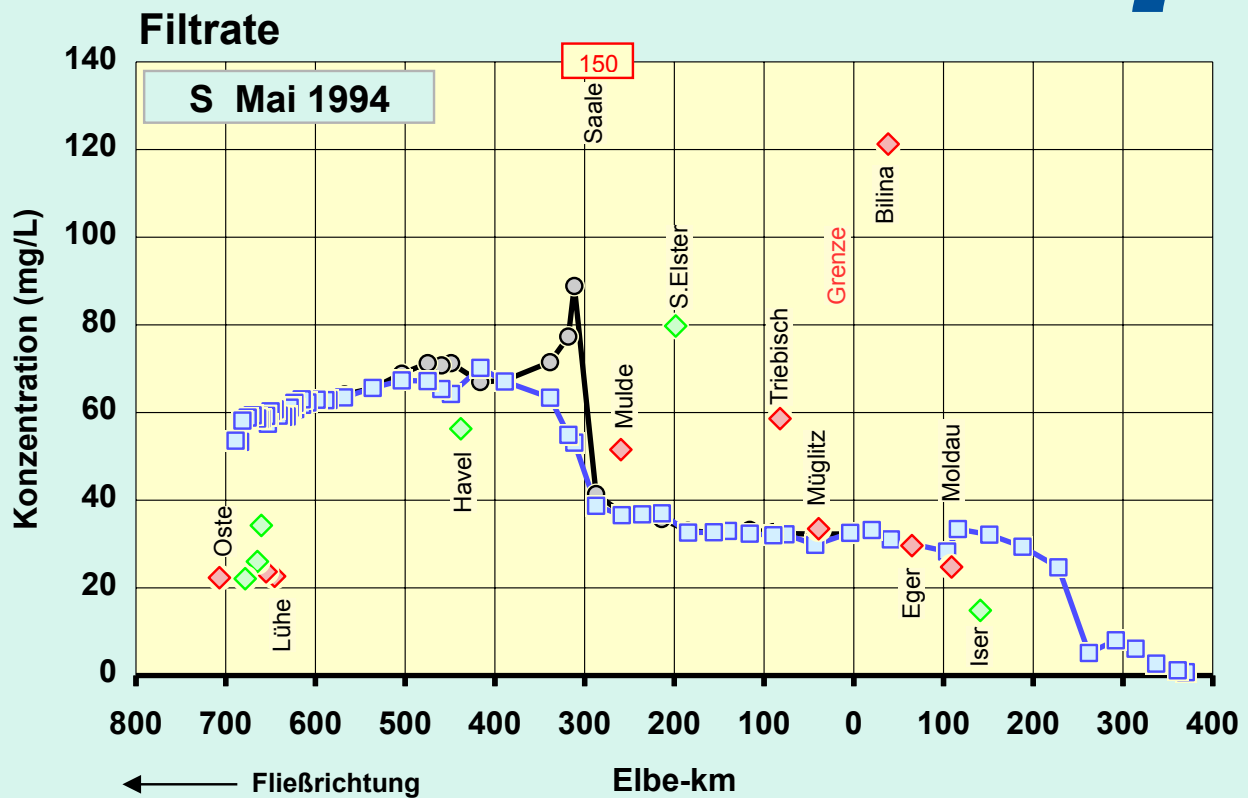


Abb.18b: Vergleich der **Schwefel**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

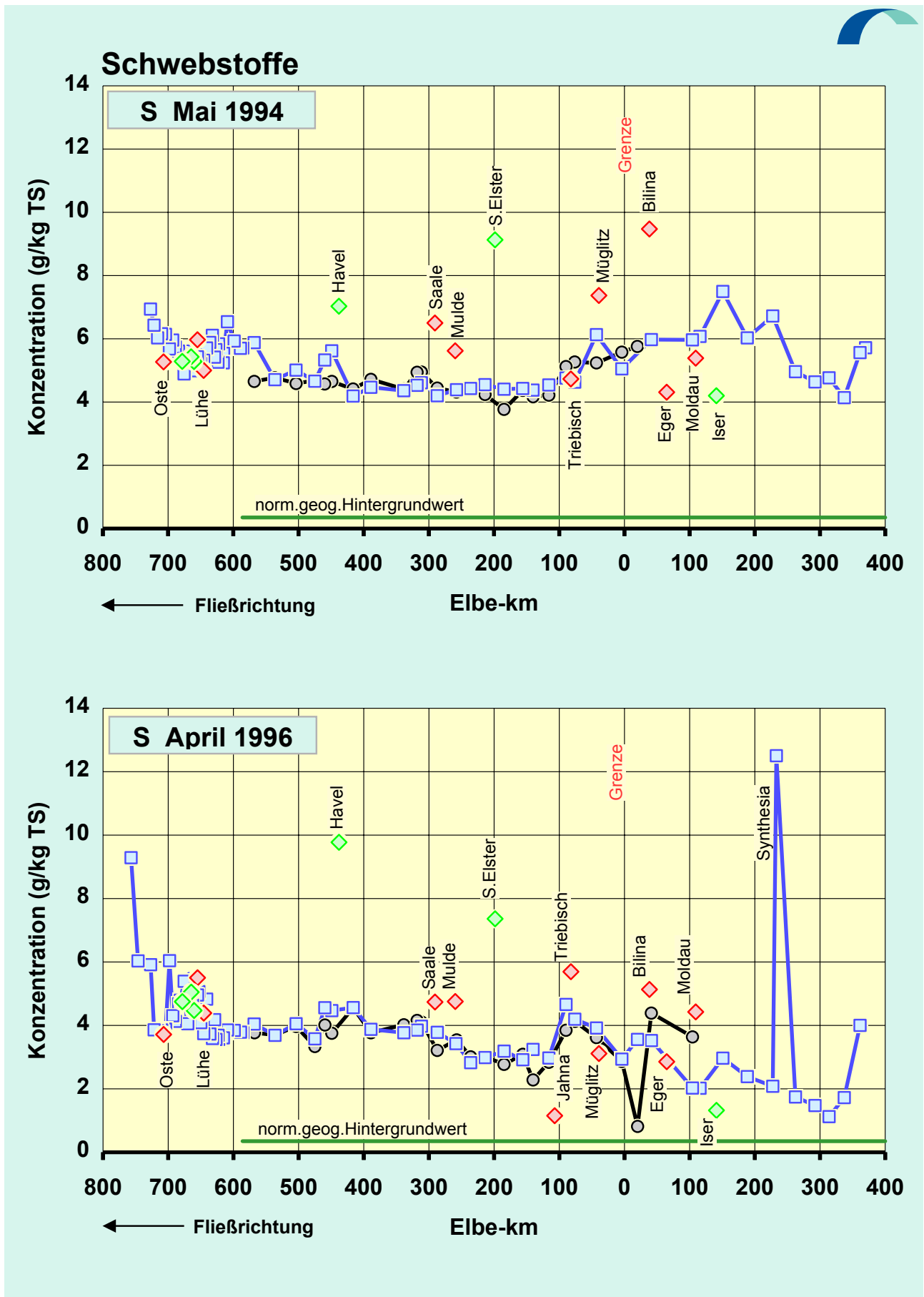


Abb.18d: Vergleich der **Schwefel**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

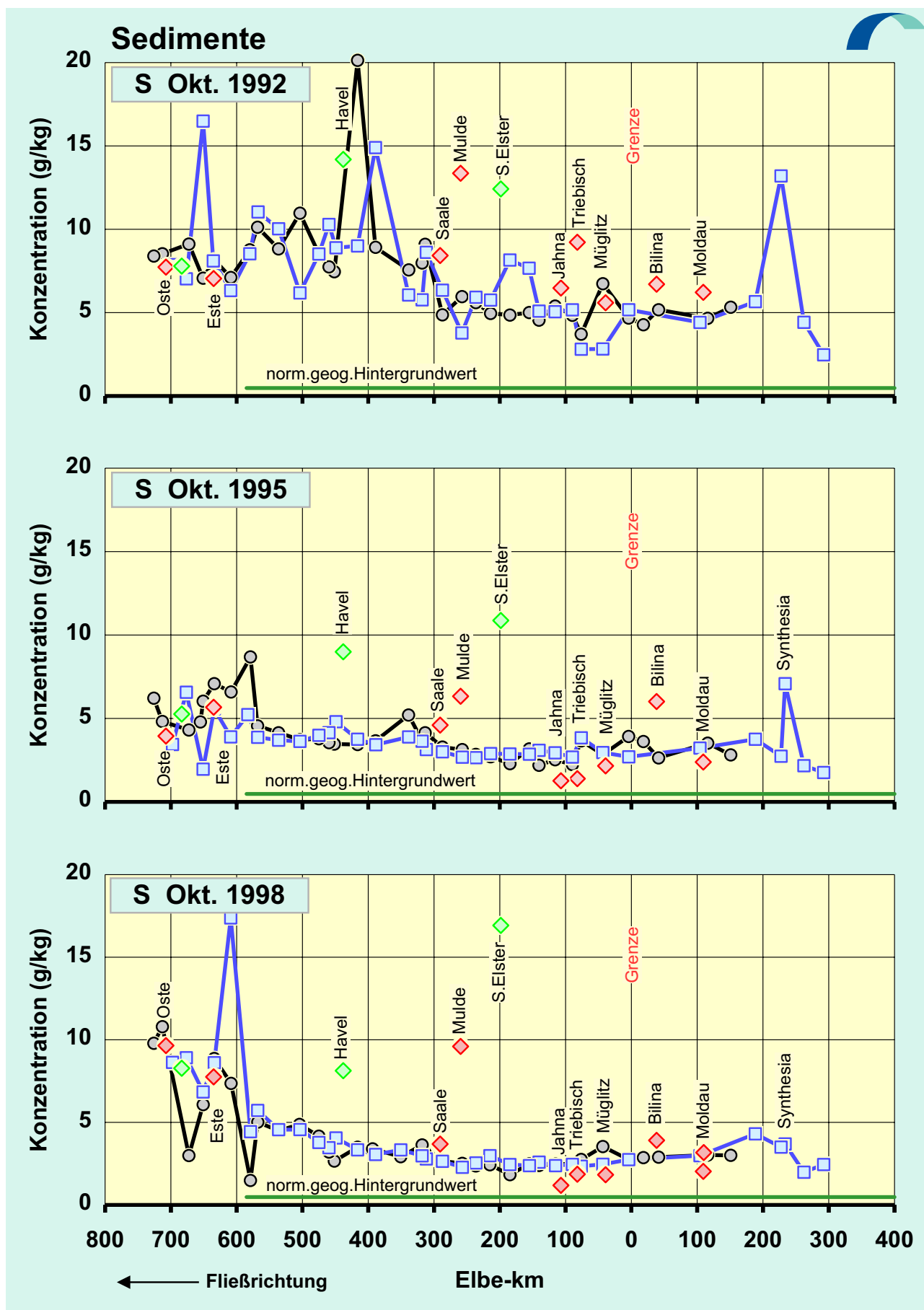


Abb.18e: Vergleich der **Schwefel**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

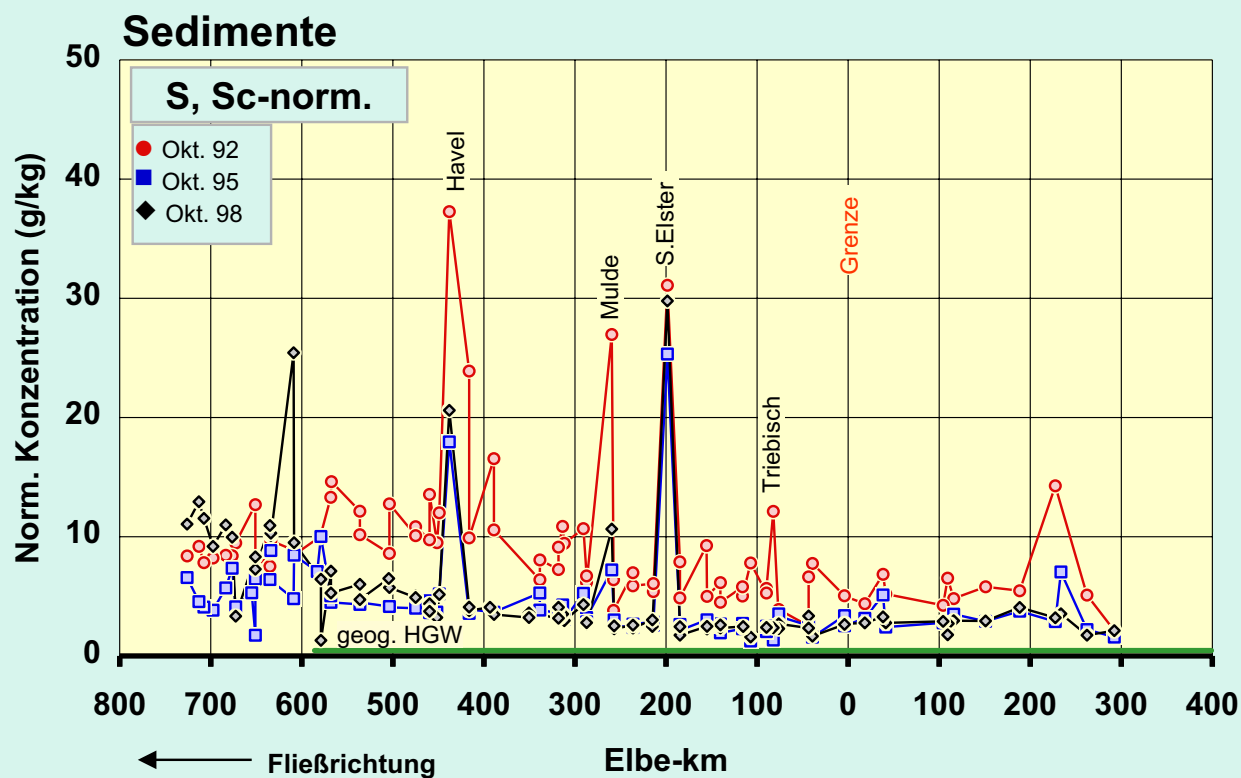
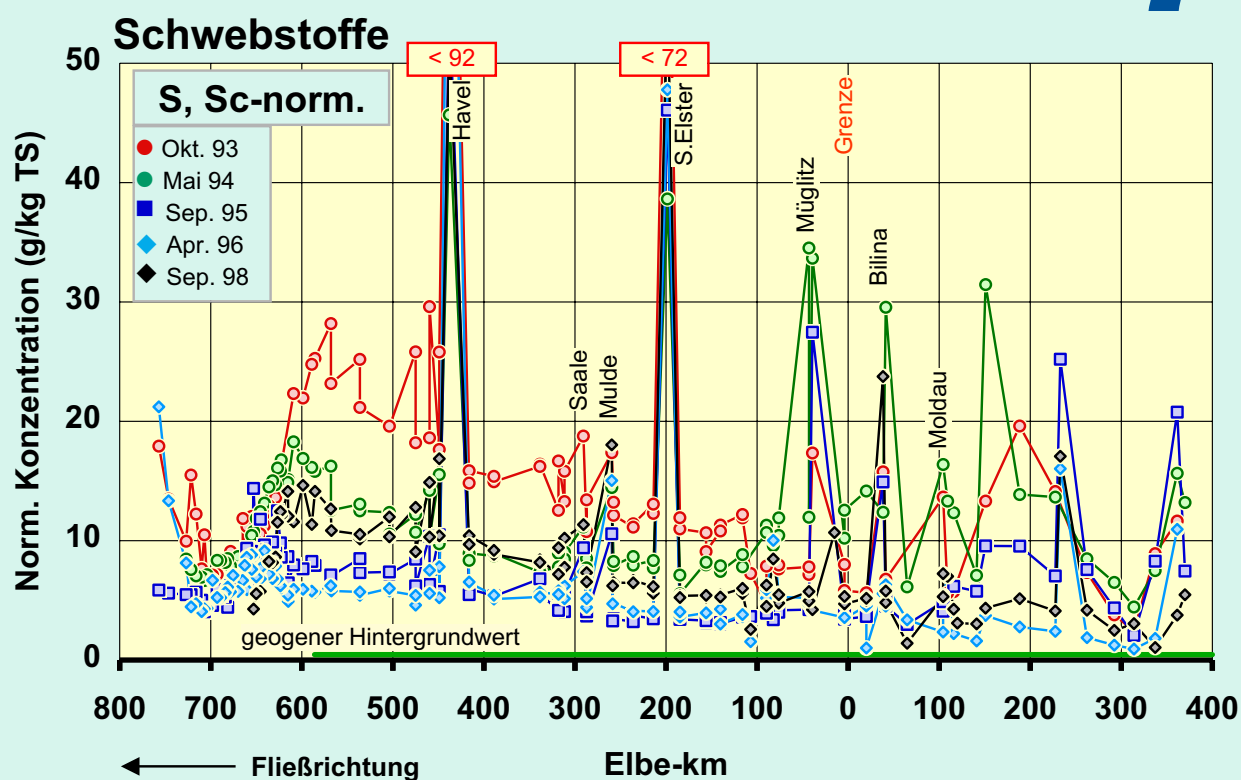


Abb.18f: Vergleich der Sc-normierten **Schwefel**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte. Normierung : $C_S^{norm} = C_S / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Kalium

K

Kalium als vorwiegend geogen beeinflusstes Element konnte in allen drei Kompartimenten der Elbe bestimmt werden, wird aber zu über 90 % gelöst transportiert. Anthropogene Einflüsse sind vor allem von Einleitungen der Saale bekannt (Kali-Bergbau).

Die Konzentrationen in den **Elbwasserfiltraten** lagen zwischen 0,3 und 23 mg/L. Höhere Werte wurden in der Elbe bei den Synthesia-Werken, in der Bilina, in der Saale und in der Tideelbe gefunden. Von Oktober 1993 bis Mai 1996 nahmen die Konzentrationen stetig ab, im September 1998 stiegen sie jedoch wieder auf das Niveau vom Oktober 1993 an.

Die gemessenen Kaliumgehalte in den **Elbschwebstoffen** lagen zwischen 4,6 und 28 g/kg. Die Längsprofile der einzelnen Kampagnen zeigten einen für geogene Elemente häufig beobachteten Verlauf. Die höchsten Konzentrationen wurden im tschechischen Teil der Elbe und in der Trübungszone gefunden. Im restlichen Elbabschnitt schwankten die Kaliumgehalte nur wenig. Die Medianwerte der Proben aus 1995 und 1996 lagen etwas höher als die der übrigen Jahre.

Die Konzentrationen der fraktionierten **Sedimentproben** lagen zwischen 13 und 25 g/kg. Die Längsprofile zeigten für die drei Kampagnen einen annähernd gleichen, nur wenig schwankenden Verlauf.

Bei den **Sc-normierten** Längsprofilen liegen die Profile für die Schwebstoffe von '93, '94 und '98 deutlich über denen von '95 und '96, zumindest im Bereich unterhalb der Saalemündung bis zur Tidezone. Dies deutet auf zeitliche Schwankungen der Hauptanteile der Schwebstoffe hin. Unter den Nebenflüssen der Elbe fallen besonders die Müglitz und die Havel durch hohe K/Sc-Verhältnisse auf. Die verschiedenen Profile der Sc-normierten Sedimentkonzentrationen unterscheiden sich nur wenig.

Kalium

K

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(8,9)	9,1	6,9	6,5	7,6
Mai 1994	(8,5)	8,7	5,8	4,1	8,4
Sept. 1995	(9,9)	8,1	5,6	5,3	7,8
April 1996	(8,1)	6,9	5,1	3,4	6,5
Sept. 1998	-	9,8	6,6	5,4	6,9

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	18,1	13,0	13,3	12,3	13,2
Mai 1994	15,2	12,3	13,7	10,9	13,2
Sept. 1995	17,3	14,8	17,1	15,3	16,3
April 1996	14,8	14,8	15,7	17,2	15,3
Sept. 1998	-	13,1	13,7	15,0	13,6

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	17,9	15,2	16,8	17,5	16,4
Okt. 1995	17,8	17,9	18,4	19,0	18,3
Okt. 1998	17,6	17,6	18,2	18,6	18,1

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	11,3 - 22,7	18,3 - 22,8	19,8 - 31,7	11,3 - 31,7
Auensedimente / Mittelw.	17,3	20,1	24,6	20,7
normiert für Sedimente				15,1
normiert für Schwebstoffe				11,0

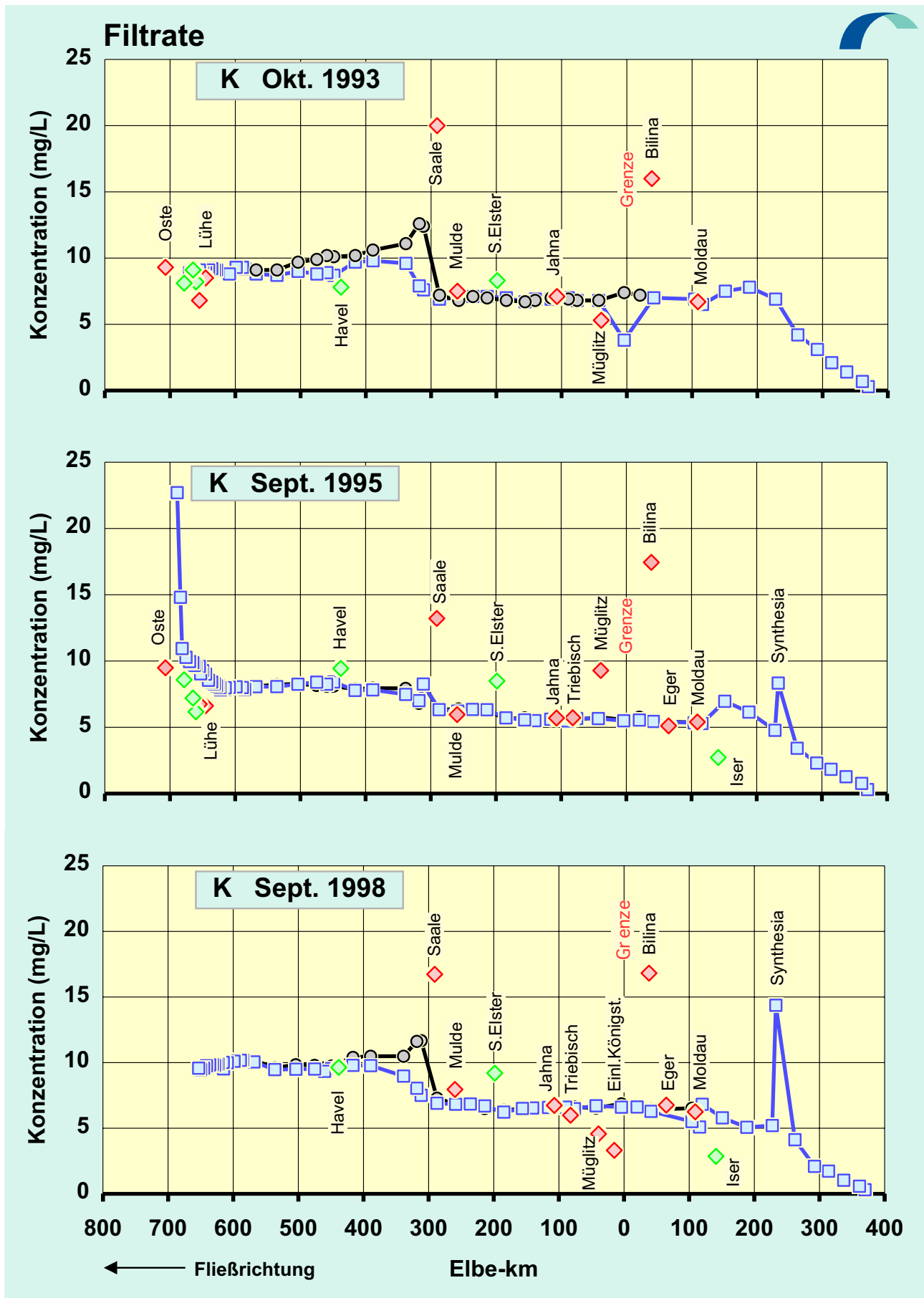


Abb.19a: Vergleich der **Kalium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

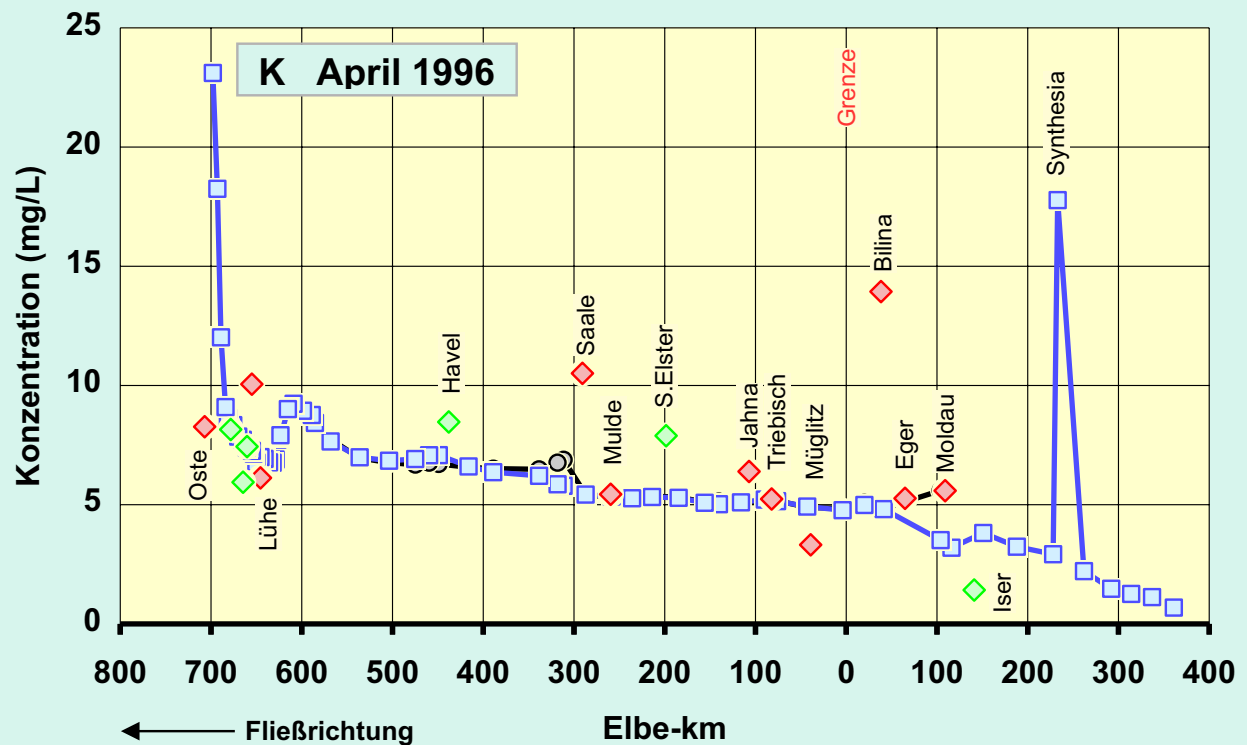
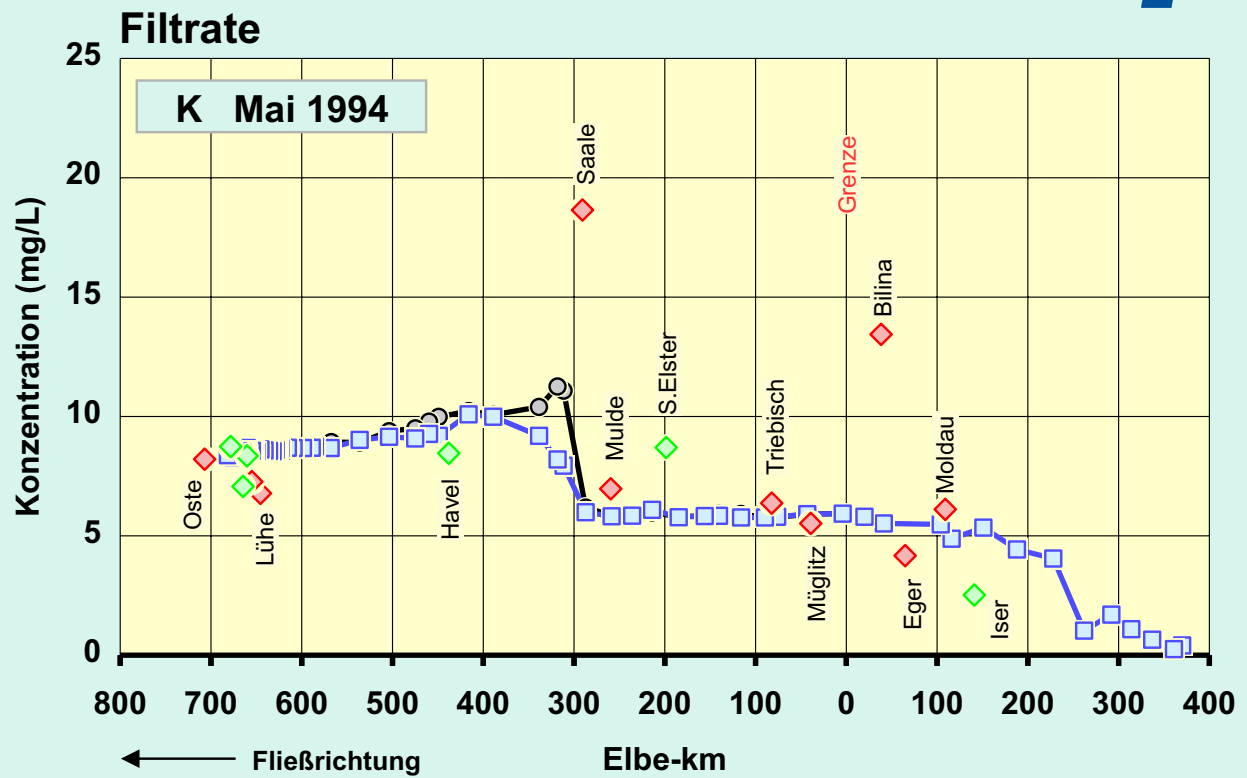


Abb.19b: Vergleich der **Kalium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

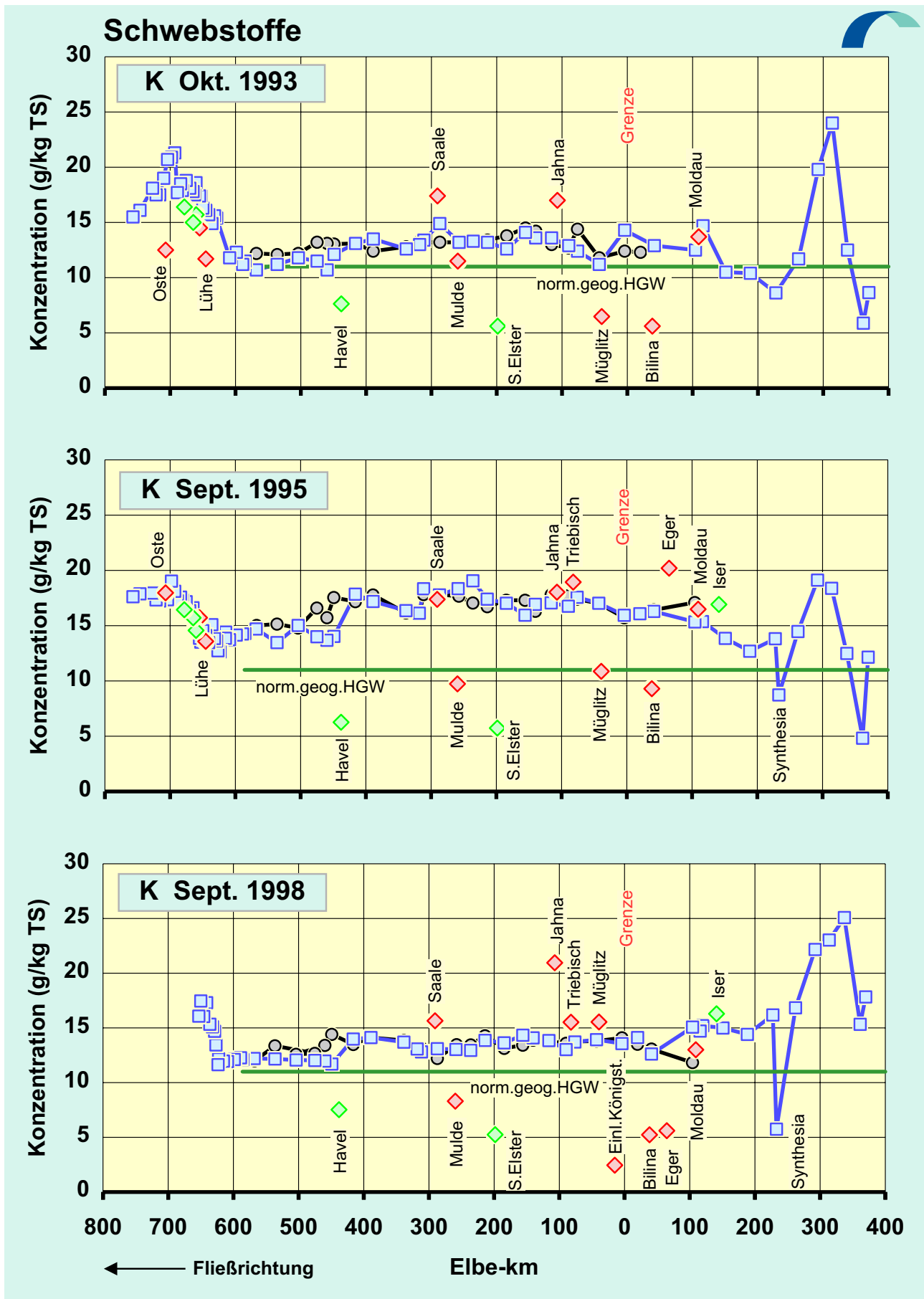


Abb.19c: Vergleich der **Kalium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

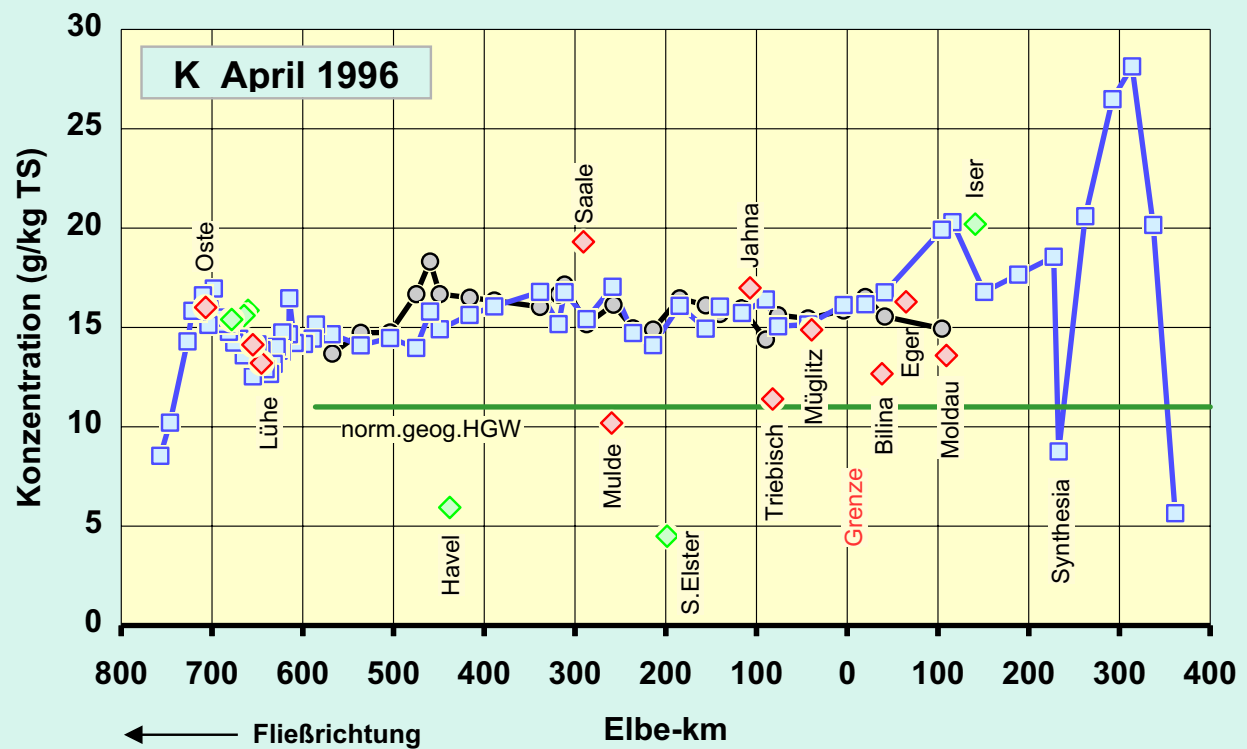
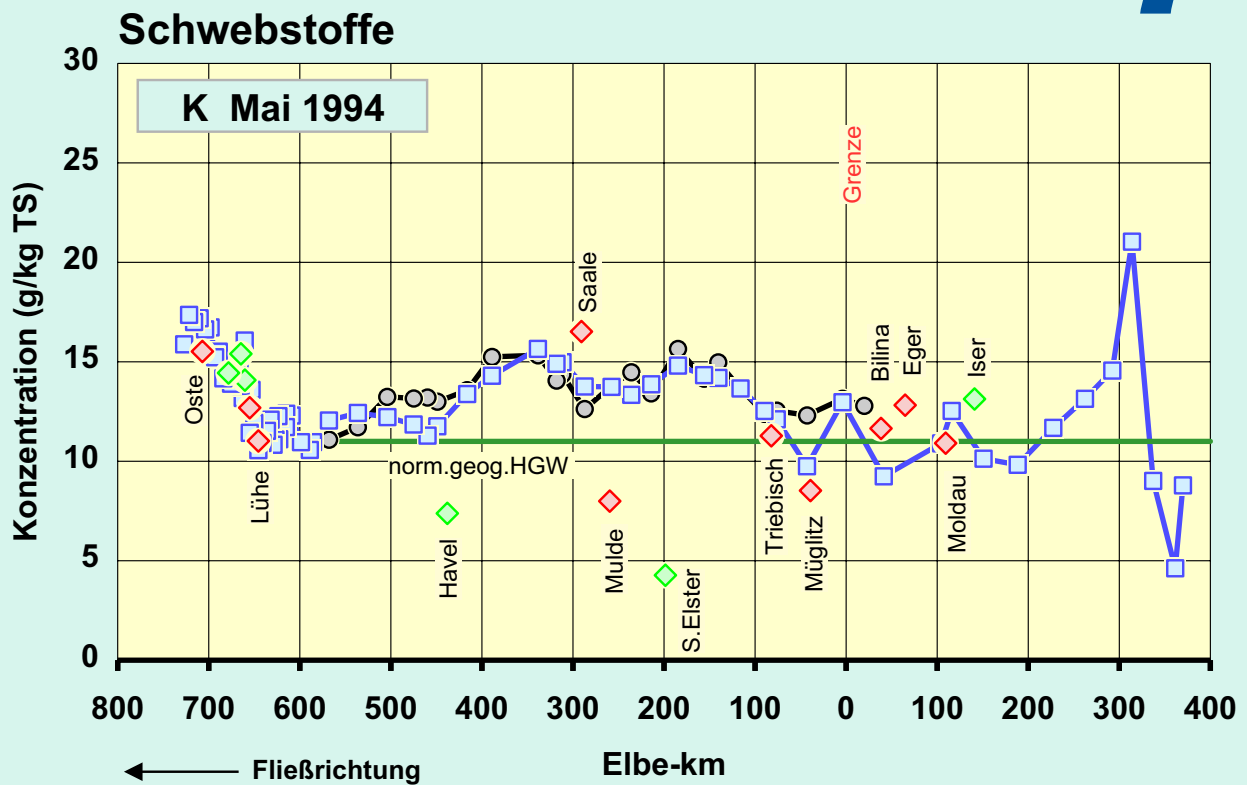


Abb.19d: Vergleich der **Kalium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

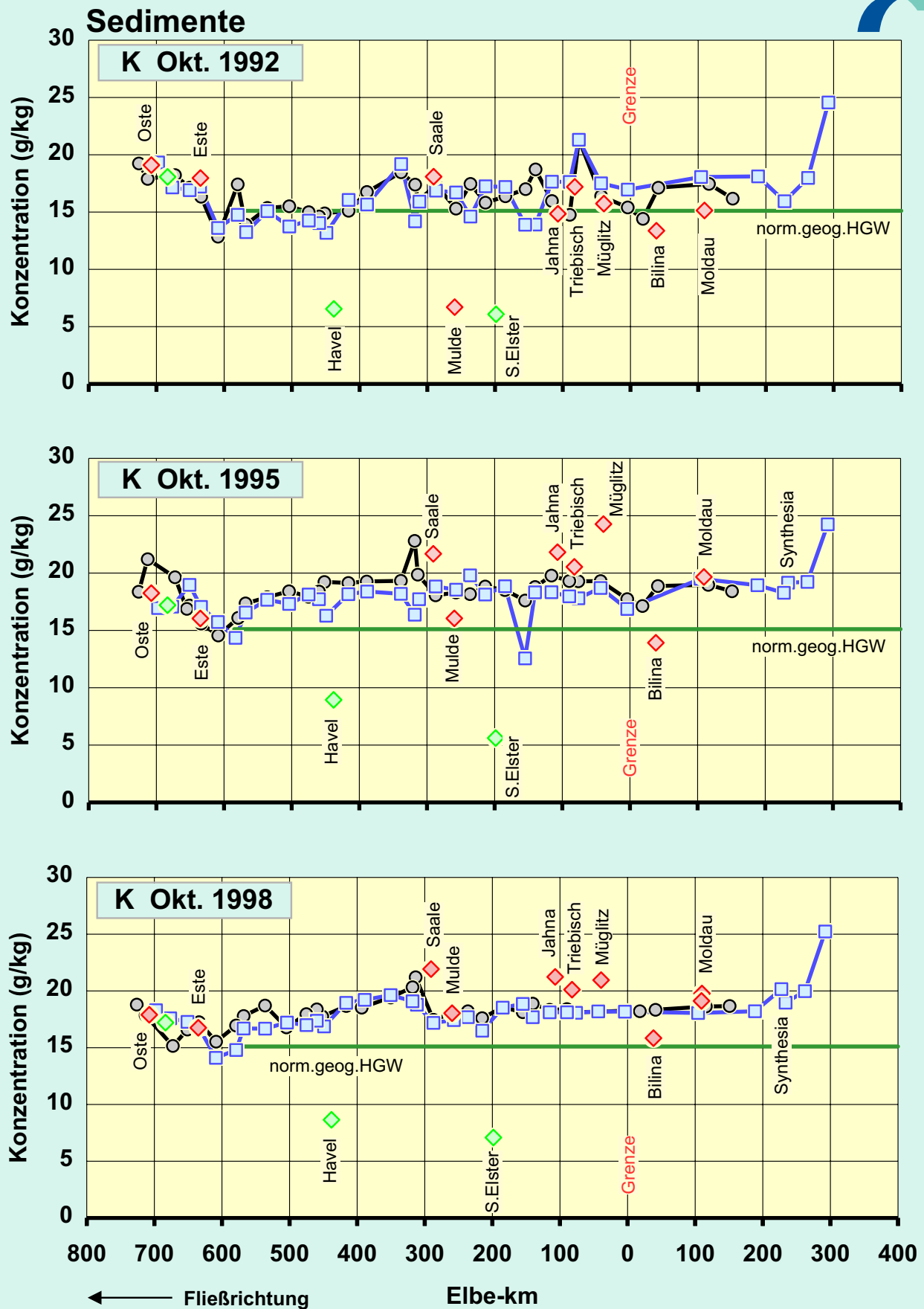


Abb.19e: Vergleich der **Kalium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

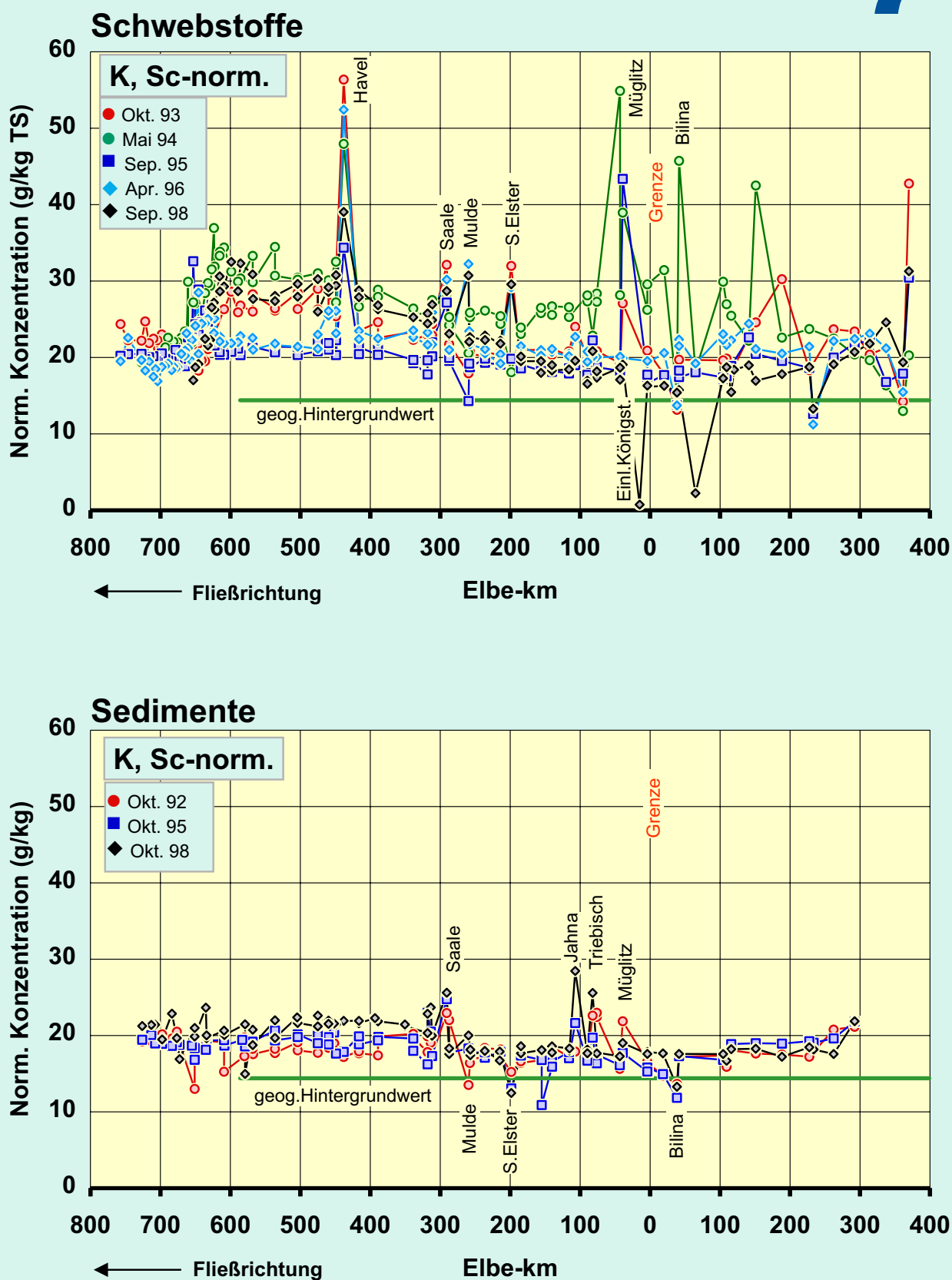


Abb.19f: Vergleich der Sc-normierten **Kalium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_K^{norm} = C_K / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Calcium

Ca

Calcium ist in der Tideelbe ein stark maritim, in der mittleren Elbe aber zum Teil auch anthropogen beeinflusstes Element. Es wird zum allergrößten Teil gelöst transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Calciumkonzentration von 0,7 bis etwa 180 mg/L gefunden. Im Längsprofil stiegen die Gehalte von der Quelle bis zur Moldaumündung zunächst an, wurden durch die Moldau abgesenkt und nahmen bis zur Saalemündung wieder leicht zu. Durch die Saale wurden die Gehalte zunächst sprunghaft angehoben (besonders 1993, '94 und '98), verblieben dann auf einem Niveau bis etwa Stade und stiegen schließlich zur Nordsee hin noch weiter an. Die gelösten Calciumanteile in der Elbe fielen von 1993/'94 bis 1995/'96, stiegen 1998 jedoch wieder auf die früheren Werte an.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die spezifischen Calciumkonzentrationen im Bereich von etwa 2 bis über 50 g/kg. Die Nebenflüsse Elbe (für Herbstkampagnen), Saale und Havel brachten zusätzlich stärker mit Calcium beladene Schwebstoffe in die Elbe ein. Ein zeitlicher Trend ließ sich nicht erkennen.

Die Calciumkonzentrationen der **Elbsedimente** lagen im selben Bereich wie die der Schwebstoffe und zeigten ähnliche Längsprofilverläufe.

Die **Sc-normierten** Konzentrationen stellen die Bedeutung der Havel als Haupteinleiter für partikulär gebundenes Calcium heraus. Auch ist für den Zeitraum 1993 bis 1996 eine geringe zeitliche Abnahme der Schwebstoffbeladungen zu erkennen.

Calcium

Ca

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (mg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(91)	98	55	51	71
Mai 1994	(99)	101	61	56	95
Sept. 1995	(97)	69	44	43	68
April 1996	81	68	46	42	66
Sept. 1998	-	101	50	49	69

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	36,4	18,1	12,6	13,2	16,6
Mai 1994	29,8	15,5	13,2	13,4	15,2
Sept. 1995	37,9	19,6	10,8	11,4	16,6
April 1996	30,3	14,5	11,3	10,3	13,2
Sept. 1998	-	20,4	15,1	15,2	17,1

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	39,6	21,1	13,1	14,3	16,9
Okt. 1995	34,5	20,3	12,4	15,2	17,9
Okt. 1998	45,1	25,7	15,8	16,9	19,3

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5,1 - 10,4	7,6 - 11,1	3,7 - 7,8	3,7 - 11,1
Auensedimente / Mittelw.	7,1	9,4	6,2	7,6
normiert für Sedimente				5,5
normiert für Schwebstoffe				4,0

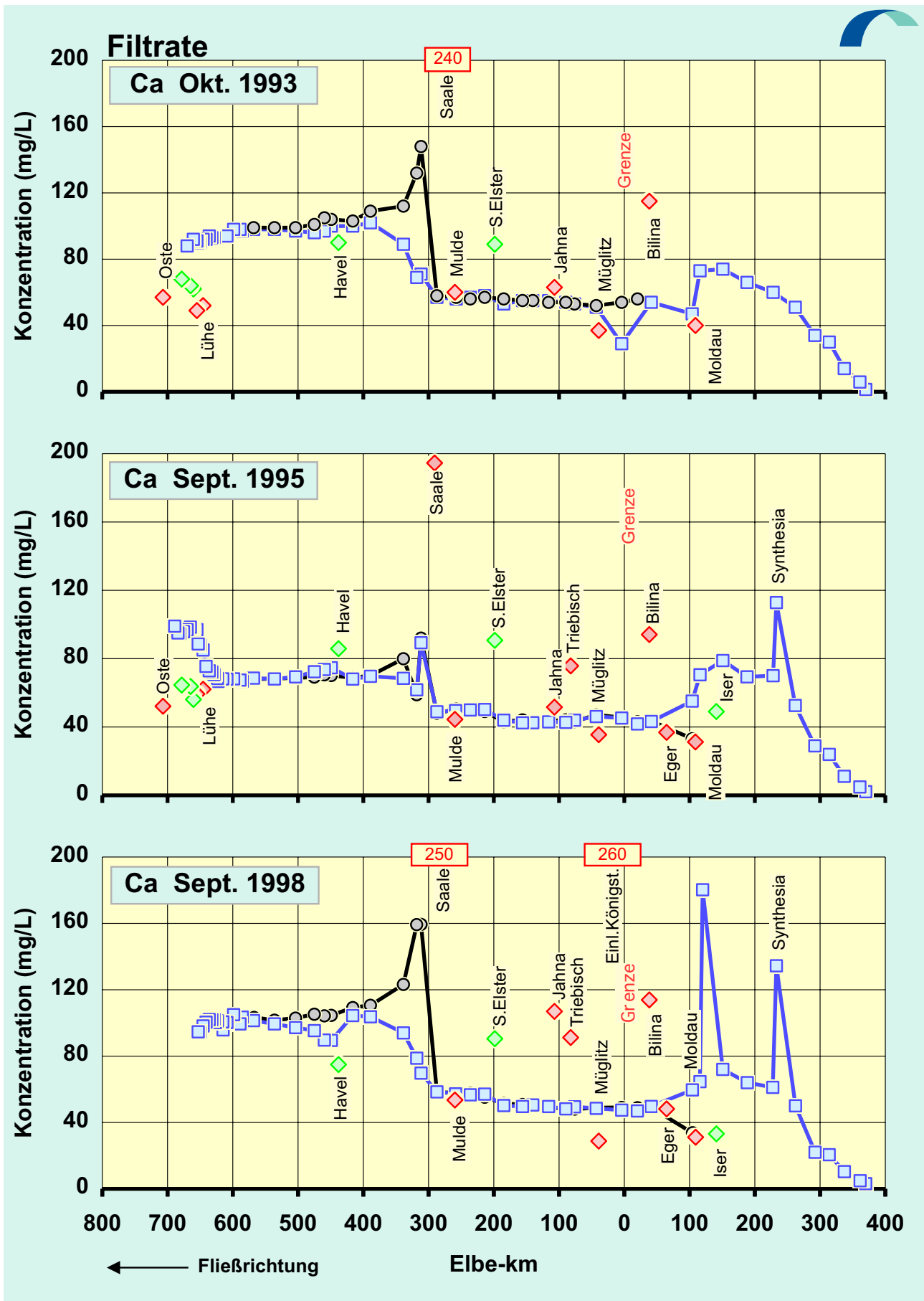


Abb.20a: Vergleich der **Calcium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

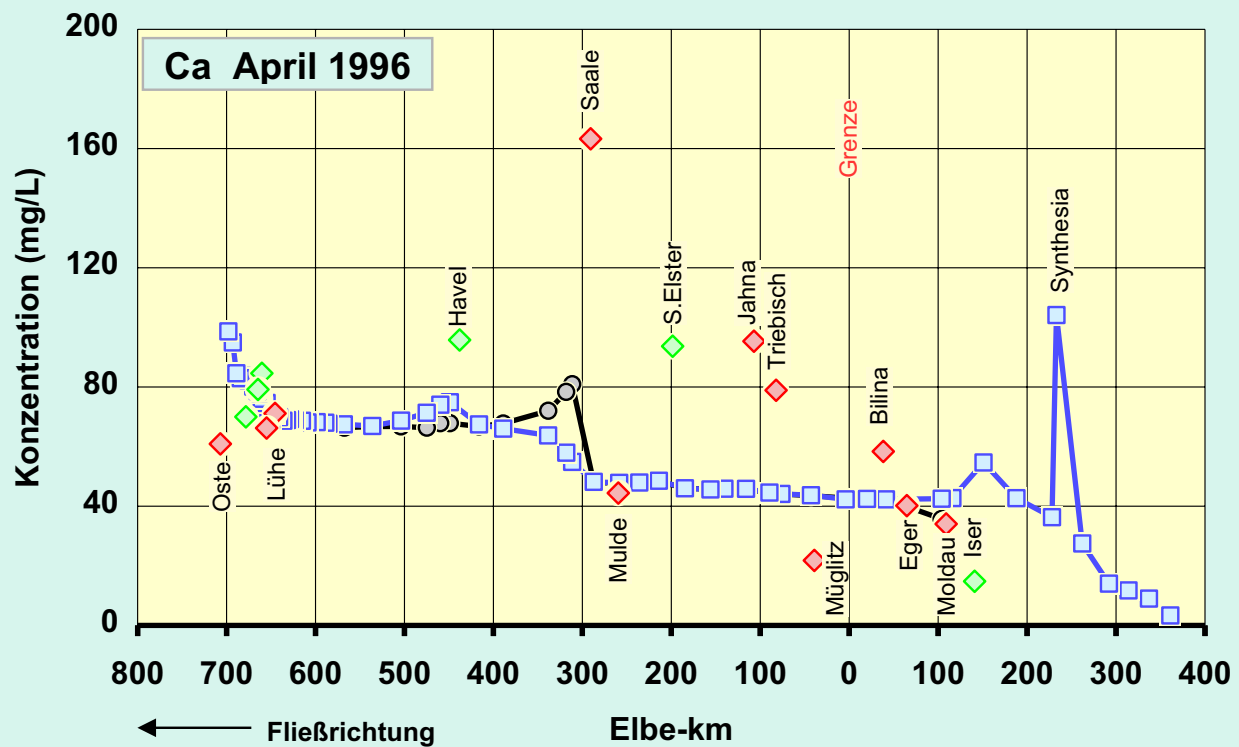
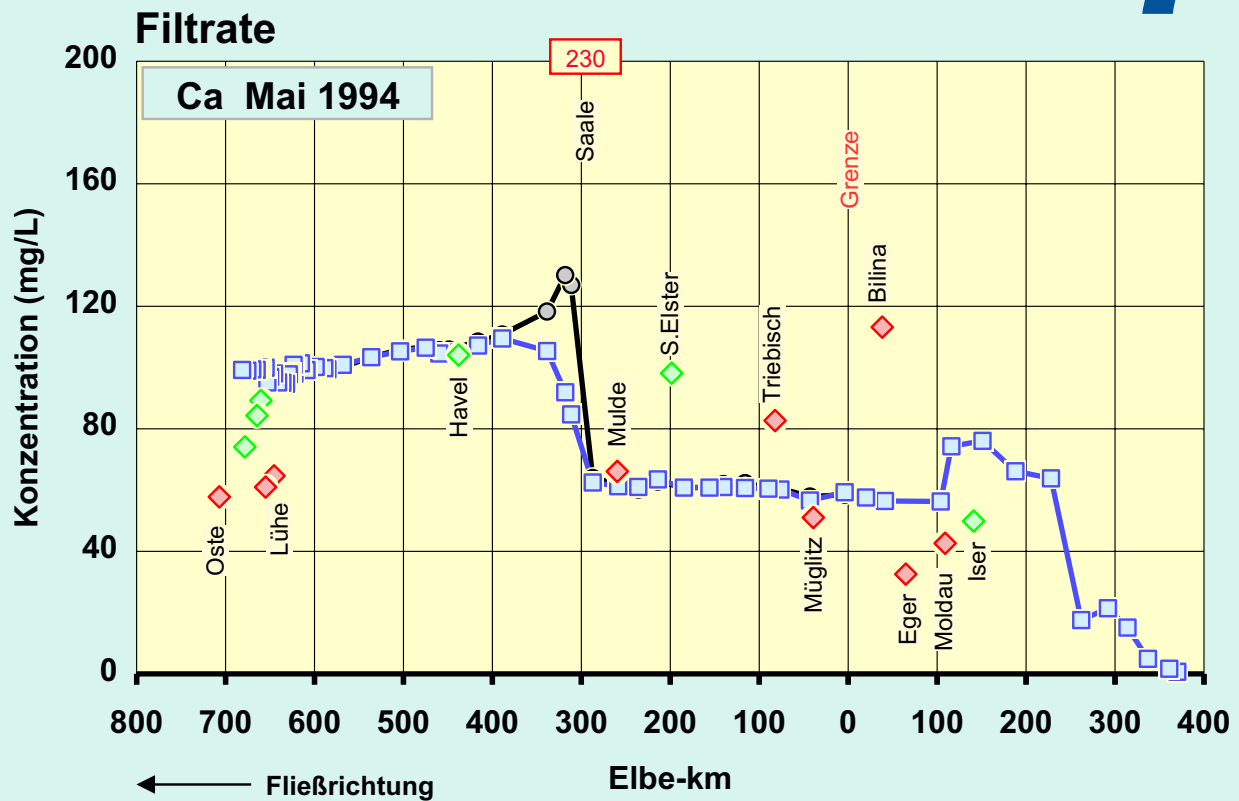


Abb.20b: Vergleich der **Calcium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

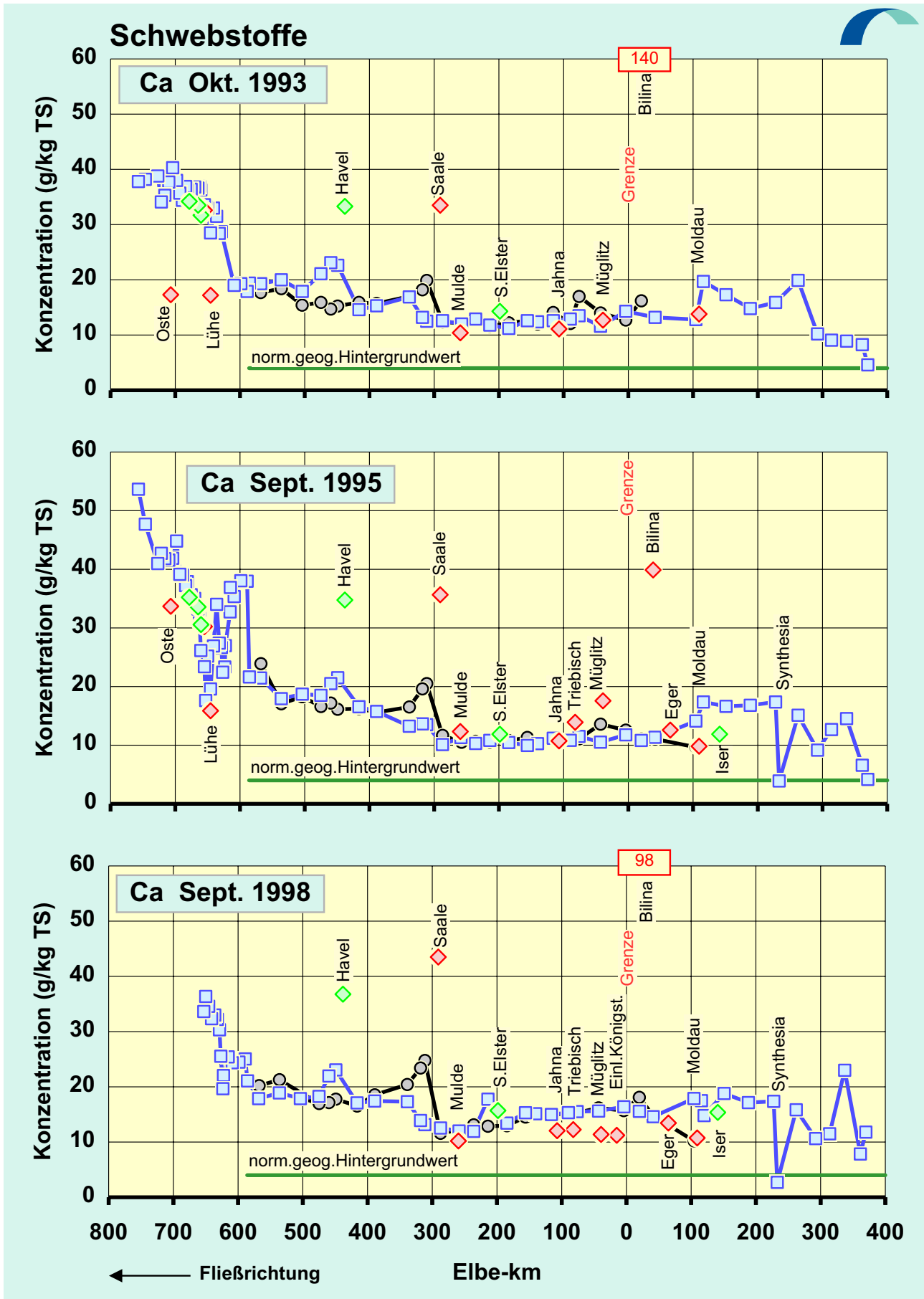


Abb.20c: Vergleich der **Calcium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

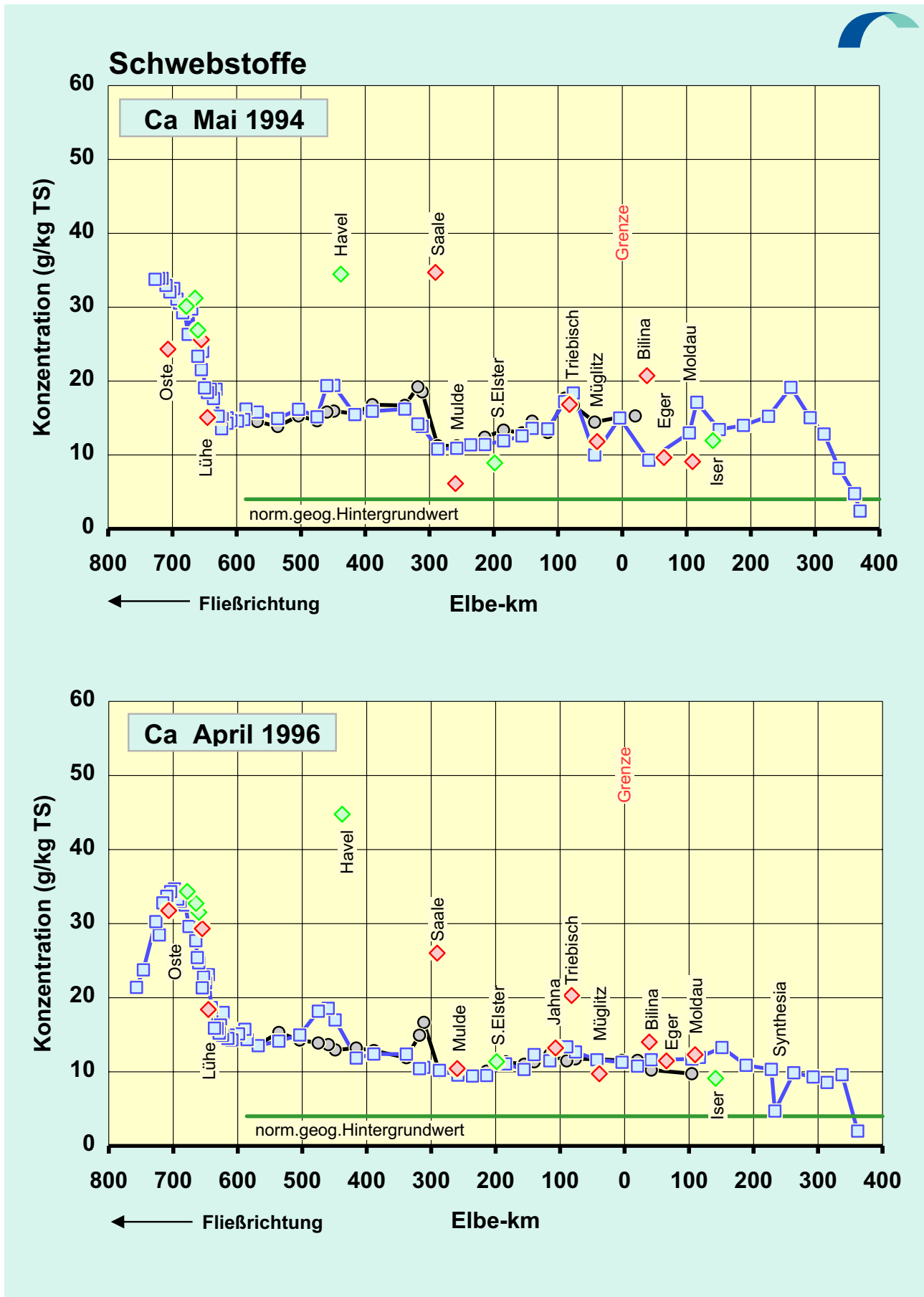


Abb.20d: Vergleich der **Calcium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

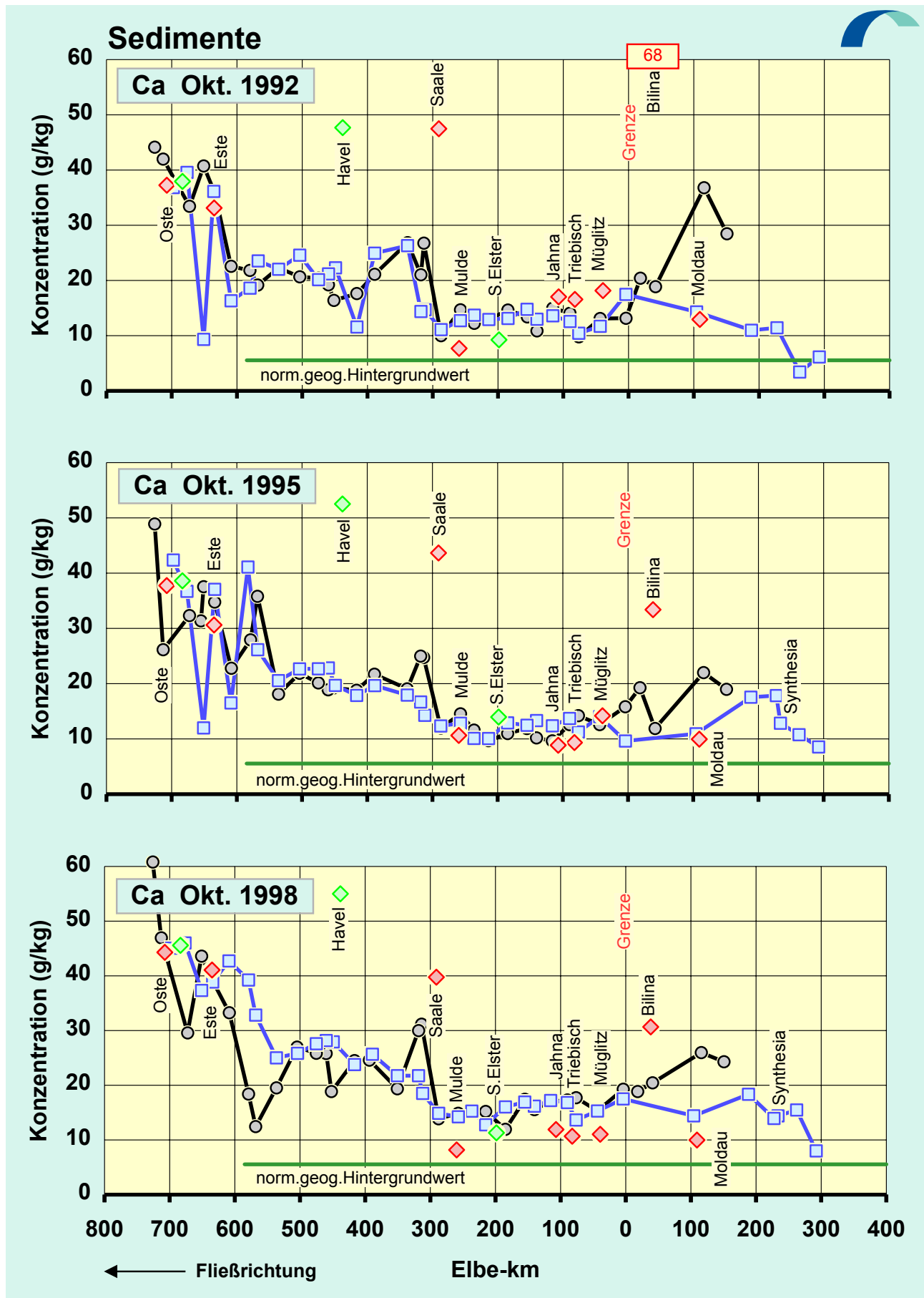


Abb.20e: Vergleich der **Calcium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

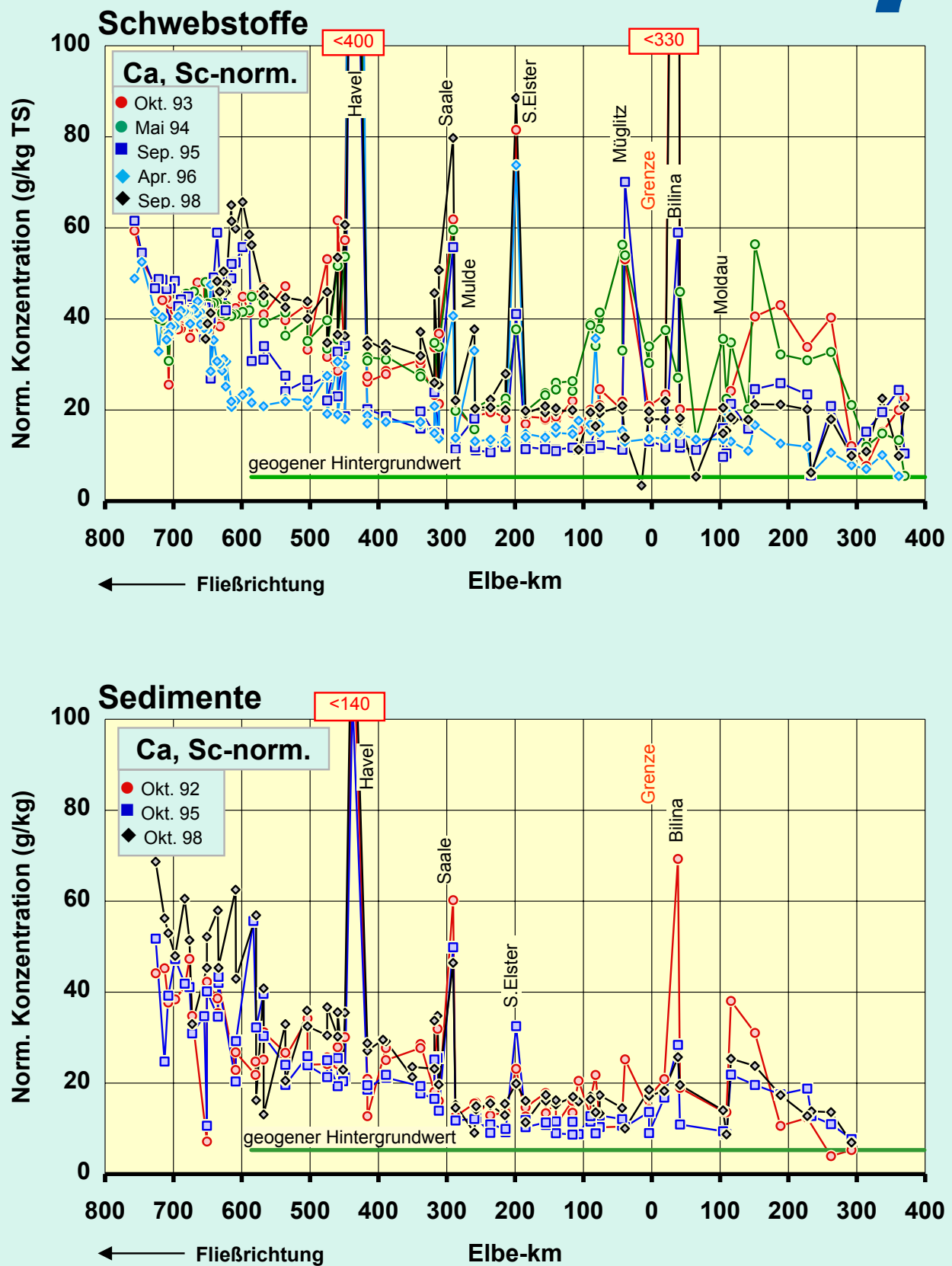


Abb.20f: Vergleich der Sc-normierten **Calcium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ca}^{norm} = C_{Ca} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Scandium

Sc

Scandium gehört zu den geogenen Elementen.

In den **Filtraten** konnte Scandium mit den eingesetzten Analysenmethoden nicht sicher nachgewiesen werden. Anhand von Literaturwerten für das gelöste Scandium (0,004-0,04 µg/L) wird vermutet, dass es zu über 95 % am Schwebstoff gebunden transportiert wird.

In den **Schwebstoffen** der Elbe kam Scandium im Bereich von 2,3 bis 15,8 mg/kg vor. Es wurde für alle Profile ein ähnliches Aussehen gefunden. Die Nebenflüsse Havel, Mulde, Schwarze Elster und Müglitz fielen im Gegensatz zu den übrigen Nebenflüssen durch sehr niedrige Gehalte auf. In der Nähe von Verdek (Uranbergbau) und in der Trübungszone traten hohe Scandiumwerte auf. Zwischen diesen Maximalwerten variierten die Konzentrationen relativ stark. Die Werte im Frühjahr fielen wahrscheinlich aufgrund eines erhöhten Algenanteils niedriger aus als die im Herbst. Die früheren Schwebstoffe aus den Jahren '93 und '94 waren vermutlich noch beträchtlich mit organischen Feststoffen aus ungeklärten Abwassereinleitungen belastet und besaßen deshalb geringere Scandiumanteile als die Schwebstoffe aus den Jahren '95 und '96. Das Längsprofil für die Kampagne vom September 1998 zeigte im Bereich vom Moldauzufluss bis zum Hamburger Hafen einen überraschend starken Abfall der Scandiumgehalte.

Die fraktionierten **Elbsedimente** besaßen Scandiumkonzentrationen im Bereich von 9,3 bis 16,9 mg/kg. Bei den Sedimenten fielen die Gehalte nicht wie bei den Schwebstoffen oberhalb der Trübungszone stark ab, sondern schwankten längs des gesamten Elbeverlaufs nur relativ wenig um den Wert des Tongesteinstandards von Turekian/Wedepohl (13 mg/kg).

Scandium

Sc

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					n. b.
Mai 1994					n. b.
Sept. 1995					n. b.
April 1996					n. b.
Sept. 1998					n. b.

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	11,8	7,0	8,4	7,6	8,3
Mai 1994	8,9	5,3	7,0	5,7	6,5
Sept. 1995	11,4	9,1	12,1	10,6	11,0
April 1996	10,2	8,6	9,9	10,9	9,5
Sept. 1998	-	6,3	9,7	11,1	> 8,0

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	12,5	11,0	12,4	12,7	12,0
Okt. 1995	12,3	12,1	14,1	13,1	13,1
Okt. 1998	11,5	11,1	13,1	13,6	12,4

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	14,3 - 21,3	17,0 - 20,9	13,7 - 19,4	13,7 - 21,3
Auensedimente / Mittelw.	19,4	19,6	17,0	18,7
normiert für Sedimente				13,9
normiert für Schwebstoffe				10,1

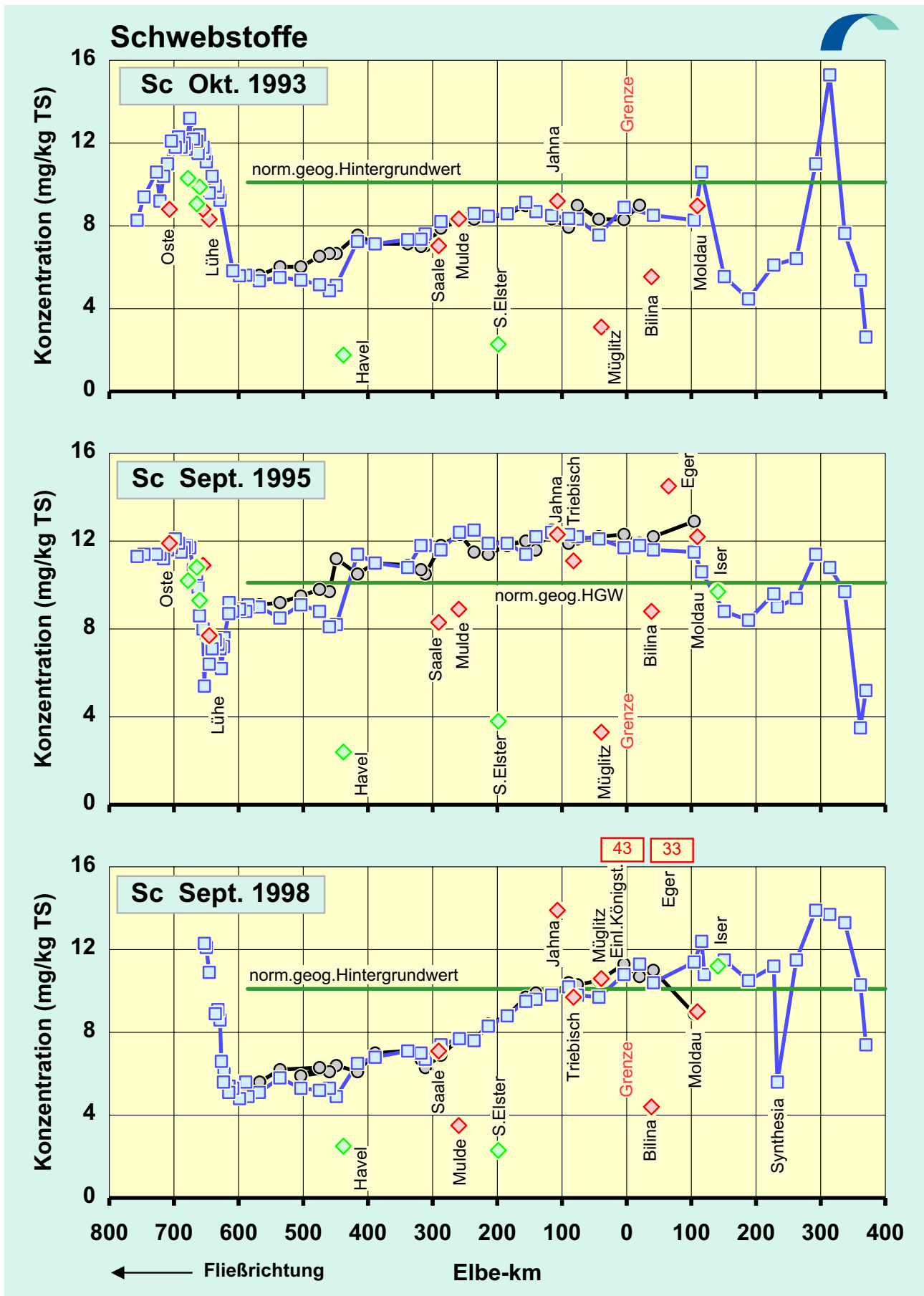


Abb.21c: Vergleich der **Scandium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

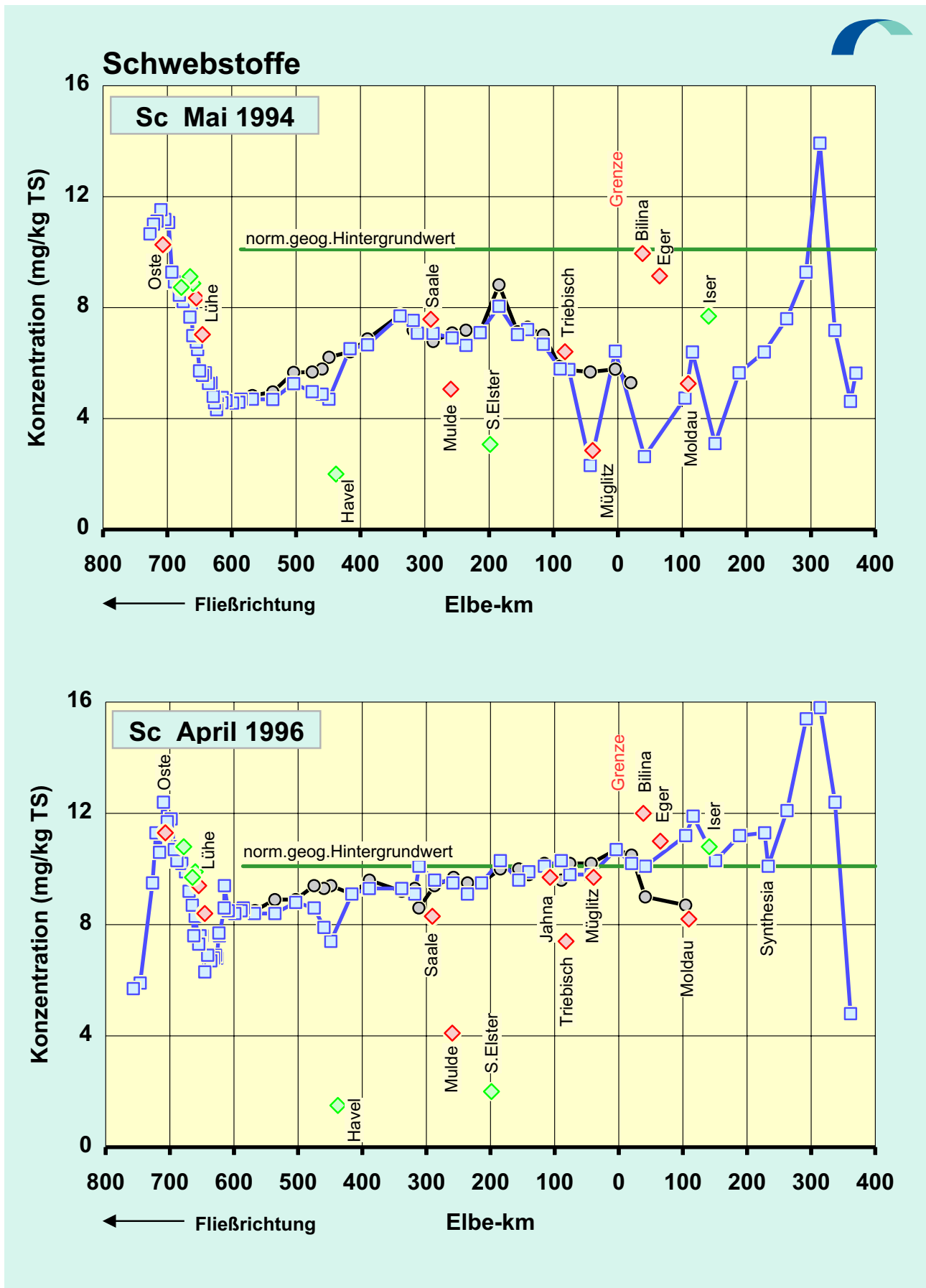


Abb.21d: Vergleich der **Scandium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

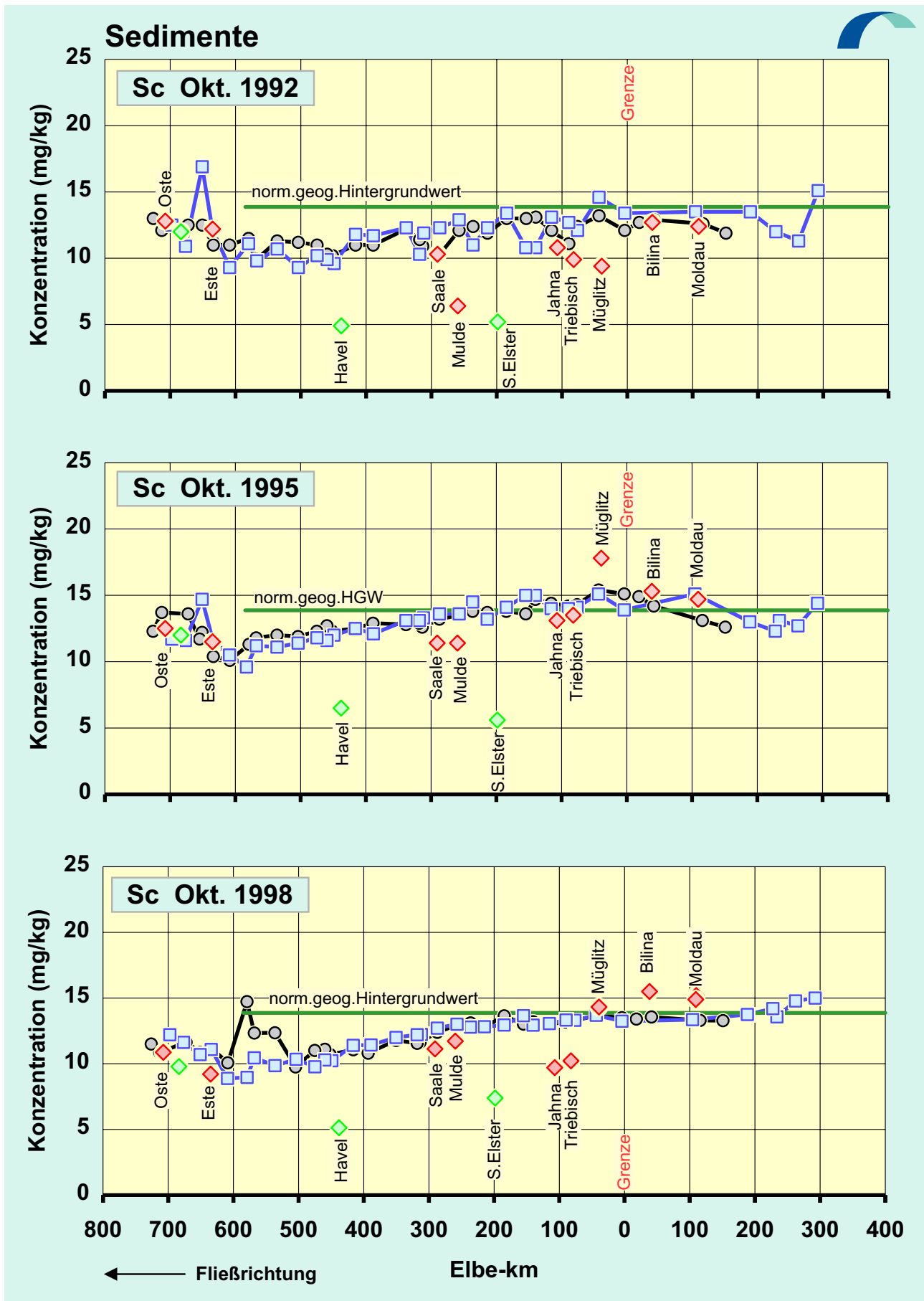


Abb.21e: Vergleich der **Scandium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

Titan



Ti

Titan wird in der Elbe hauptsächlich partikulär gebunden transportiert. Es gilt als geogen beeinflusst.

In den **Filtraten** wurden Konzentrationen von 0,2 - 7 µg/L bestimmt. Bei den Filtraten vom September 1998 lagen viele Gehalte unter den Nachweisgrenzen von etwa 0,3 bis 0,8 µg/L. Besonders hohe Werte von über 500 µg/L wurden 1995 und '96 bei den Synthesia-Werken gefunden. Im Längsprofil stiegen die Gehalte von der Quelle auf den ersten 200 km an und nahmen dann wieder leicht ab. In den Herbstkampagnen von 1993 und besonders '95 wurden deutlich höhere Konzentrationen gefunden als in den Frühjahrsbeprobungen von 1994 und '96. Im Herbst 1998 allerdings schienen die Gehalte in den Filtraten beträchtlich zurückgegangen zu sein.

Die Titangehalte im **Schwebstoff** lagen zwischen 0,5 und 5,3 g/kg. Die Verläufe der Längsprofile besaßen ein ähnliches Aussehen wie diejenigen anderer geogener Elemente auch. Typisch waren die relativ hohen Werte im Bereich um Verdek und in der Trübungszone. Dazwischen wurde für die Kampagnen von 1993 bis '95 noch ein breites Maximum bei Strehla gefunden. Gegenüber den Gehalten von 1993/'94 nahmen die Werte 1995/'96 aufgrund einer Änderung der Schwebstoffqualität deutlich zu. Die für die Probennahme vom September 1998 ermittelten Gehalte ähnelten allerdings wieder denen von Oktober 1993.

Die Konzentrationen der **Sedimente** lagen in einem engen Bereich von etwa 3 bis 7 g/kg. Die Längsprofile zeigten ein schwach ausgeprägtes Maximum bei Pillnitz. Im weiteren Verlauf nahmen die Konzentrationen bis zum Hamburger Hafen ab und stiegen im Bereich der Trübungszone wieder leicht an.

Das **Titan/Scandium-Verhältnis** war für die meisten Proben annähernd gleich. Lediglich einige Proben bei den Synthesia-Werken, in der Müglitz und in der Triebisch besaßen höhere Werte.

Titan

Ti

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(2,5)	2,7	3,3	1,4	2,7
Mai 1994	(1,7)	1,3	0,9	1,2	1,2
Sept. 1995	2,7	4,1	4,4	4,6	4,1
April 1996	1,1	1,2	1,4	1,0	1,2
Sept. 1998	-	< 0,8	< 0,6	< 0,5	< 0,7

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,6	2,6	3,4	3,0	3,2
Mai 1994	3,5	2,1	2,7	2,1	2,5
Sept. 1995	3,5	3,2	4,4	3,5	3,5
April 1996	3,3	3,2	3,7	4,1	3,5
Sept. 1998	-	2,3	3,4	3,3	(2,8)

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	4,5	4,3	5,1	4,9	4,6
Okt. 1995	4,5	4,7	5,8	4,9	4,9
Okt. 1998	4,3	4,0	4,8	4,7	4,5

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5,4 - 8,1	5,1 - 7,1	4,2 - 6,6	4,3 - 8,1
Auensedimente / Mittelw.	6,2	5,9	5,7	5,9
normiert für Sedimente				4,3
normiert für Schwebstoffe				3,1

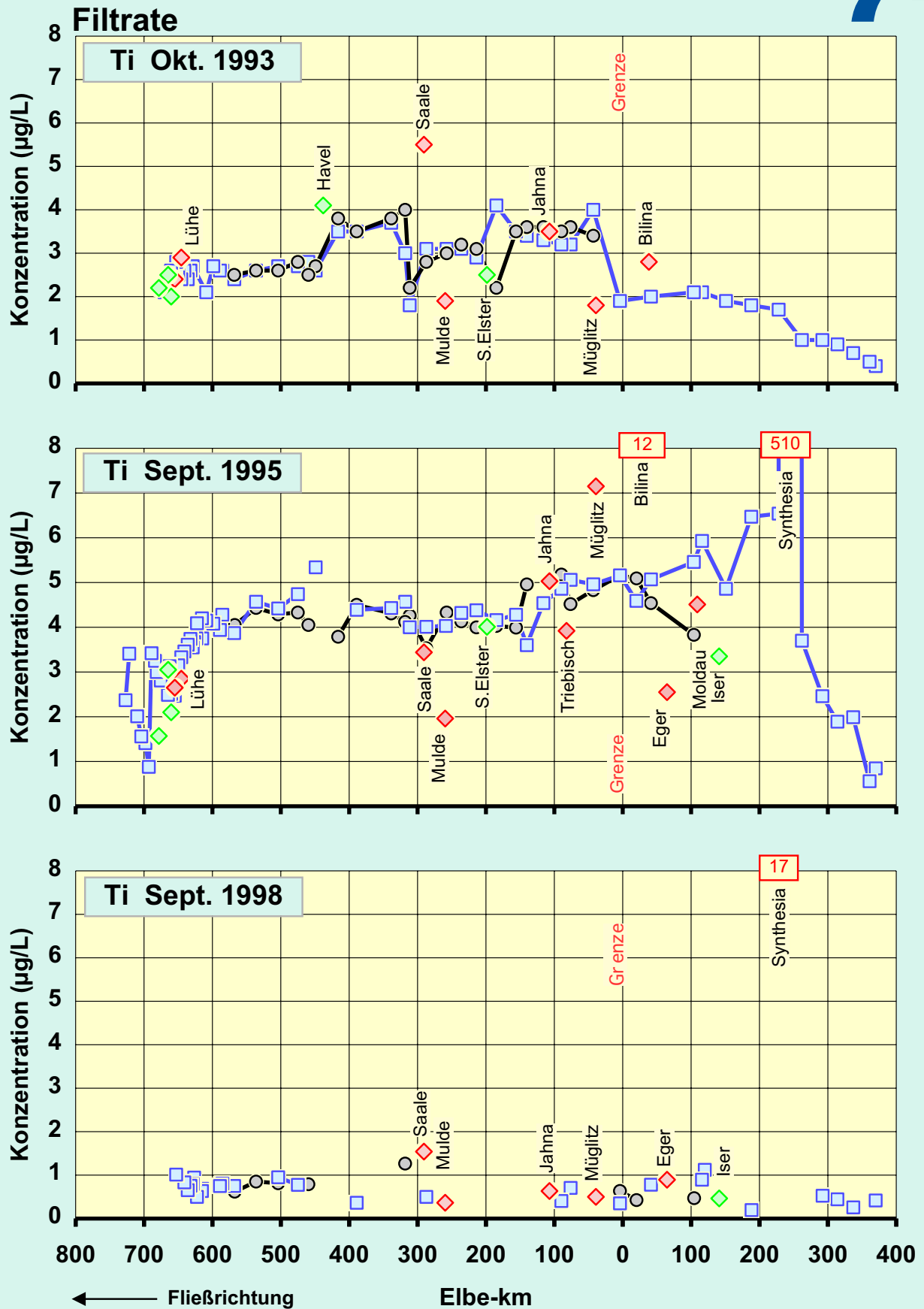


Abb.22a: Vergleich der **Titan**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

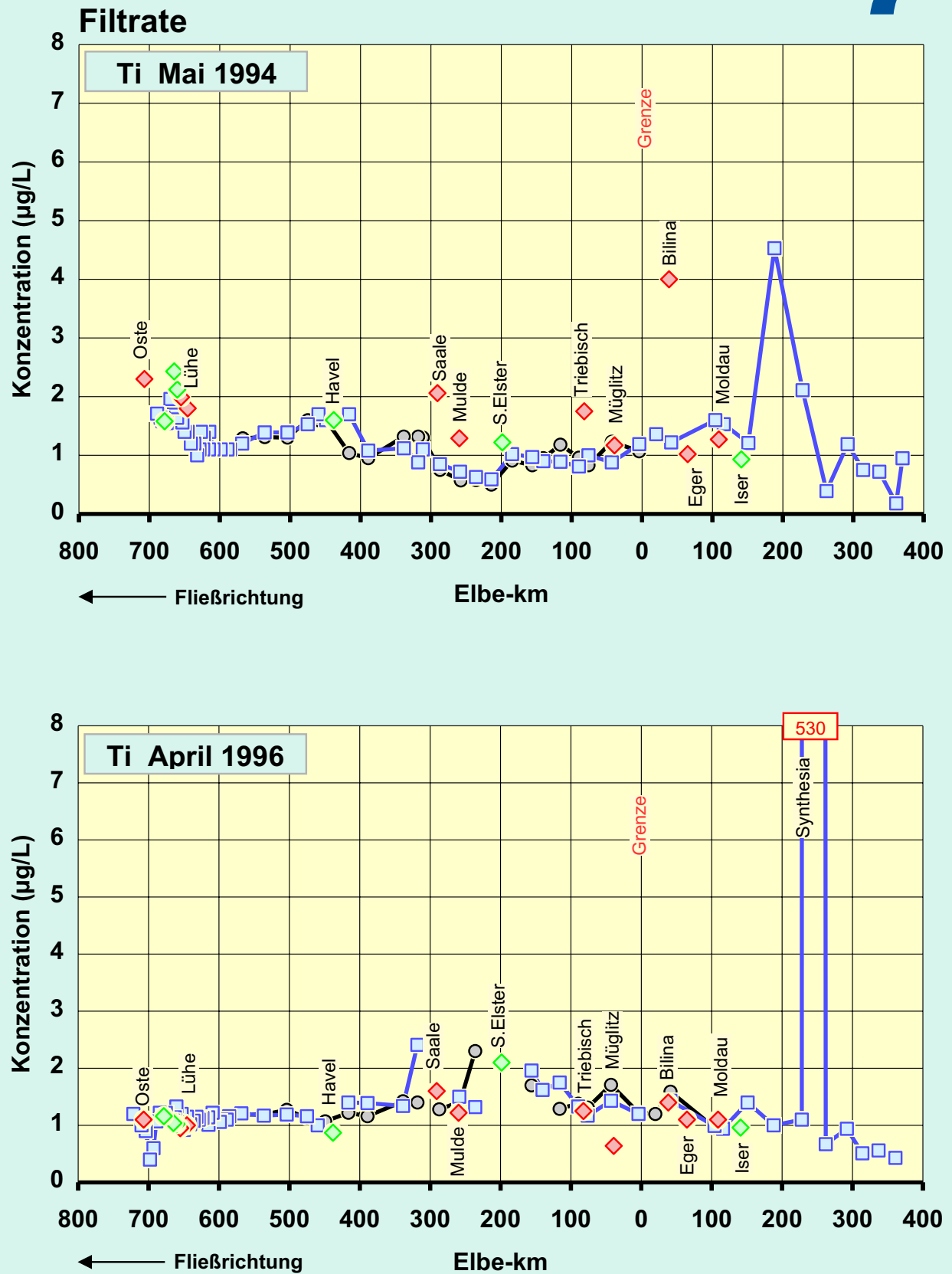


Abb.22b: Vergleich der **Titan**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

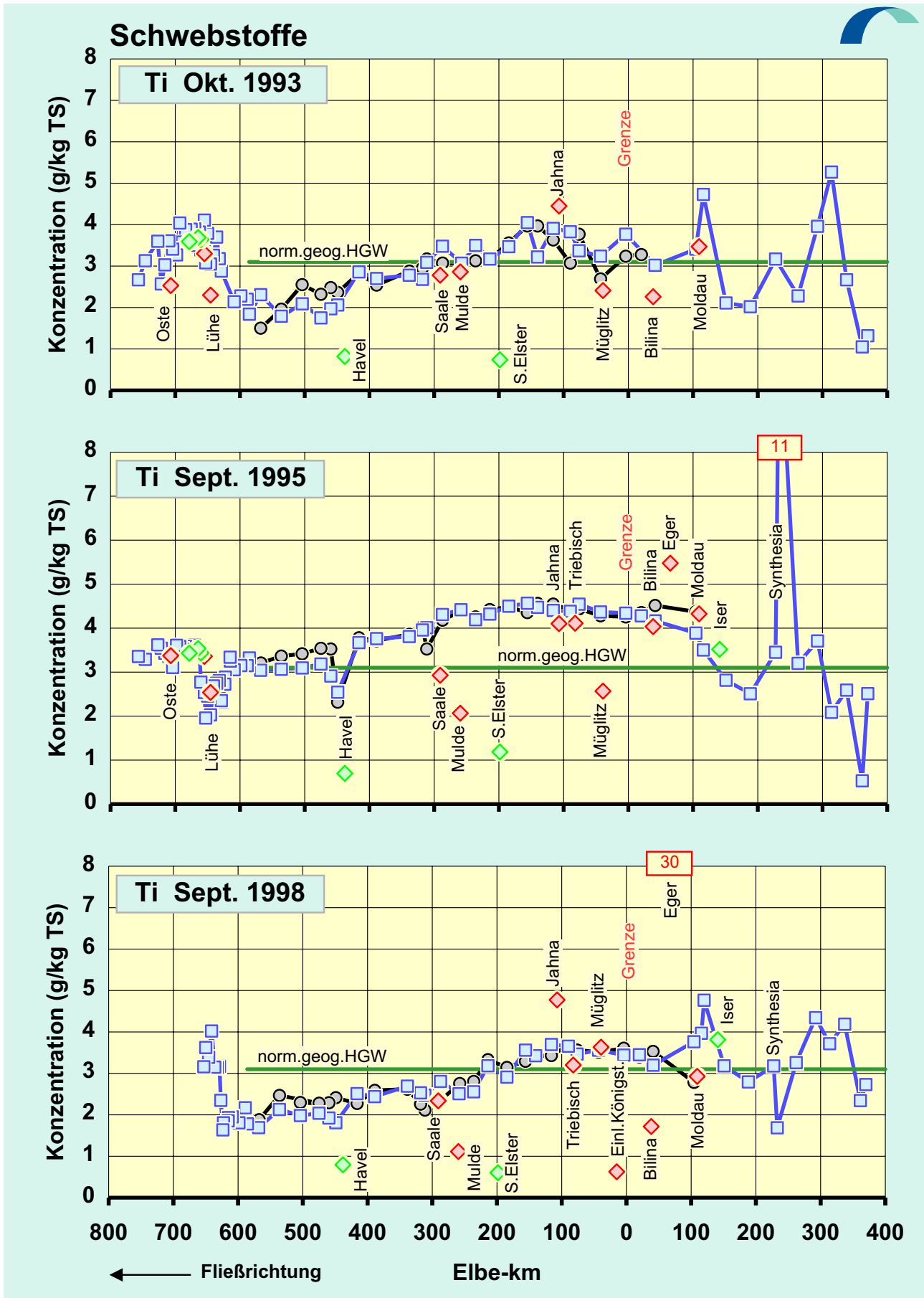


Abb.22c: Vergleich der **Titan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

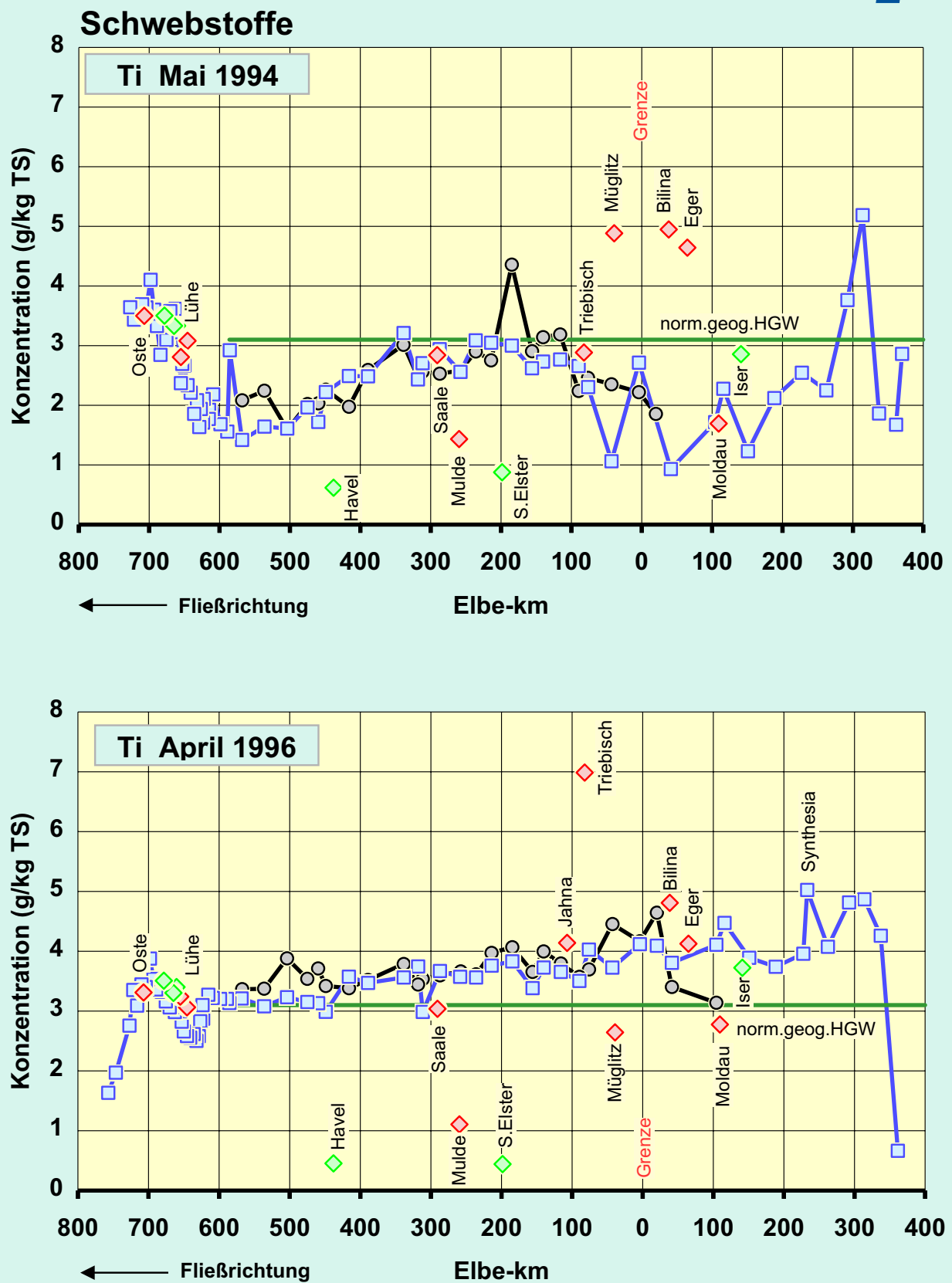


Abb.22d: Vergleich der **Titan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

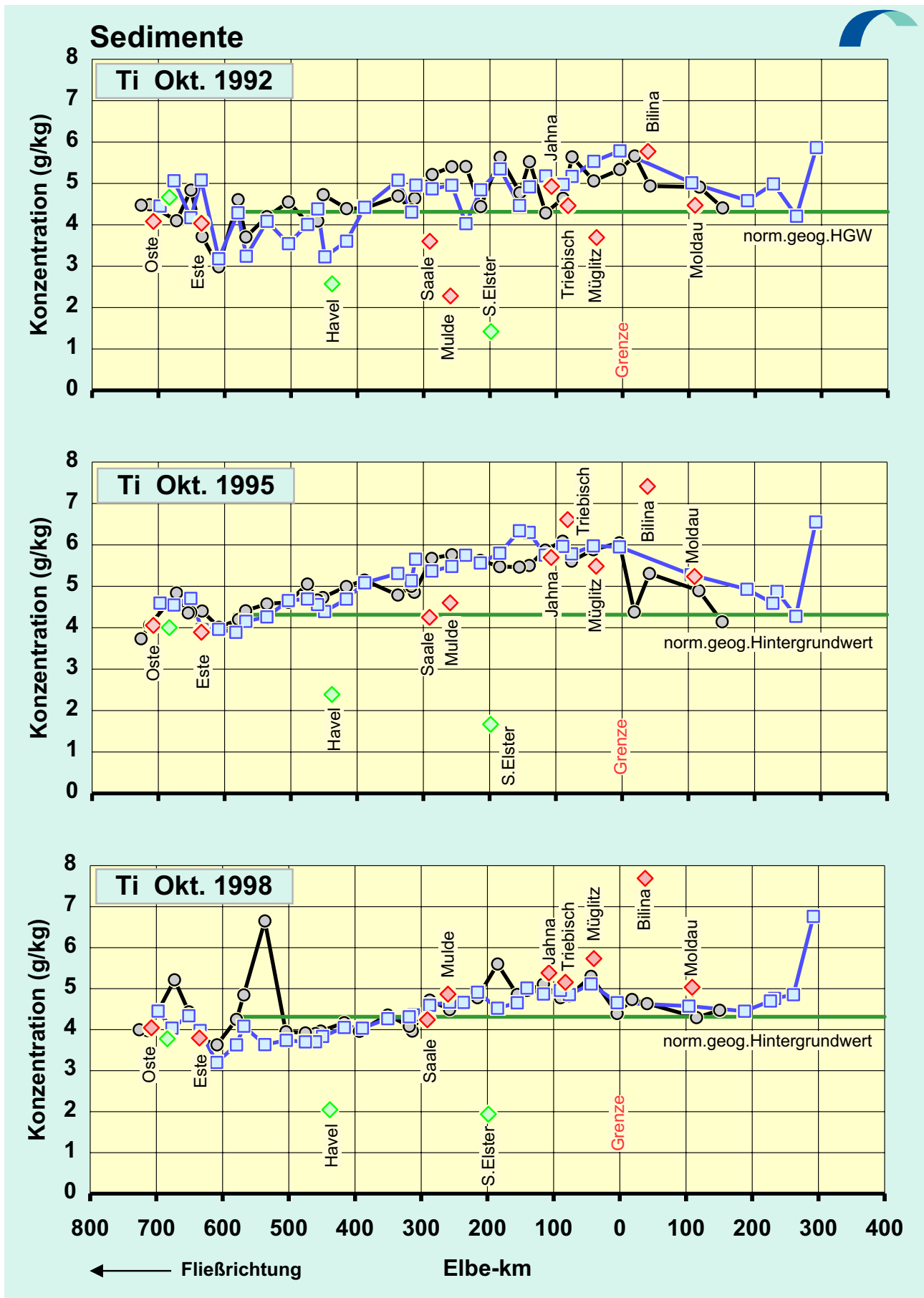


Abb.22e: Vergleich der **Titan**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

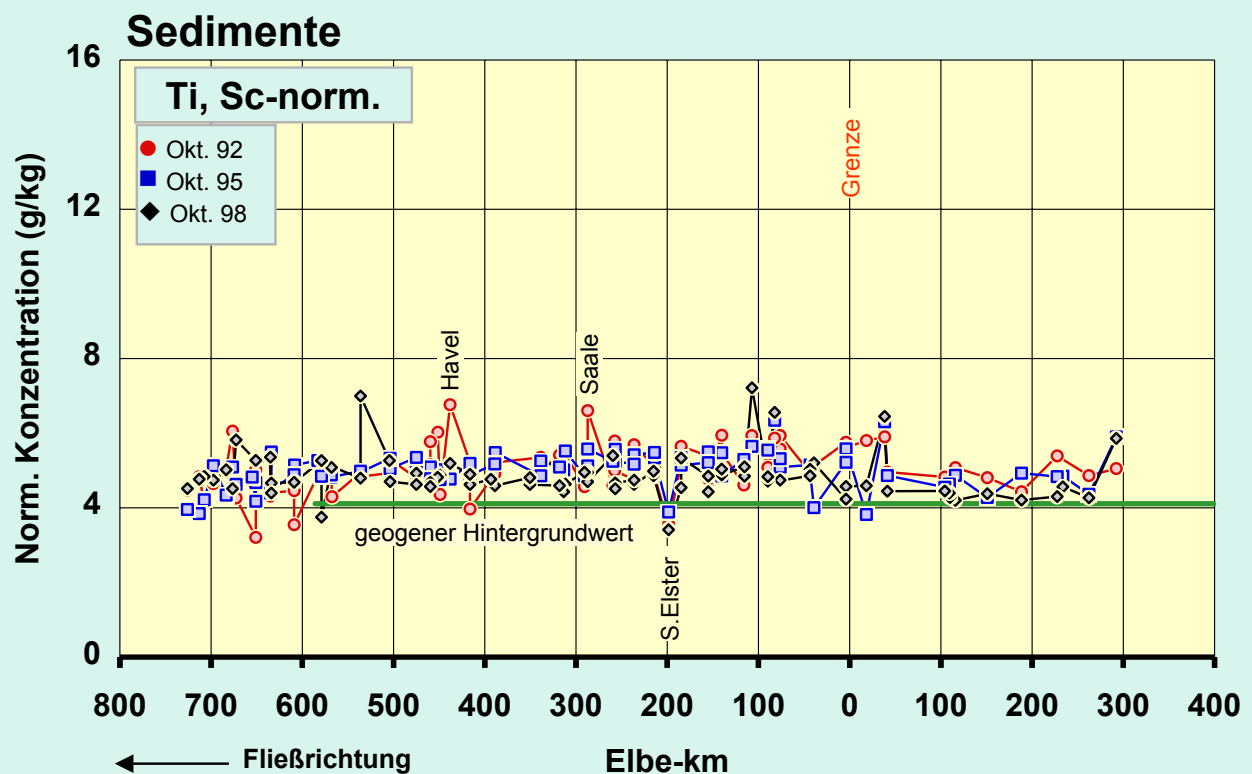
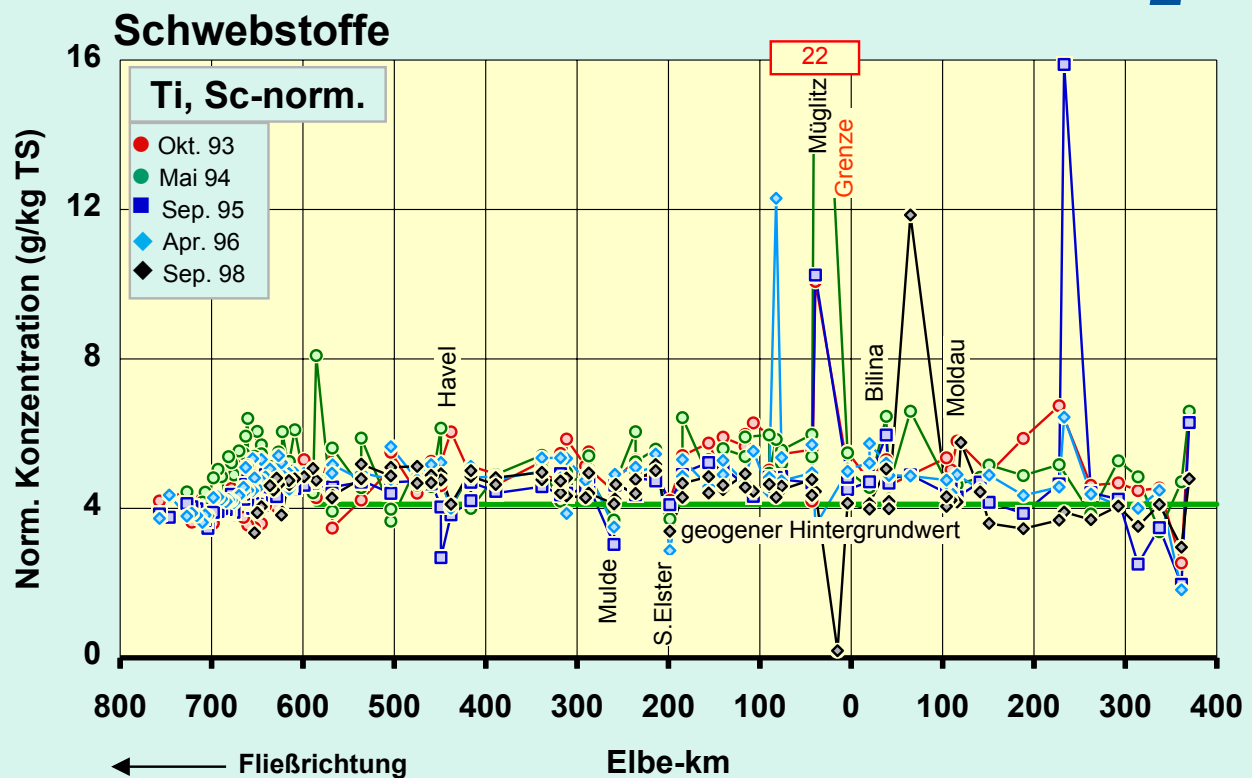


Abb.22f: Vergleich der Sc-normierten **Titan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Ti}^{norm} = C_{Ti} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Vanadium



Vanadium ist in der Elbe meist geogen beeinflusst. Es sind jedoch auch anthropogene Einträge bekannt. Das Element wird zu etwa gleichen Anteilen gelöst und partikulär gebunden transportiert.

Die Bestimmung von Vanadiumspuren im **Elbwasserfiltrat** ist analytisch schwierig. Die gemessenen Konzentrationen lagen häufig im Bereich der Bestimmungsgrenze von etwa 0,5 µg/L. Nur für die Kampagnen von 1994, '95 und '98 konnten vollständige Längsprofile angegeben werden. Der für die Elbeproben ermittelte Vanadiumbereich reichte von etwa 0,5 bis 3,5 µg/L. Die niedrigsten Gehalte wurden auf den ersten 100 km gefunden. Relativ hohe Werte wurden im Mai 1994 und im September 1998 im Elbabschnitt zwischen den Einmündungen von Bilina und Schwarzer Elster bestimmt. Bei allen dargestellten Längsprofilen, besonders aber bei dem für die 98er-Kampagne, konnte der Einfluss der Saale (4 - 6 µg/L), wie auch bei anderen gelösten Salzen, deutlich erkannt werden. Noch höhere Belastungen wurden bei den Synthesia-Werken (1996: 46 µg/L) und in der Bilina (1998: 33 µg/L) gefunden.

Die Vanadiumgehalte für die **Schwebstoffe** bewegten sich in einem Bereich zwischen 25 und 150 mg/kg. Ähnlich wie auch bei vielen anderen geogen beeinflussten Elementen, wurden relativ hohe Werte im Bereich um Verdek und in der Trübungszone gefunden. Dazwischen lag für die Kampagnen von 1993 bis '95 noch ein breites Maximum bei Strehla. Als einzige auffällige Nebenflüsse brachten 1993/'94 die Bilina (360 bzw. 245 mg/kg) und 1998 die Eger (900 mg/kg) höher beladene Schwebstoffe in die Elbe ein. Die Mediane der Gehalte lagen für die 96er-Kampagne am niedrigsten und für die 93er- und 95er-Kampagne am höchsten.

Die **Sedimentkonzentrationen** lagen in einem engen Bereich von etwa 80 bis 150 mg/kg. Die Verläufe der Längsprofile waren unauffällig und annähernd für alle drei Probennahmen gleich.

Nach der **Sc-Normierung** decken sich die Längsprofile für die verschiedenen Kampagnen weitgehend. Die V/Sc-Verhältnisse für die Bilina und Schwarze Elster ragen aus dem schmalen Band der übrigen Proben heraus.

Vanadium

V

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 2
Mai 1994	(1,7)	1,5	2,3	1,4	1,7
Sept. 1995	(3,4)	2,3	1,8	1,8	2,2
April 1996					< 1,7
Sept. 1998	-	1,9	3,0	1,7	2,1

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	121	74	96	82	92
Mai 1994	95	58	74	57	68
Sept. 1995	109	85	106	89	95
April 1996	94	80	86	87	84
Sept. 1998	-	65	89	94	(75)

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	127	110	125	117	118
Okt. 1995	123	112	128	117	119
Okt. 1998	120	106	119	114	115

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	101 - 168	115 - 155	105 - 146	101 - 168
Auensedimente / Mittelw.	137	132	125	131
normiert für Sedimente				96
normiert für Schwebstoffe				69

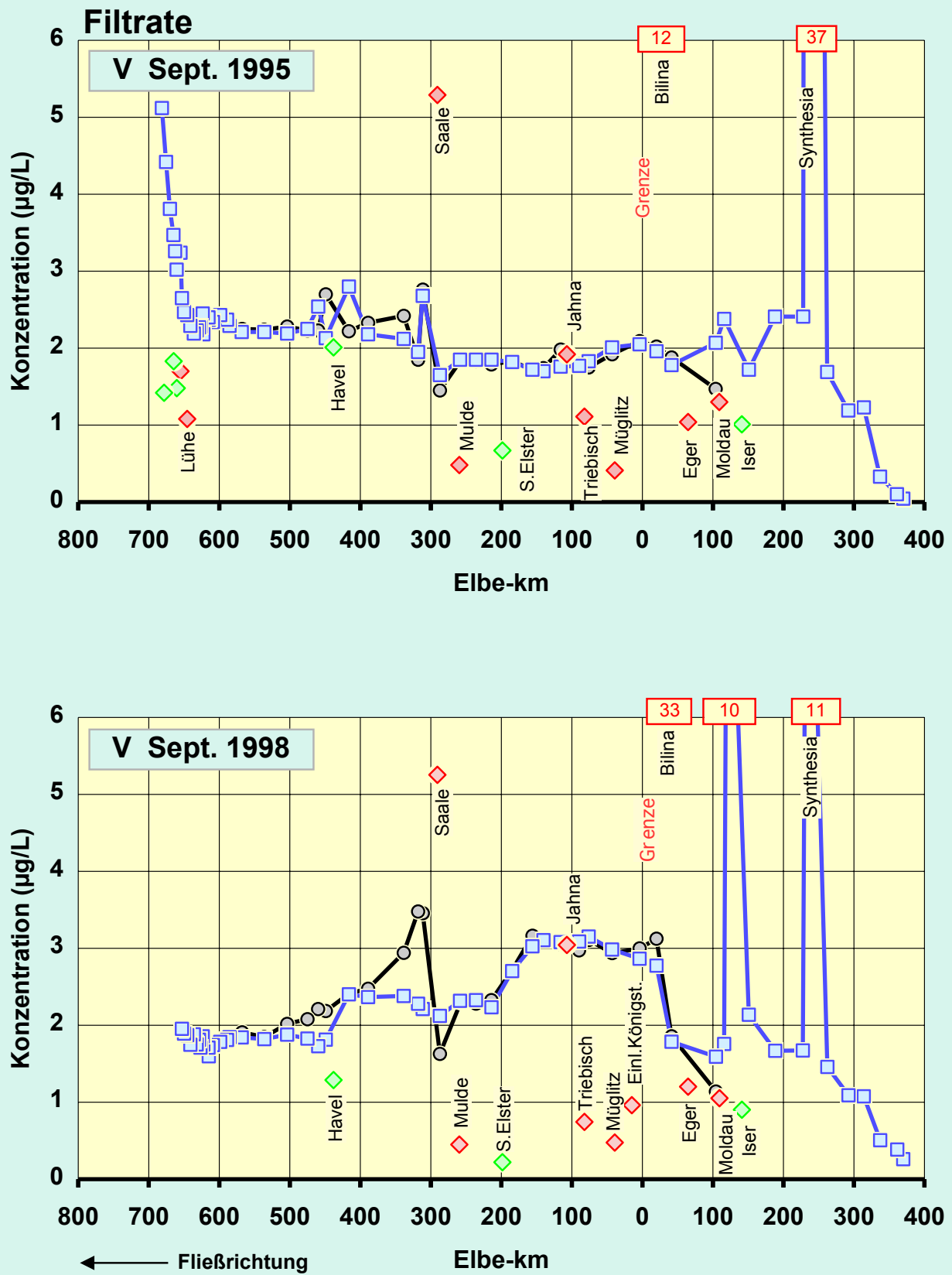


Abb.23a: Vergleich der **Vanadium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Oktober 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

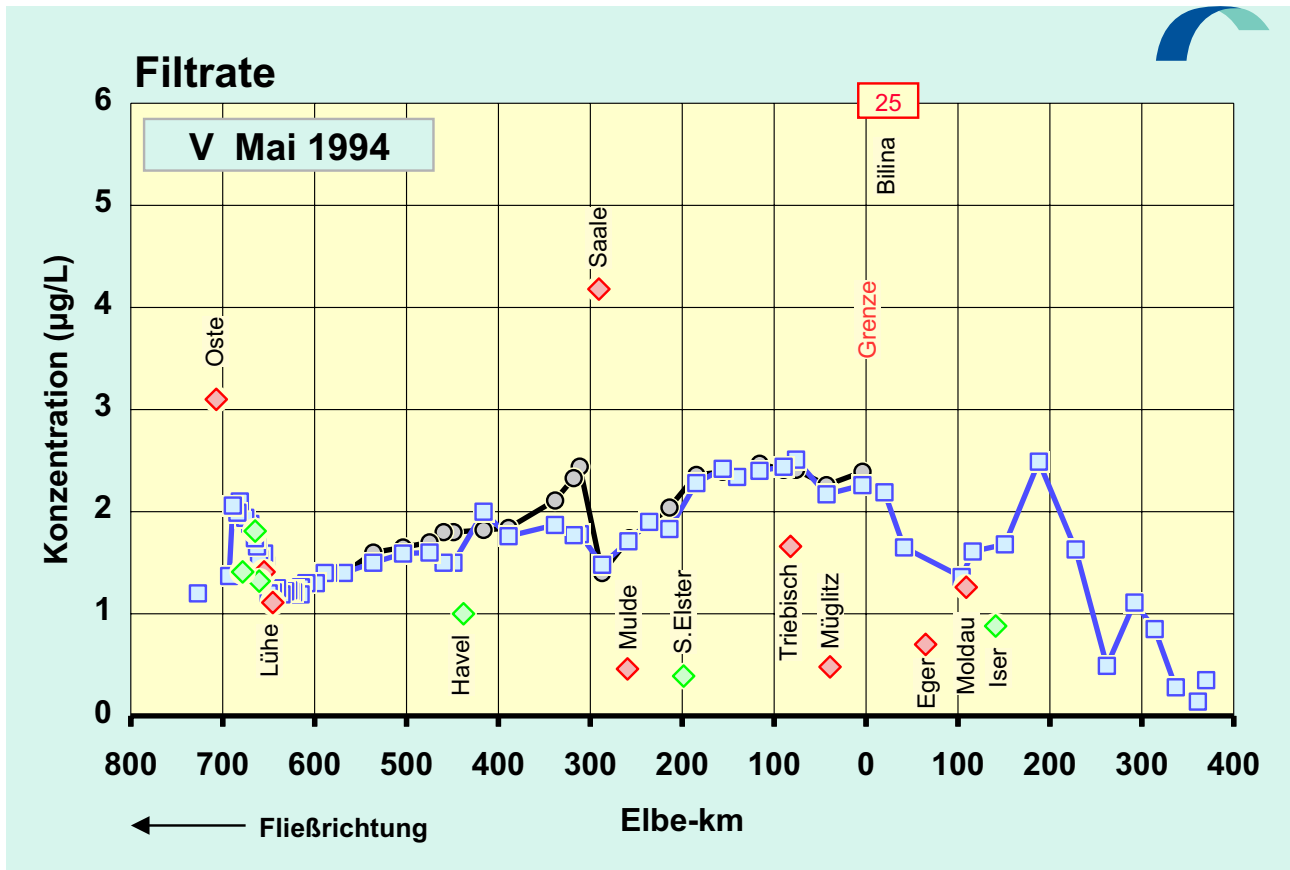


Abb.23b: Vanadium-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / (April 1996 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

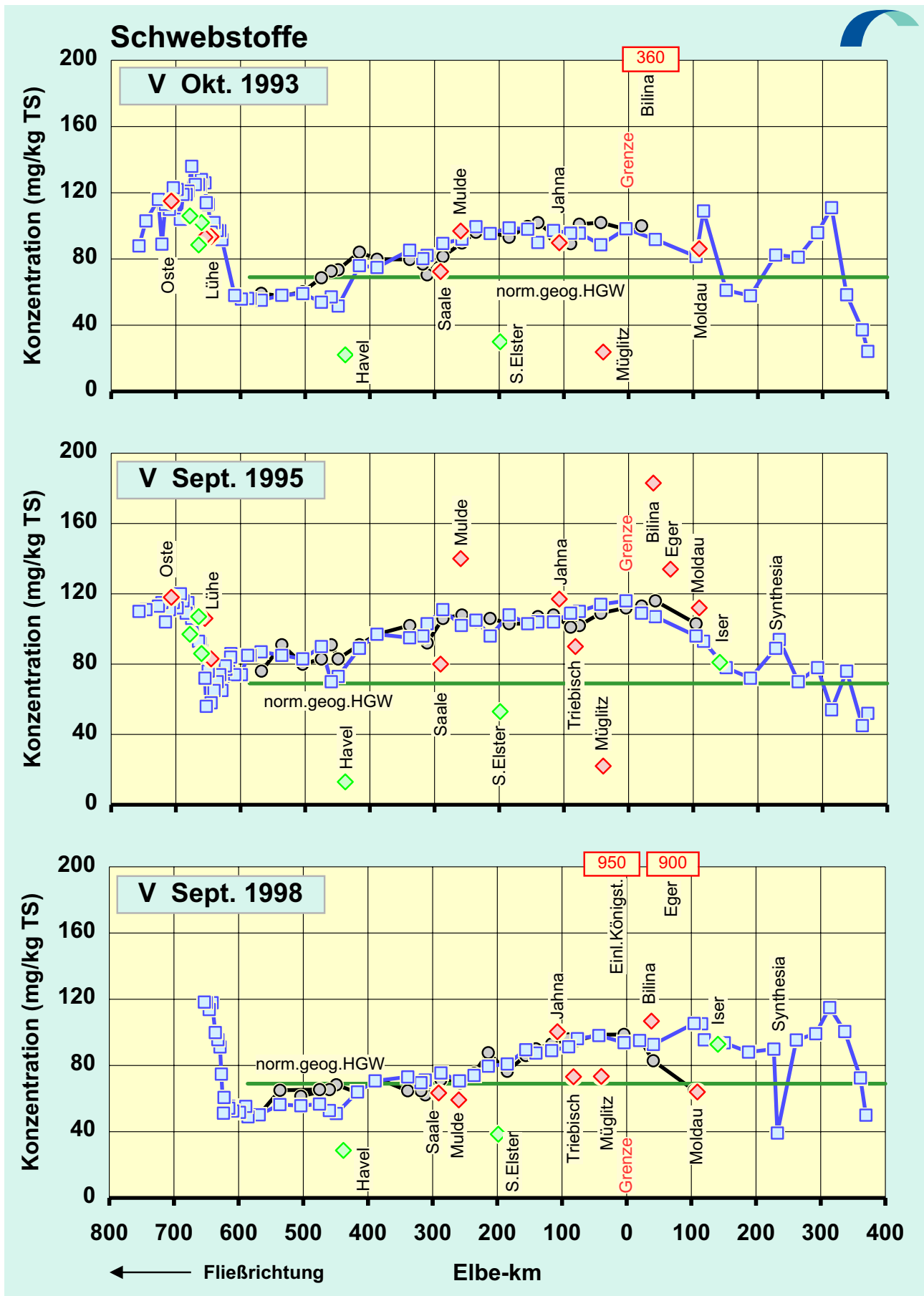


Abb.23c: Vergleich der **Vanadium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

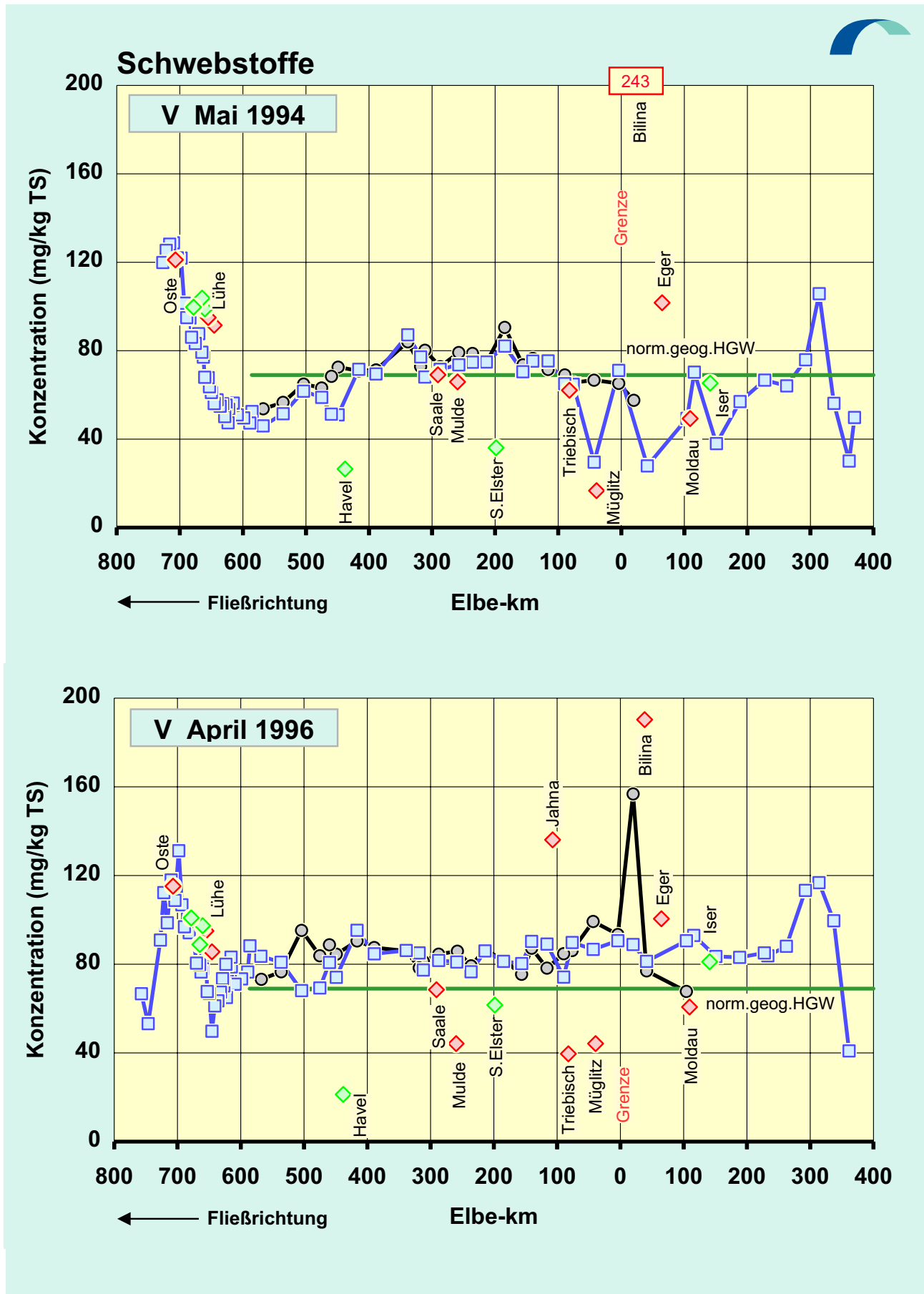


Abb.23d: Vergleich der **Vanadium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

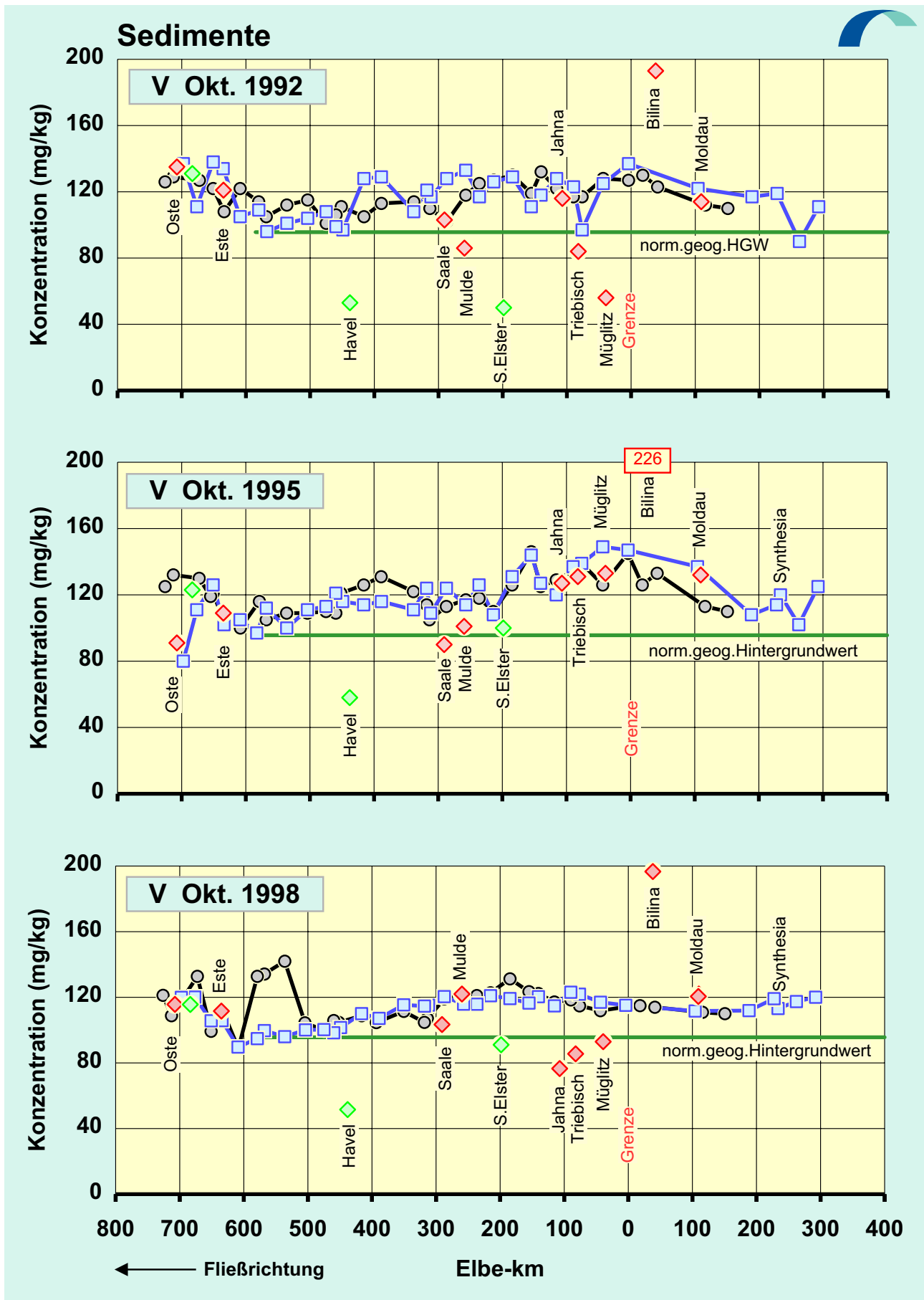


Abb.23e: Vergleich der **Vanadium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

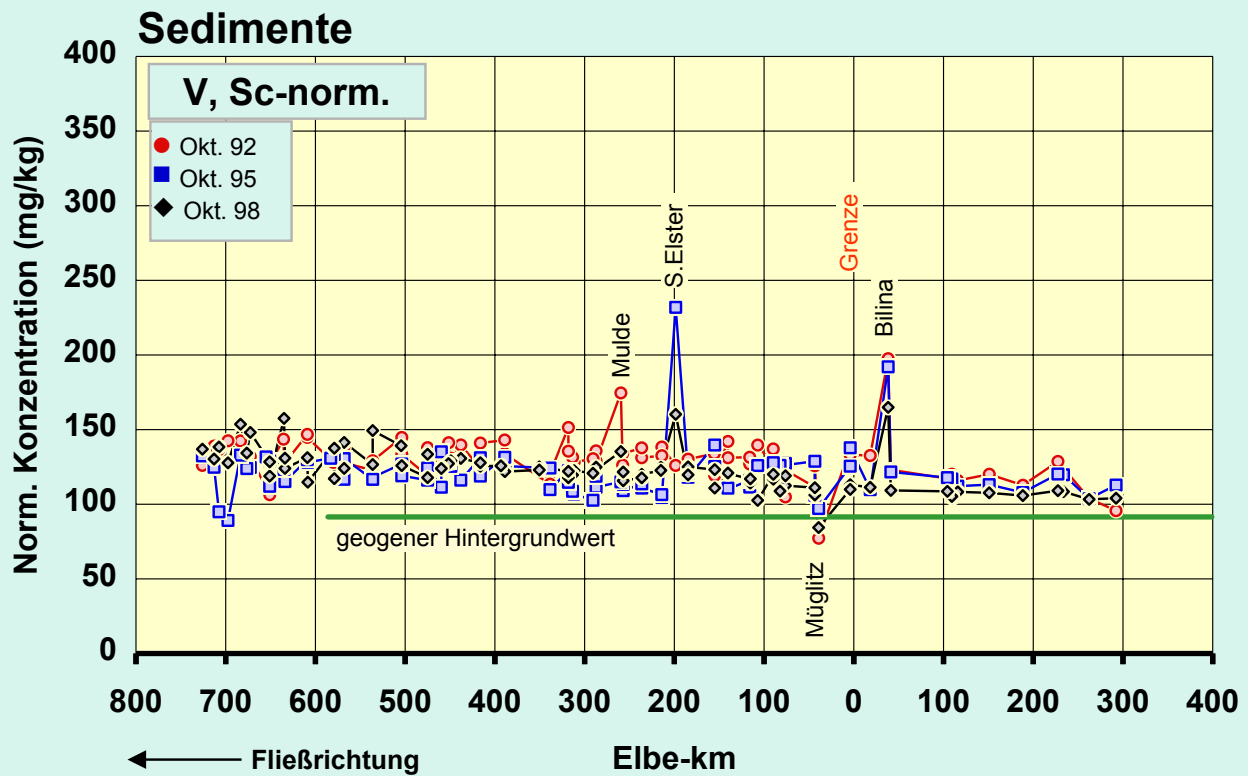
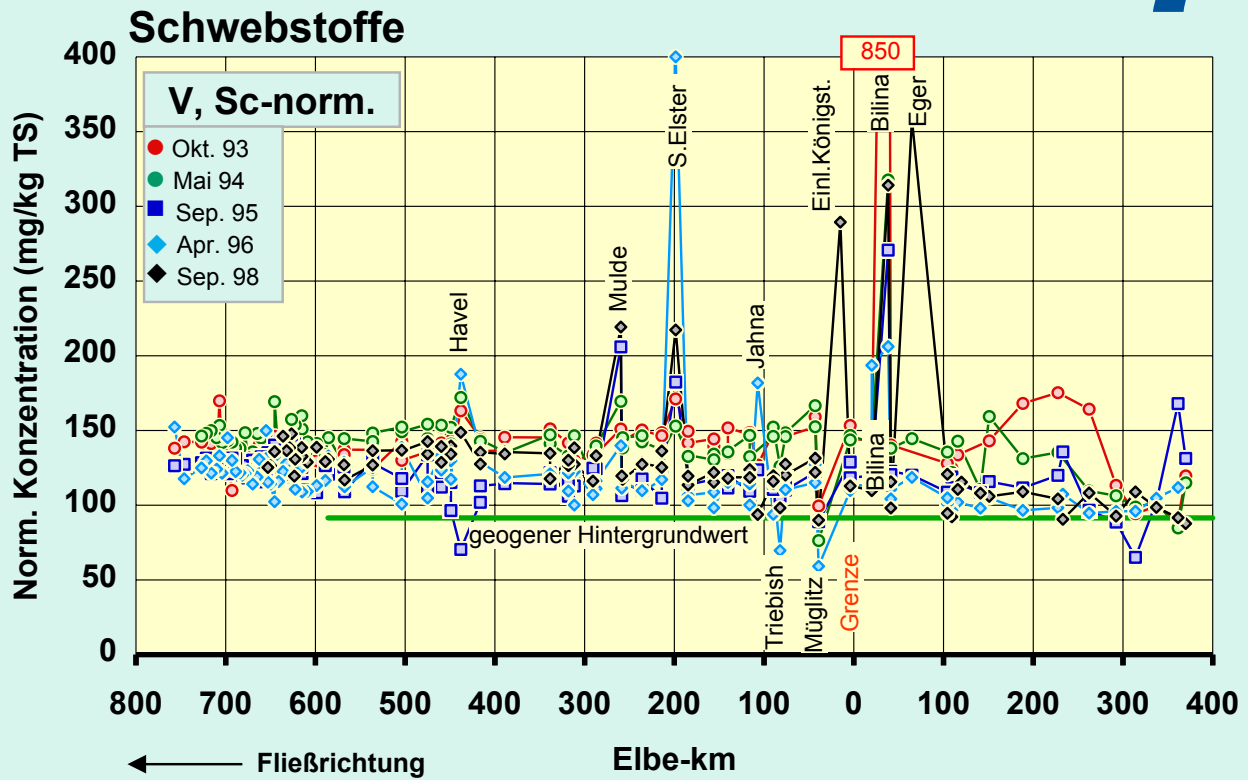


Abb.23f: Vergleich der Sc-normierten **Vanadium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_V^{norm} = C_V / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Chrom

Cr

Chrom ist in der Elbe und ihren Nebenflüssen ein Element mit anthropogenem Charakter. Es wird hauptsächlich partikulär transportiert.

Die gemessenen Werte in den **Filtraten** reichten von der Bestimmungsgrenze (ca. 0,2 µg/L) bis zu 5 µg/L. Wesentlich höhere Konzentrationen wurden 1996 und 1998 bei den Synthesia-Werken gefunden (18 bzw. 14 µg/L). 1994 und 1996 lagen die Werte im tschechischen Teil der Elbe häufig unterhalb der Bestimmungsgrenze. Für die Kampagne von 1993 wurden oberhalb der Havel-einmündung meist Gehalte über 1,0 µg/L bestimmt. Bei den übrigen Probennahmejahren lagen die Werte deutlich unter 1,0 µg/L.

Die Chromgehalte in den **Schwebstoffen** der Elbwasserproben reichten von etwa 20 bis 650 mg/kg. Die Längsprofile der einzelnen Probennahmen wiesen regionale Unterschiede auf. Bei mehreren Profilen ließ sich der Einfluss von Saale und Havel auf die Elbe ablesen. 1995 fielen die hohen Gehalte der Bilina (2070 mg/kg) auf. Für die Kampagne vom Herbst 1993 wurde der höchste Medianwert ermittelt, für die Frühjahrskampagne von 1994 der niedrigste.

In den **Sedimenten** wurden Konzentrationen von etwa 100 bis 500 mg/kg gefunden. Die Profile schwankten stark um die Medianwerte, wobei häufig noch deutliche Unterschiede zwischen linkem und rechtem Ufer auftraten. Die Mediane sanken von 1992 bis 1998 deutlich.

Die **Sc-normierten** Längsprofile verdeutlichen für Schwebstoffe und Sedimente den zum Teil beträchtlichen Rückgang der Chrombelastung im untersuchten Zeitraum. Außerdem wird die anthropogene Beeinflussung der Elbe durch die Synthesia-Werke herausgestellt.

Chrom

Cr

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(0,4)	0,8	1,2	1,4	1,1
Mai 1994	(0,3)	0,6	-	-	(0,6)
Sept. 1995					< 0,6
April 1996	(0,3)	0,3	0,4	-	(0,3)
Sept. 1998	-	0,5	0,5	0,5	(0,5)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	109	139	177	169	147
Mai 1994	100	96	102	80	100
Sept. 1995	105	136	135	137	132
April 1996	103	115	119	110	112
Sept. 1998	-	93	143	130	109

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	121	304	282	287	282
Okt. 1995	119	182	193	177	180
Okt. 1998	105	145	151	153	149

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	94 - 136	109 - 134	98 - 125	94 - 136
Auensedimente / Mittelw.	117	124	110	117
normiert für Sedimente				85
normiert für Schwebstoffe				62

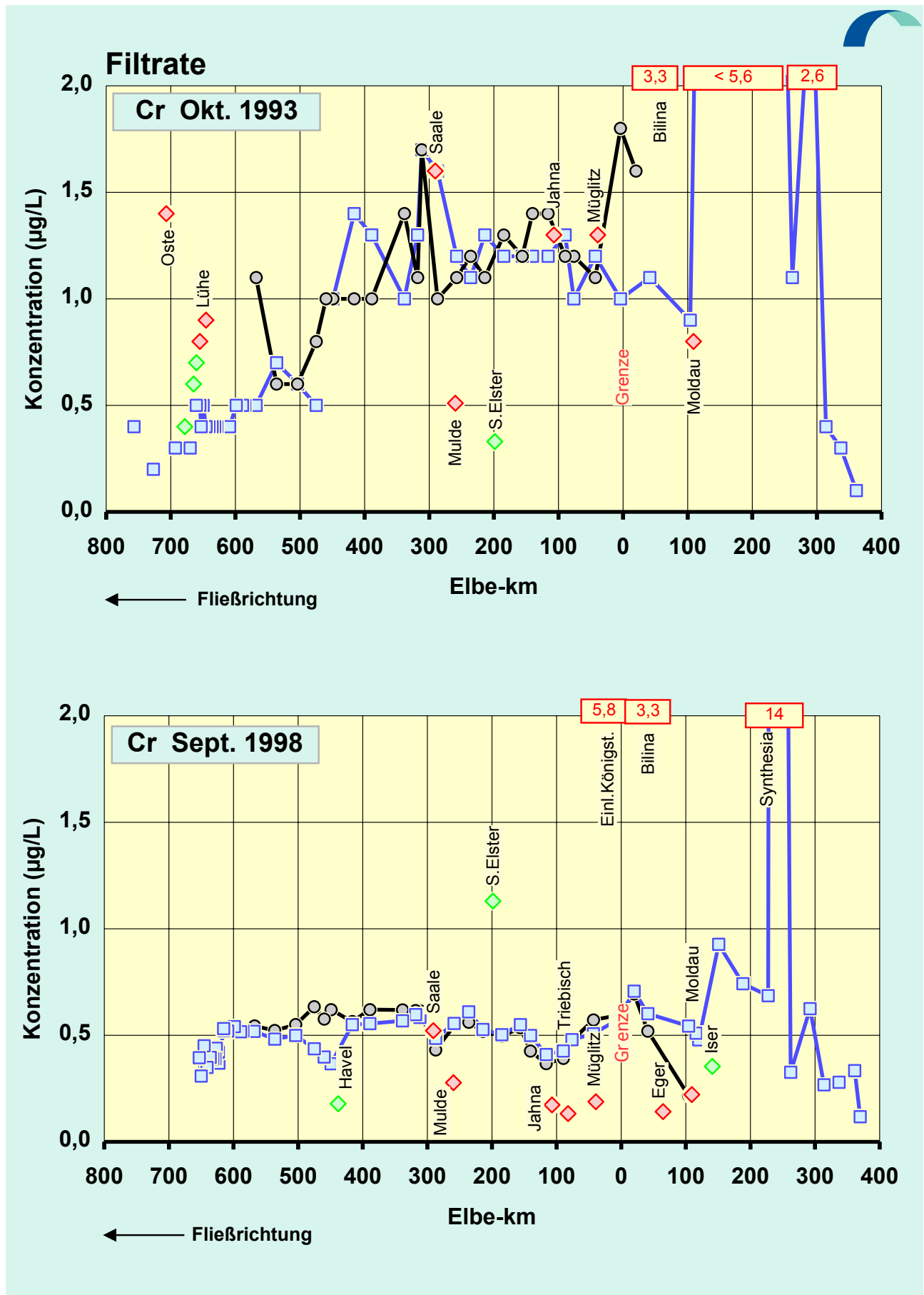


Abb.24a: Vergleich der **Chrom**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1998 / (September 1995 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

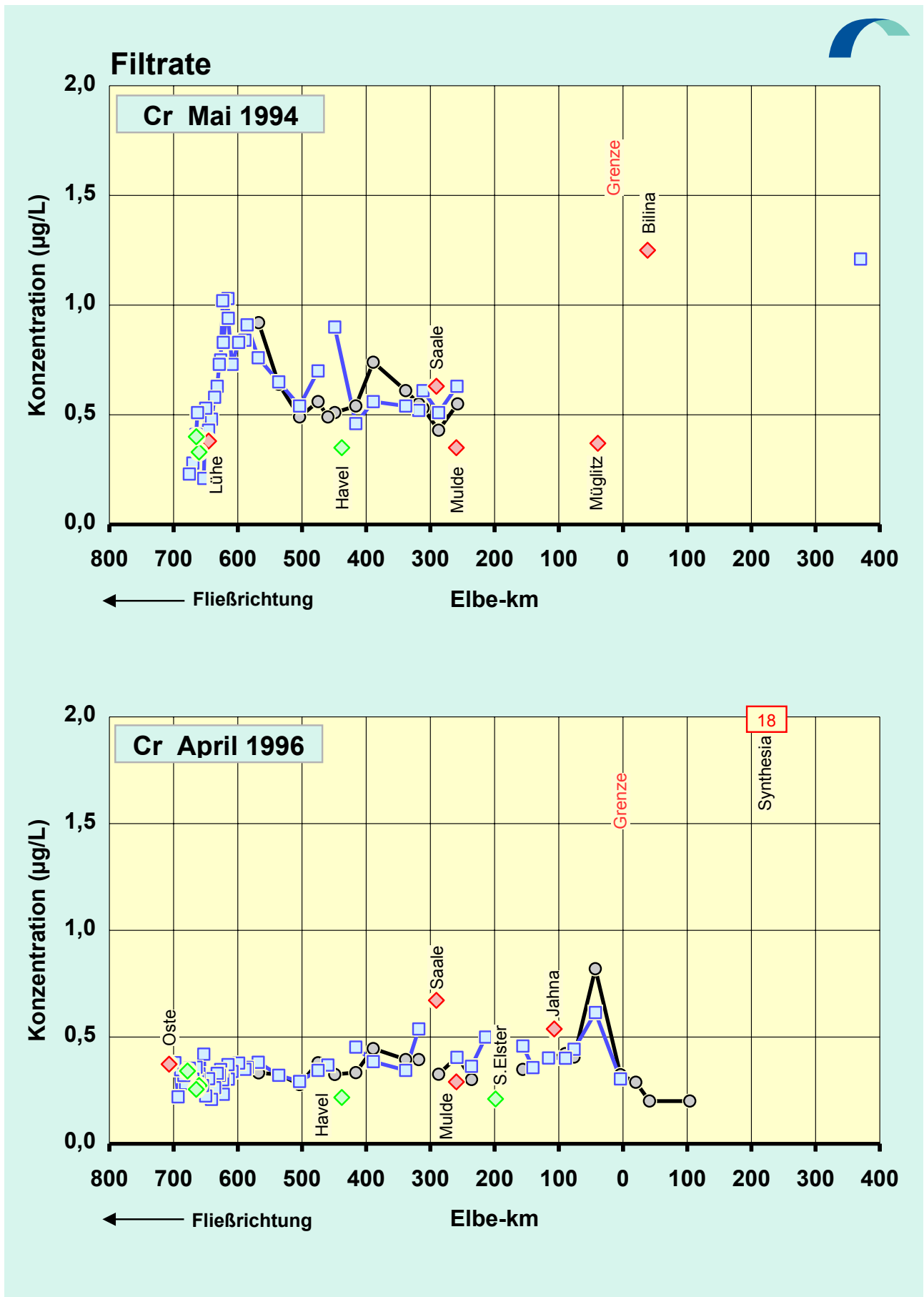


Abb.24b: Vergleich der **Chrom**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

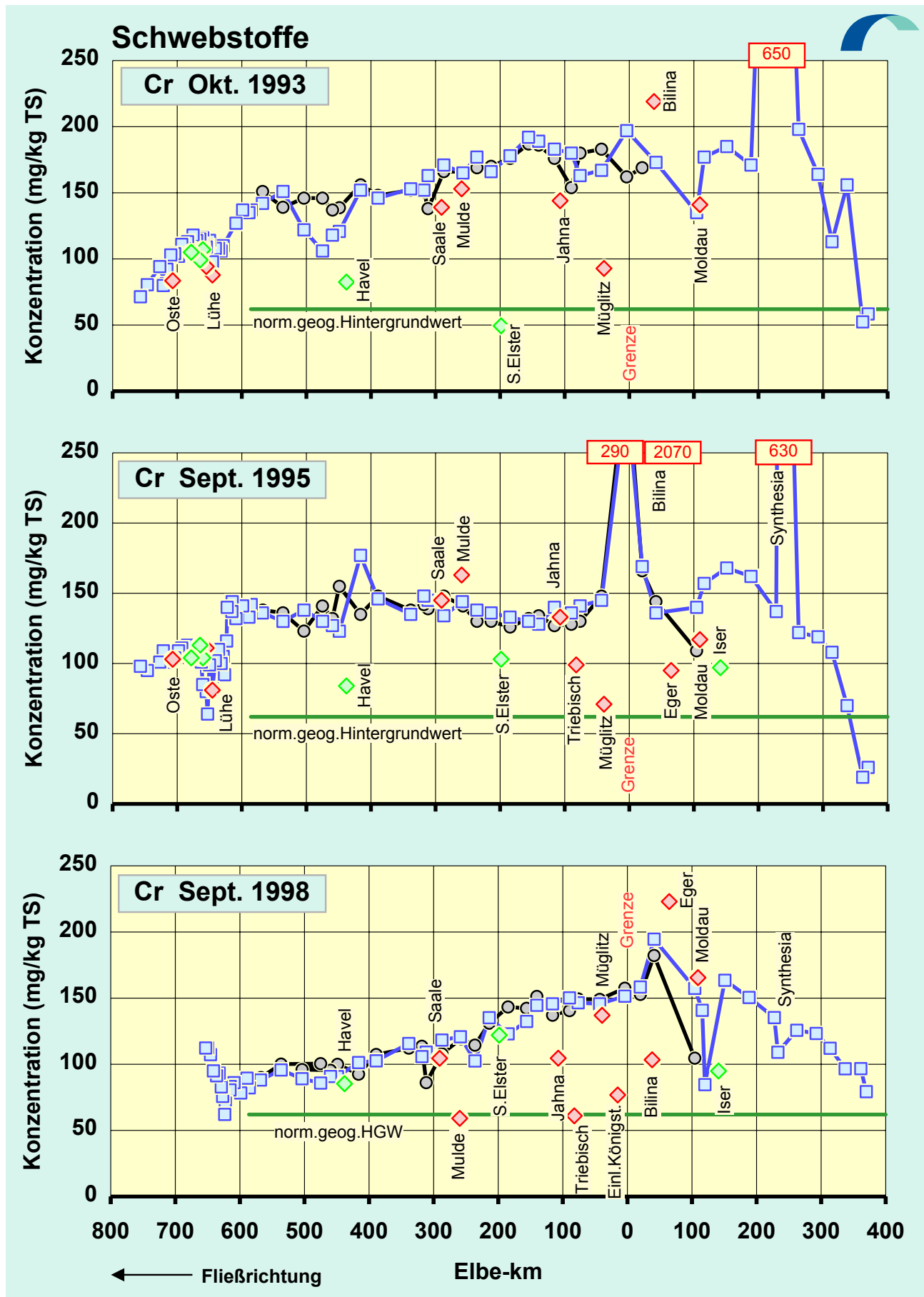


Abb.24c: Vergleich der **Chrom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

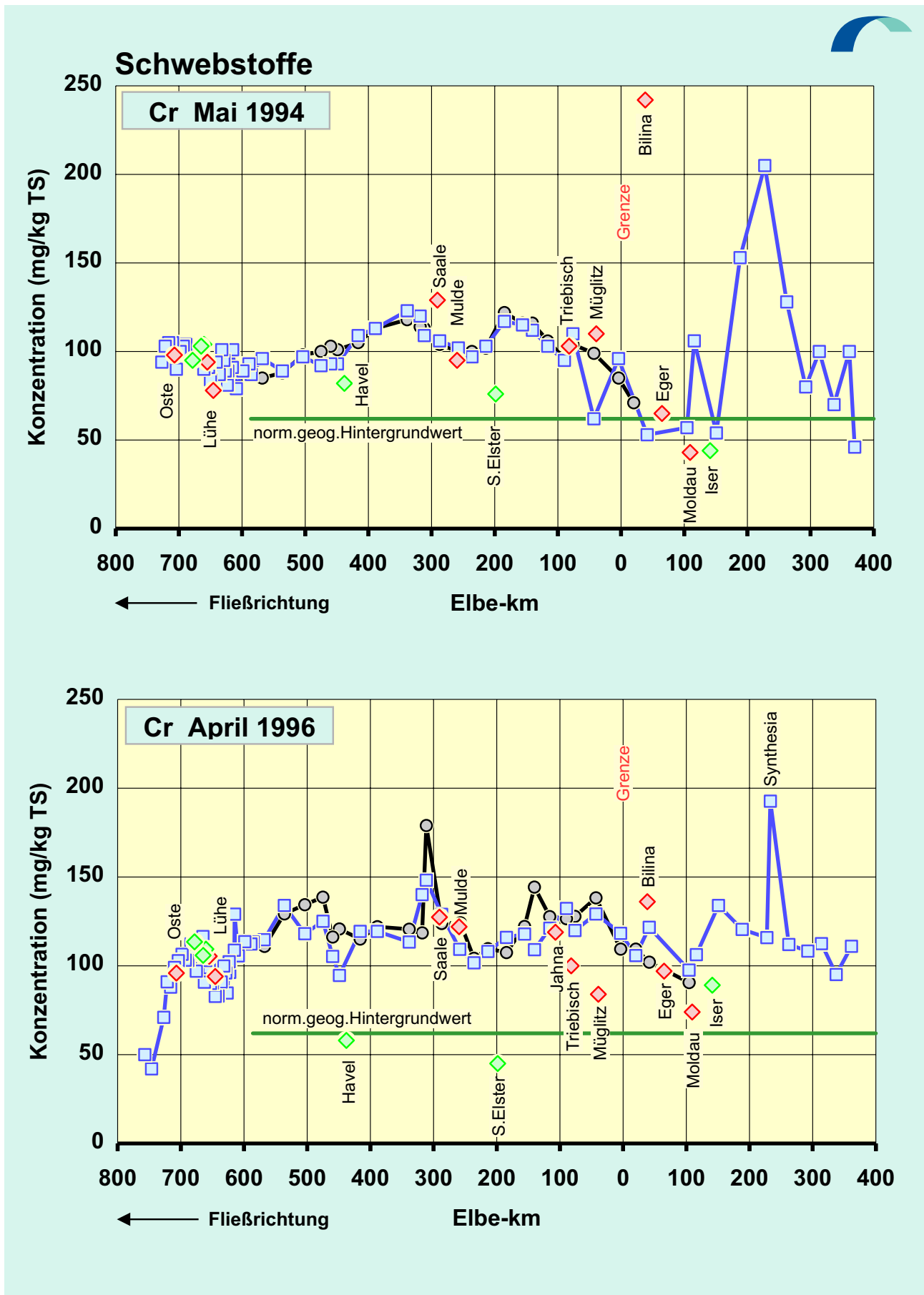


Abb.24d: Vergleich der **Chrom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

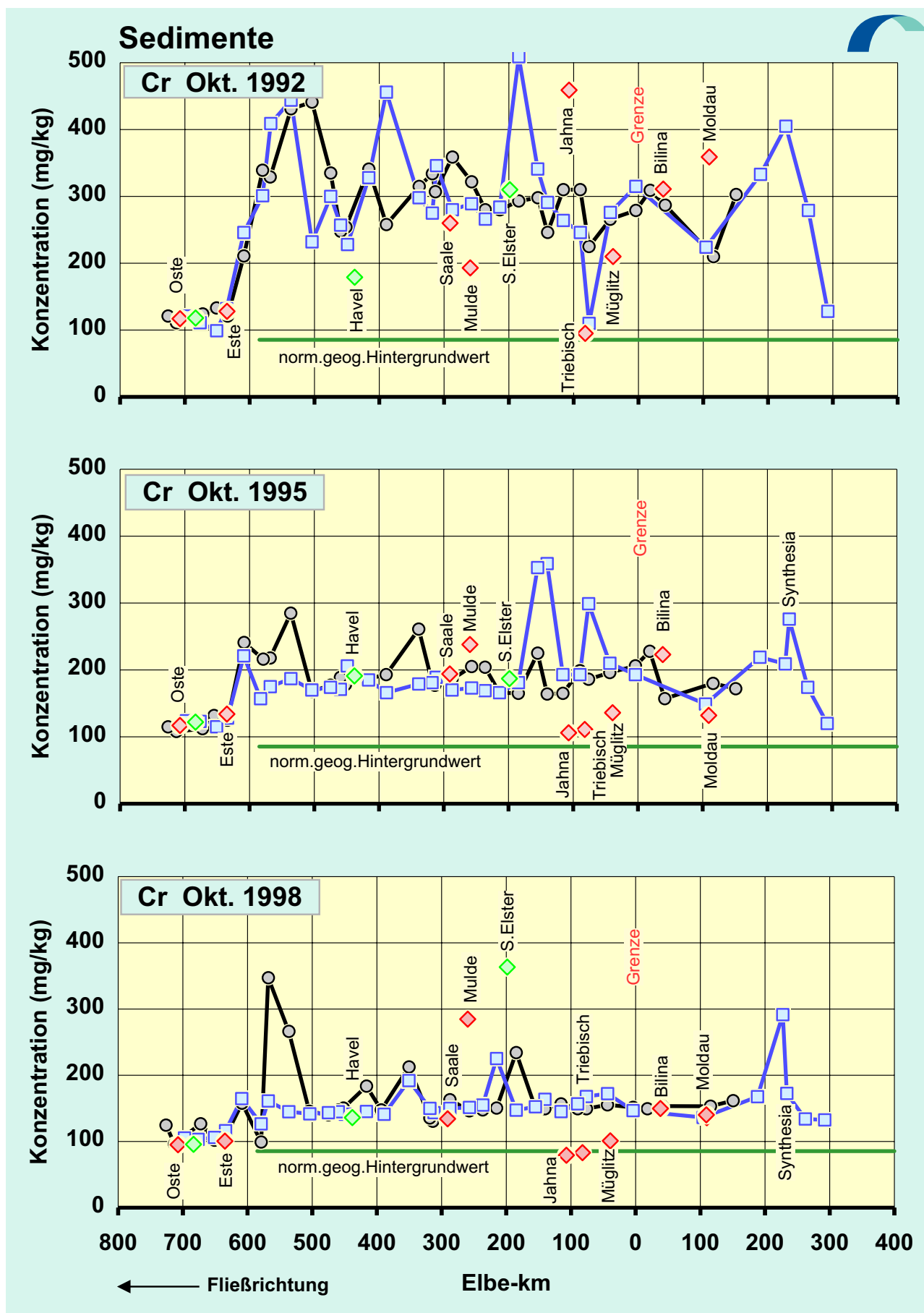


Abb.24e: Vergleich der **Chrom**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

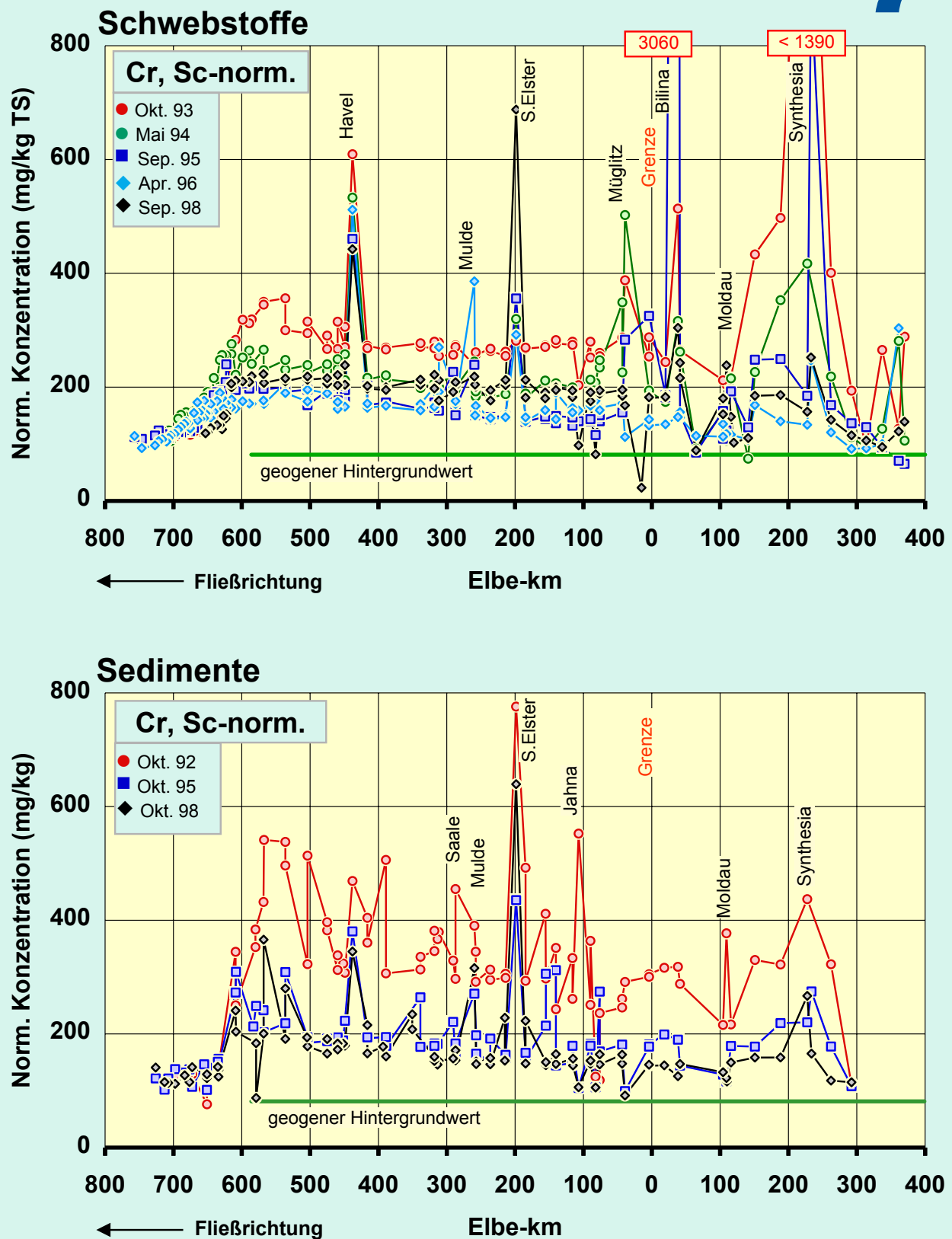


Abb.24f: Vergleich der Sc-normierten **Chrom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Cr}^{norm} = C_{Cr} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Mangan

Mn

Mangan ist in der Elbe anthropogen beeinflusst. Das Element wird in der Wasserphase fast vollständig am Schwebstoff gebunden transportiert. Die Nebenflüsse leiten es aber vor allem gelöst ein.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Konzentrationen im weiten Bereich von etwa 0,4 bis zu 450 µg/L gemessen, wobei die hohen Werte über 50 µg/L nur im tschechischen Teil der Elbe gefunden wurden. In den Nebenflussmündungen lagen die Gehalte häufig höher als im entsprechenden Elbabschnitt, vor allem bei der Bilina, der Triebisch, der Schwarzen Elster und bei den Nebenflüssen unterhalb Hamburgs, angefangen von der Lühe bis hin zur Oste. Im deutschen Teil der Elbe nahmen die Mangankonzentrationen im Filtrat 1995/'96 gegenüber 1993/'94 zu, fielen dann aber 1998 auf sehr niedrige Werte zurück.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Mangankonzentrationen von 0,1 bis 7,3 g/kg bestimmt. Etwas höhere Gehalte um 10 g/kg wurden in der Havel, dem größten Einleiter partikulär gebundenen Mangans, gefunden. Die Schwebstoffe der übrigen Nebenflüsse waren häufig ähnlich mit Mangan beladen wie die der Elbe oder sogar noch deutlich geringer als diese. Die Manganlängsprofile zeigten einen Anstieg von der Quelle bis etwa zum Zufluss der Moldau, dann meist einen annähernd konstanten Verlauf bis zum Hamburger Hafen und fielen schließlich bis zur Nordsee stark ab. In den Längsprofilen war aber auch der Haveleinfluss auf die Elbe deutlich abzulesen und zwar an den Gehalten der Proben von der rechten Flussseite in dem Elbabschnitt. Die Manganwerte der Proben von 1993 bis 1995 lagen im Mittel um etwa ein Viertel höher als die Werte vom April 1996, aber auch um etwa ein Viertel niedriger als die vom September 1998.

Die Konzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** lagen im Bereich von etwa 0,2 bis 6 g/kg etwas unterhalb der Schwebstoffe. Der Verlauf der Längsprofile für die Sedimente ähnelte dem der Schwebstoffe, jedoch schwankten die Werte viel stärker (auch zwischen den beiden Flussseiten). Auch bei den Sedimenten wurden die höchsten Gehalte in der Havelmündung (1992: 8,3 g/kg) gefunden. Die Konzentrationen der Sedimente vom September 1998 lagen insgesamt über denen der beiden übrigen Kampagnen.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Konzentrationen zeigen gegenüber denen der un-normierten einen etwas geglätteten Verlauf. Der kontinuierliche Anstieg von der Quelle bis zum Hamburger Hafen und dann die starke Abnahme zur Mündung hin verdeutlicht die anthropogene Beeinflussung des partikulär gebundenen Mangans. Über nahezu den gesamten Elbeverlauf lässt sich eine nicht ganz chronologische Abnahme der normierten Mangangehalte der Schwebstoffe feststellen. Die normierten Sedimentwerte lagen aber meist noch deutlich darunter. Die Normierung bestätigt auch die Bedeutung der Havel als größten Einleiter für partikulär gebundenes Mangan.

Mangan

Mn

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(1,2)	7,8	12,5	55,0	11,0
Mai 1994	2,5	6,6	4,3	13,5	6,4
Sept. 1995	0,8	27,0	32,6	48,3	29,2
April 1996	10,3	19,5	22,1	42,5	20,5
Sept. 1998	-	1,7	2,8	65,4	(2,3)

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	2,5	4,5	4,6	2,6	4,2
Mai 1994	2,8	5,2	3,9	1,4	4,4
Sept. 1995	3,1	4,3	4,2	2,6	4,1
April 1996	2,9	3,0	3,2	1,5	3,0
Sept. 1998	-	4,9	6,1	3,6	5,1

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	2,3	2,2	2,0	0,8	2,0
Okt. 1995	2,3	2,6	2,0	1,6	2,3
Okt. 1998	2,3	3,4	3,0	1,8	3,0

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,1 - 2,5	0,3 - 2,3	0,2 - 3,0	0,1 - 3,0
Auensedimente / Mittelw.	0,96	0,93	0,66	0,85
normiert für Sedimente				0,62
normiert für Schwebstoffe				0,45

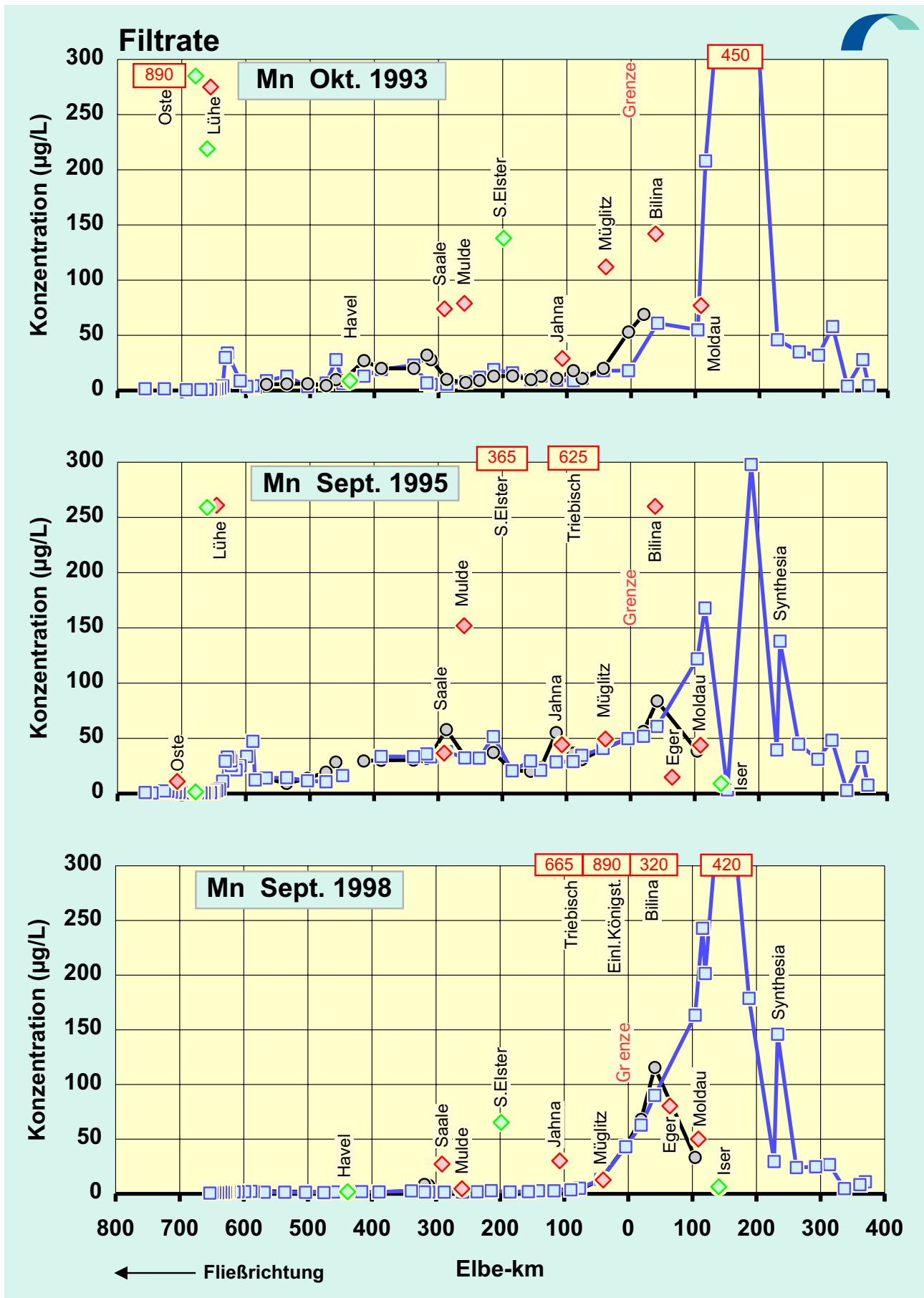


Abb.25a: Vergleich der **Mangan**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

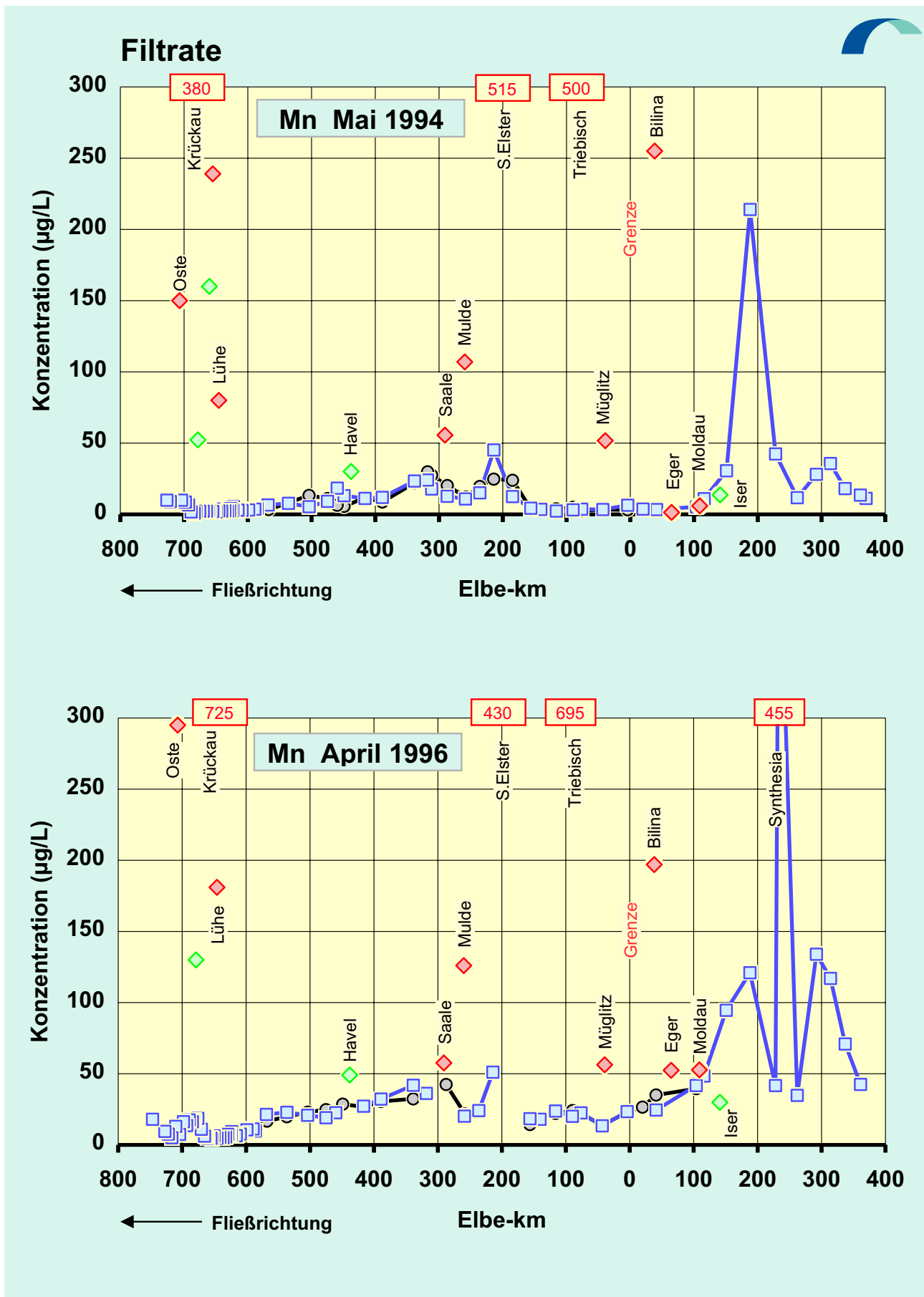


Abb.25b: Vergleich der **Mangan**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

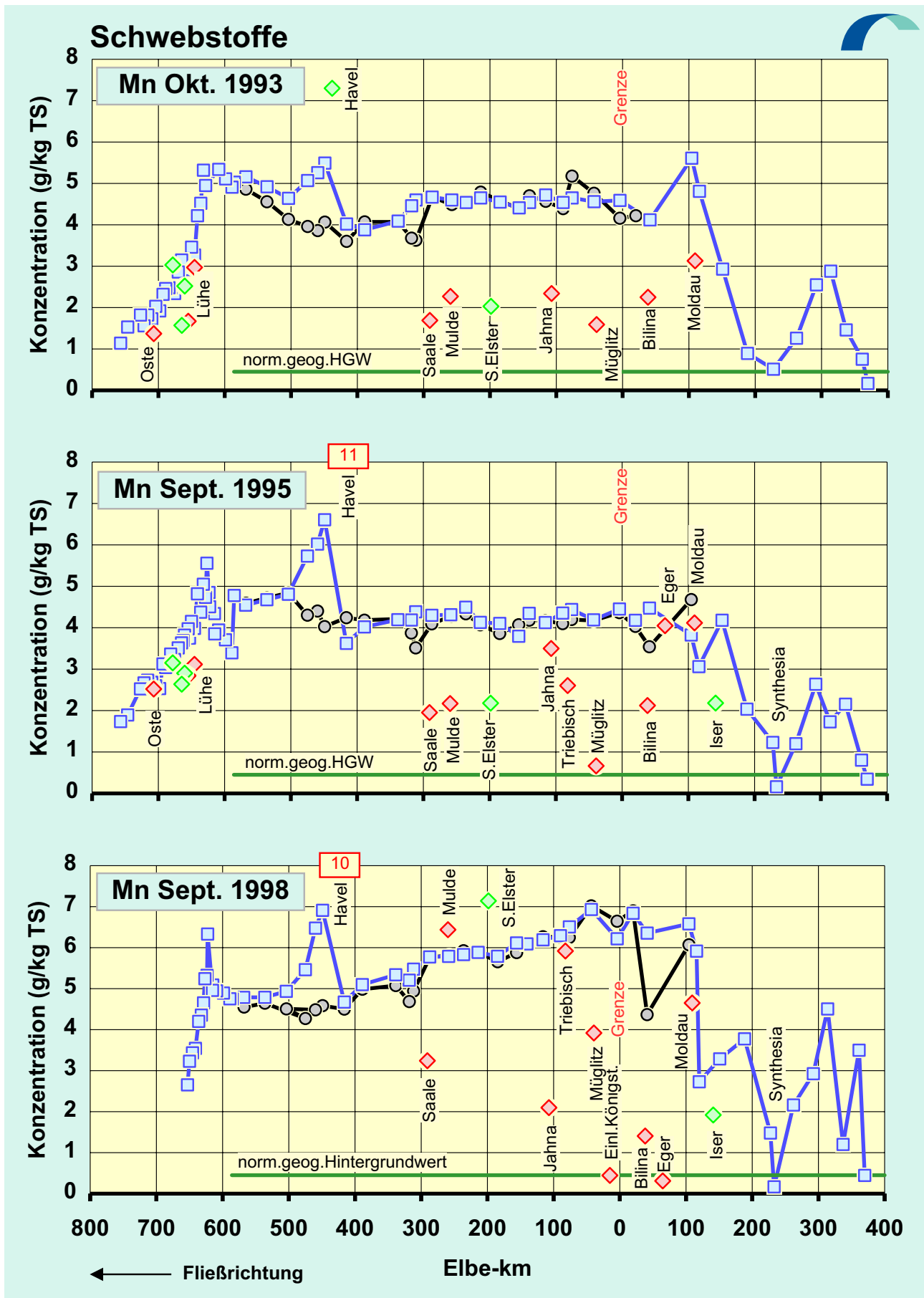


Abb.25c: Vergleich der **Mangan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

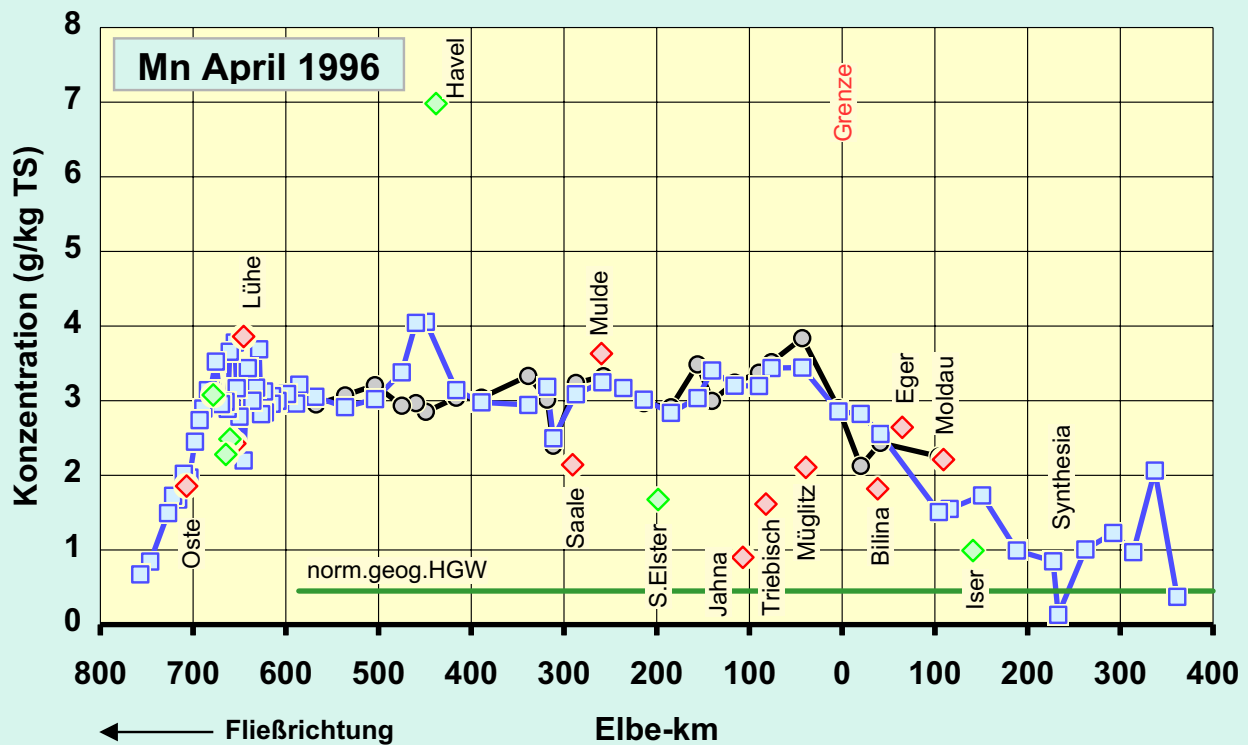
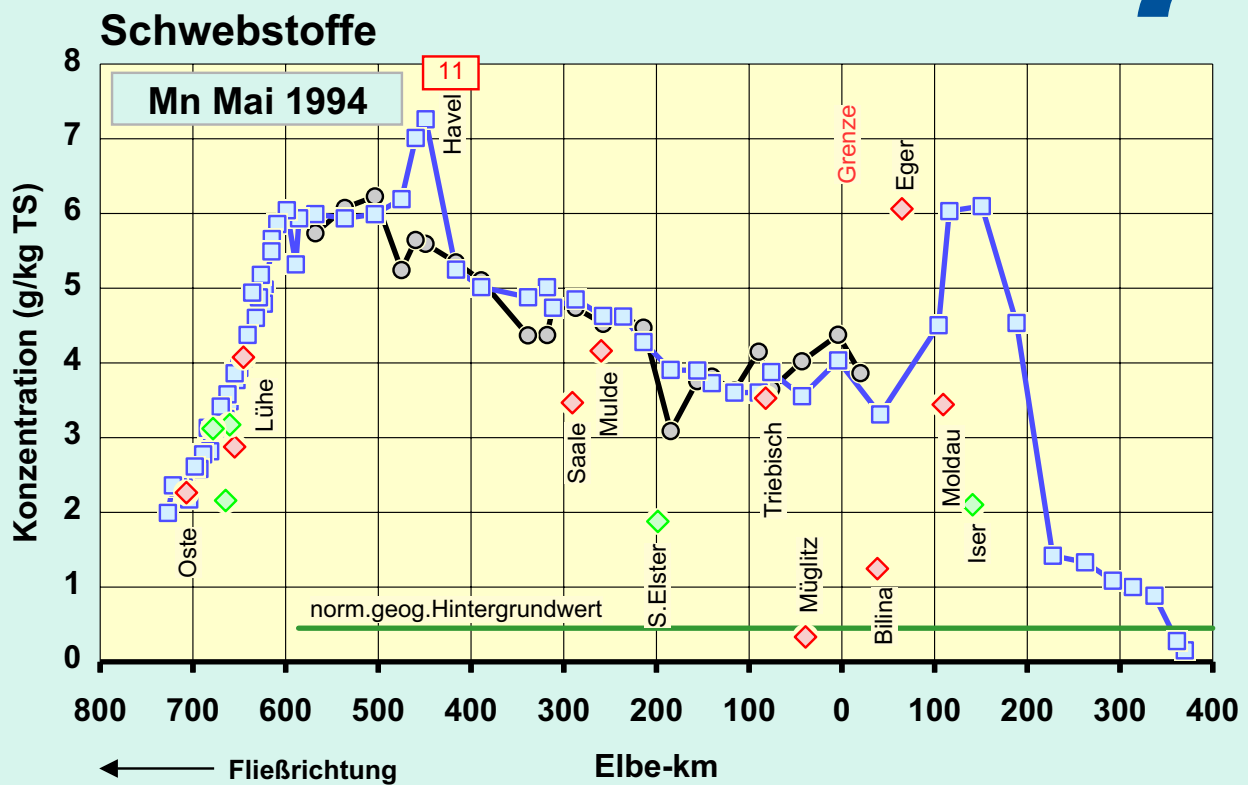


Abb.25d: Vergleich der **Mangan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

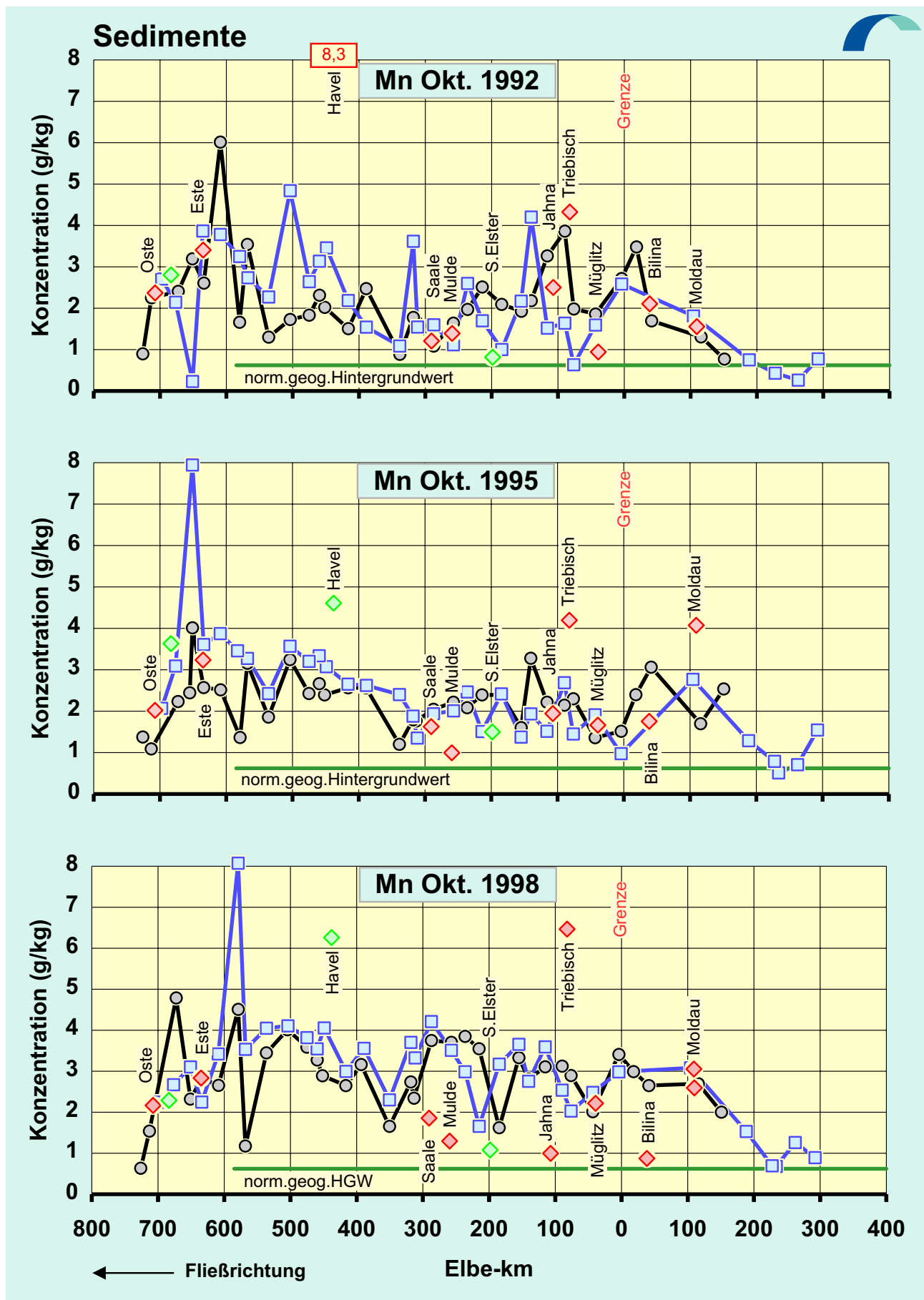


Abb.25e: Vergleich der **Mangan**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

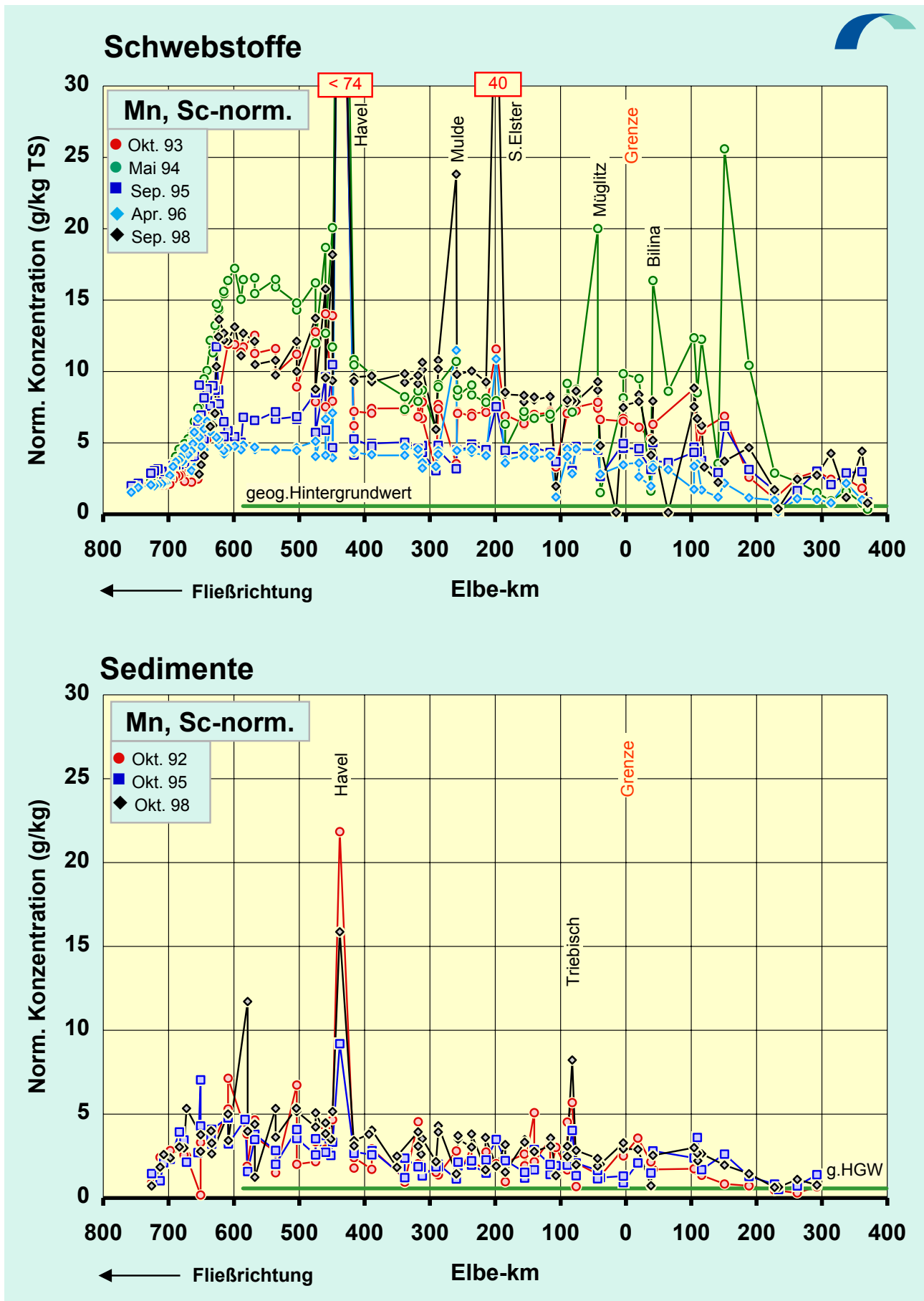


Abb.25f: Vergleich der Sc-normierten **Mangan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Mn}^{norm} = C_{Mn} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Eisen

Fe

Eisen wird als hauptsächlich geogen beeinflusstes Element betrachtet, das aber an einigen Probennahmepunkten, anthropogen bedingt, erhöhte Konzentrationen aufweist. Es wird zum überwiegenden Teil partikulär transportiert.

In den **Filtratproben** der Elbe und der Mündungen ihrer Nebenflüsse traten in der Regel Konzentrationen von 1 - 100 µg/L auf. Sehr viel höhere Werte wurden in der Elbe bei den Synthesia-Werken (1996: 2650 µg/L) und in der Schwarzen Elster (1995: 1200 µg/L) gefunden, etwas höhere Werte in der Lühe, Schwinge, Krückau und in der Oste. Von niedrigen Werten im Quellbereich der Elbe stiegen die Konzentrationen zunächst an, verharrten dann auf etwa konstantem Niveau und fielen dann in der Tidezone stark ab. Die höchsten Gehalte für gelöstes Eisen wurden in den Proben vom April 1996 gefunden. Die Werte von September 1998 lagen, ähnlich wie die vom Oktober 1993, am niedrigsten.

Für die spezifischen Eisengehalte der **Elbschwebstoffe** wurden Werte zwischen 10 und 50 g/kg bestimmt. Besonders hohe Gehalte wurden in der Schwarzen Elster (1994: 170 g/kg) und in der Mulde (1995: 110 g/kg) gefunden. Der Verlauf der Längsprofile und die zeitliche Entwicklung des Eisens korrelierten relativ hoch mit denen des Scandiums. In den annähernd konstanten Verläufen wurden Maxima bei Verdek und in der Trübungszone der Tideelbe beobachtet. Im mittleren Teil der Elbe wurden im Herbst 1995 die höchsten und im Herbst 1998 die niedrigsten Gehalte gemessen.

Die ermittelten Konzentrationen in den fraktionierten **Sedimenten** der Elbe lagen im Bereich von 30 bis etwa 100 g/kg. In der Schwarzen Elster (1995: 215 g/kg) wurden noch höhere Gehalte als in den Schwebstoffen gefunden. Ein deutlicher zeitlicher Trend war nicht zu erkennen.

Die **Sc-Normierung** der Eisengehalte von Schwebstoffen und Sedimenten bewirkt eine Glättung der Profilverläufe durch die Reduzierung zufälliger, natürlicher Schwankungen. Die gering vorhandene anthropogene Beeinflussung der Eisenkonzentrationen ist an dem stetigen Anstieg der normierten Konzentrationen von der Quelle bis zum Wehr Geesthacht und dem anschließenden Absinken in der Tidezone zu erkennen. Außerdem ist eine geringe zeitliche Auffächerung der Profile zu beobachten, die durch die sinkende anthropogene Belastung hervorgerufen wird. Neben Havel und Mulde fällt vor allem die Schwarze Elster durch die sehr hohen Fe/Sc-Verhältnisse auf.

Eisen

Fe

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(4)	14	14	42	14
Mai 1994	(14)	37	34	35	34
Sept. 1995	(7)	32	36	32	32
April 1996	(20)	52	59	23	51
Sept. 1998	-	10	17	33	15

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	41	35	34	32	35
Mai 1994	35	28	25	21	28
Sept. 1995	39	39	39	39	39
April 1996	39	37	34	33	35
Sept. 1998	-	27	33	37	31

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	45	52	46	41	48
Okt. 1995	46	51	48	40	49
Okt. 1998	41	45	44	43	44

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	28 - 83	36 - 62	28 - 54	28 - 83
Auensedimente / Mittelw.	51	53	39	48
normiert für Sedimente				35
normiert für Schwebstoffe				25

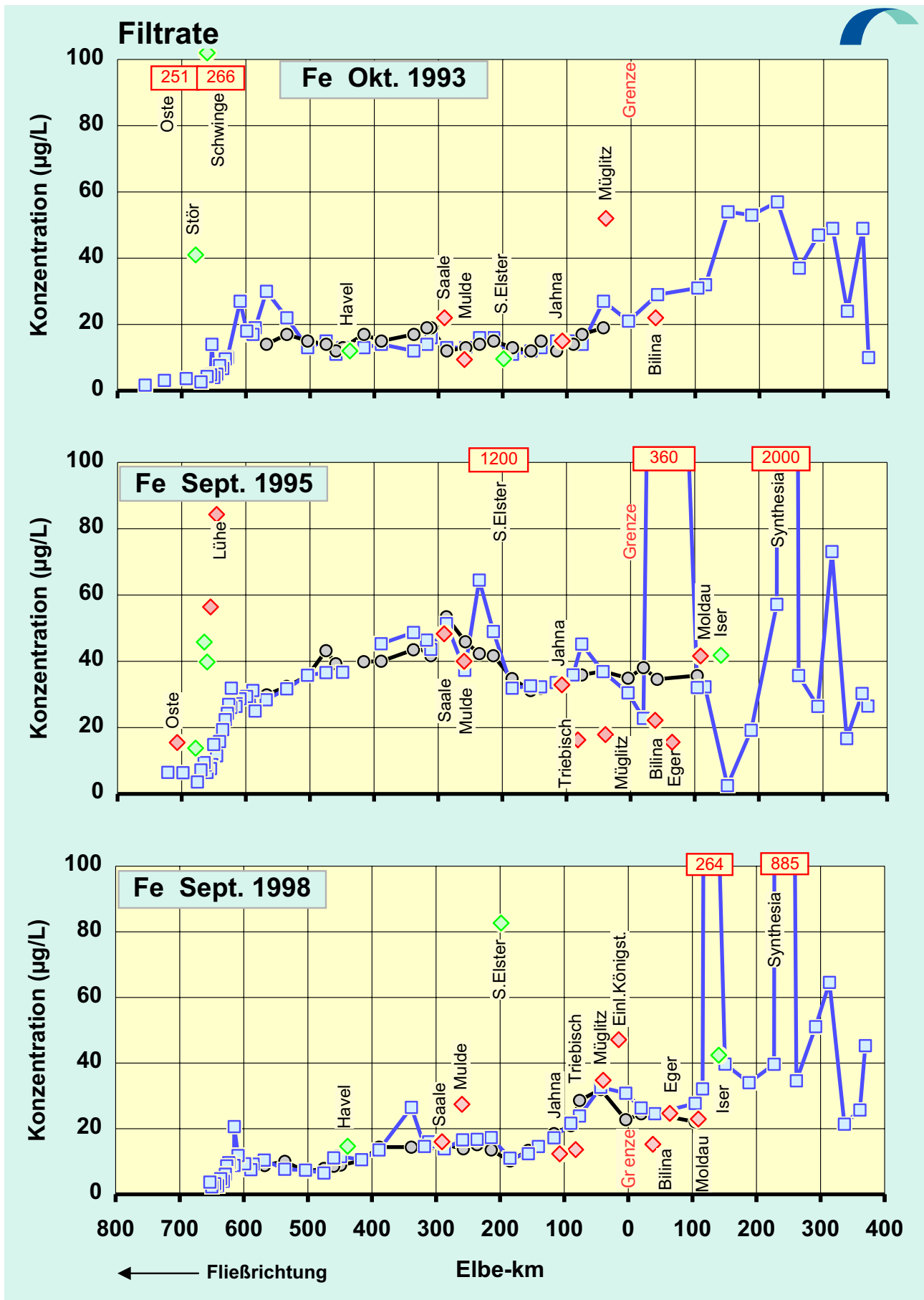


Abb.26a: Vergleich der **Eisen**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

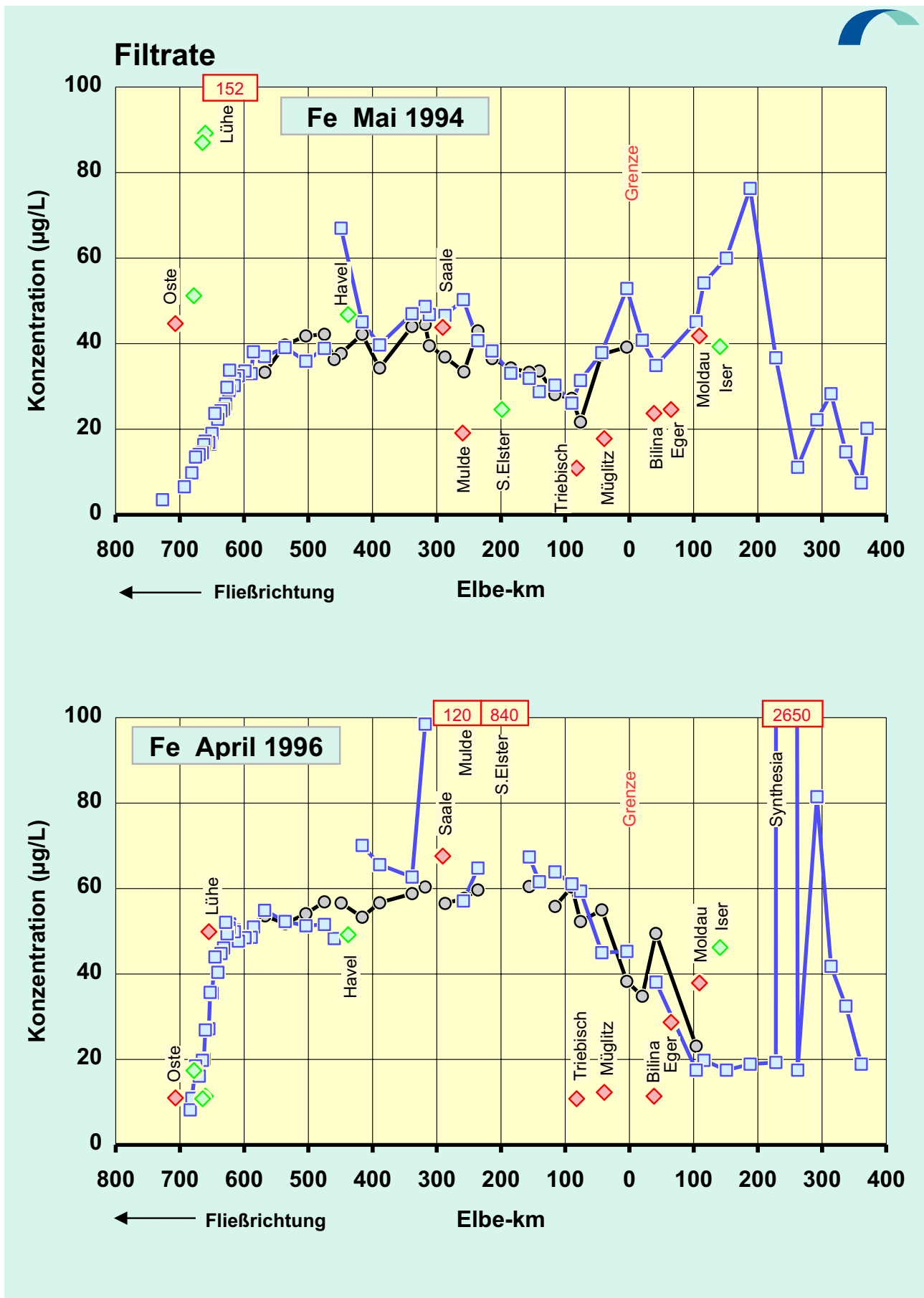


Abb.26b: Vergleich der **Eisen**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

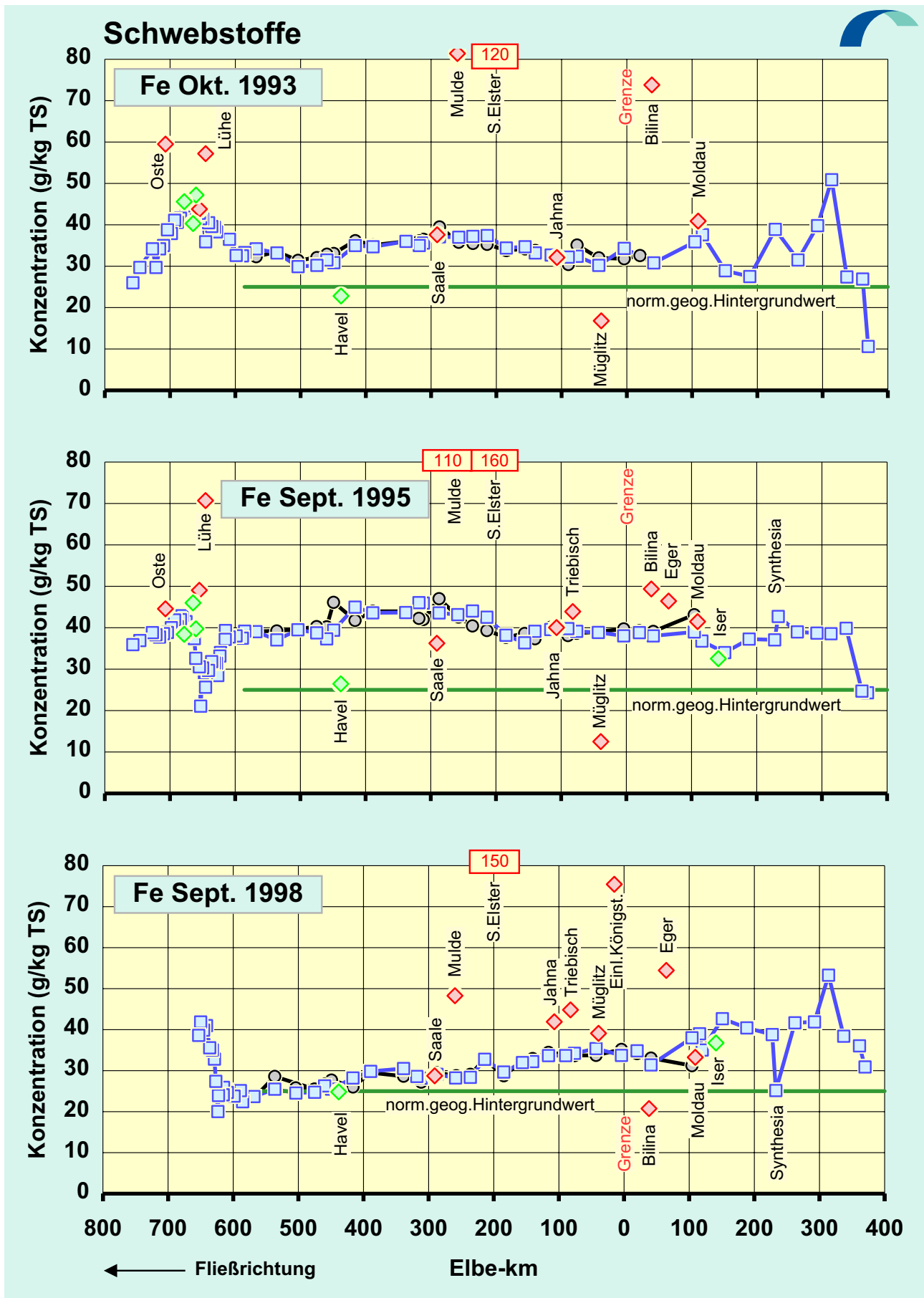


Abb.26c: Vergleich der **Eisen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

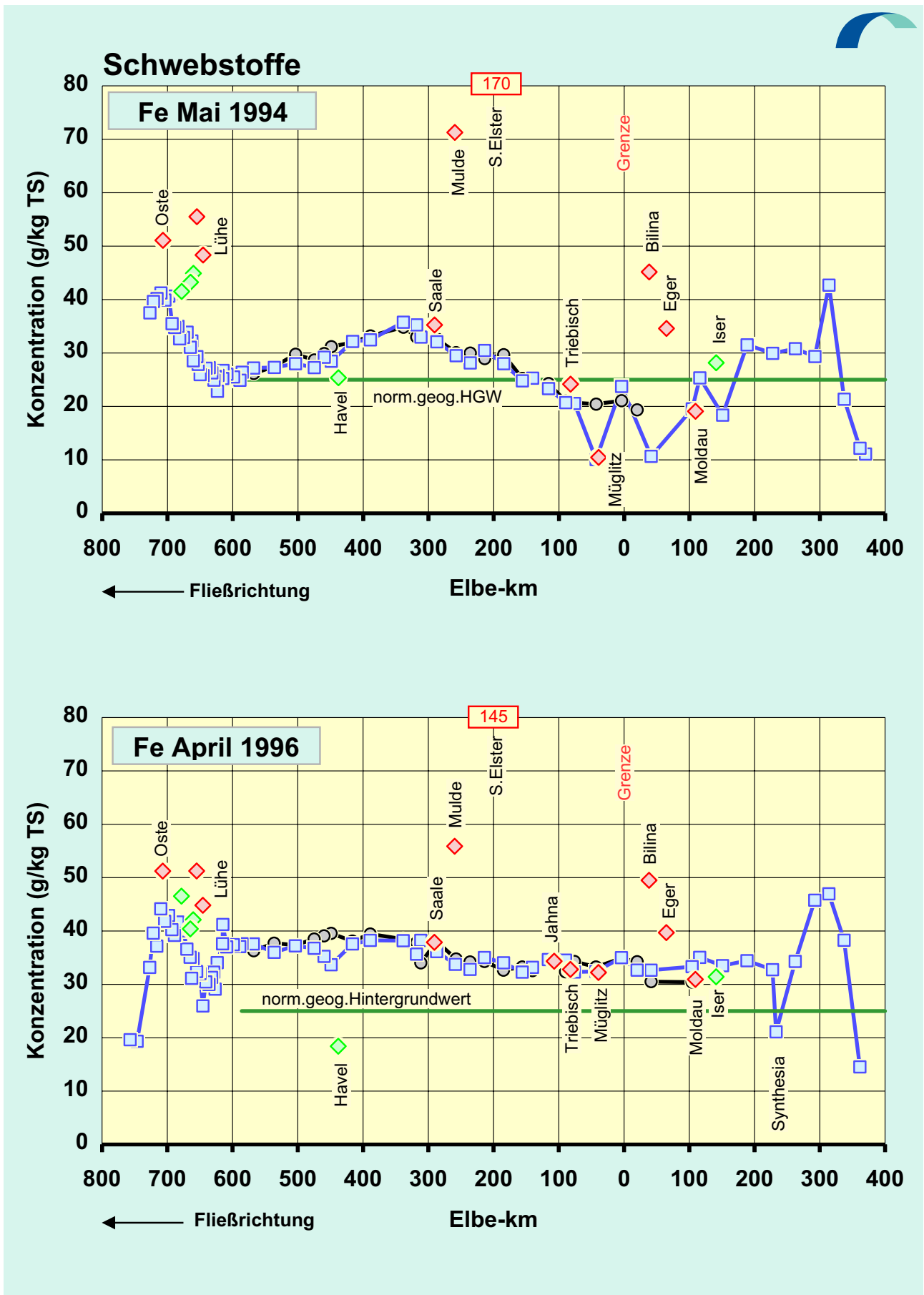


Abb.26d: Vergleich der **Eisen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

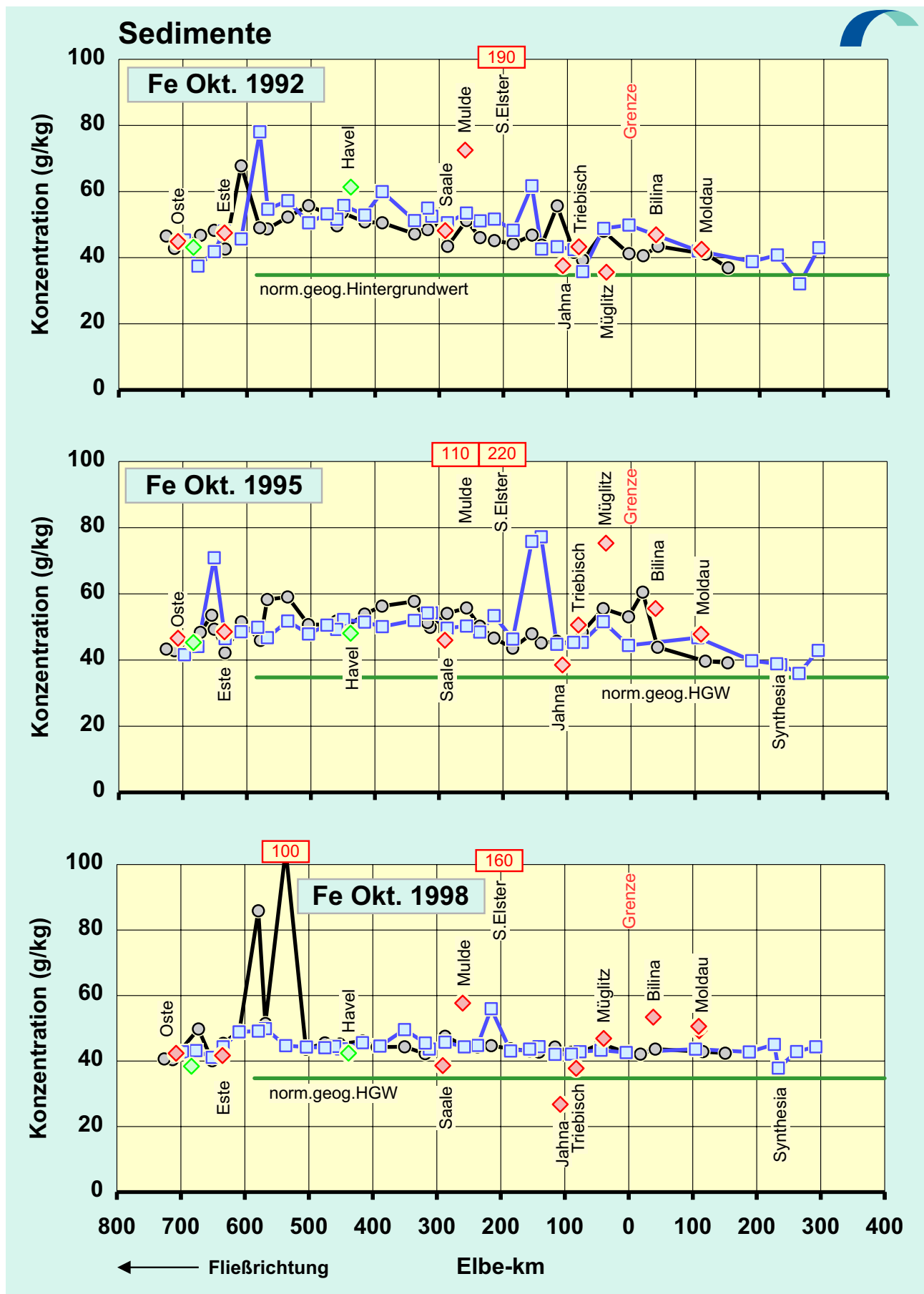


Abb.26e: Vergleich der **Eisen**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

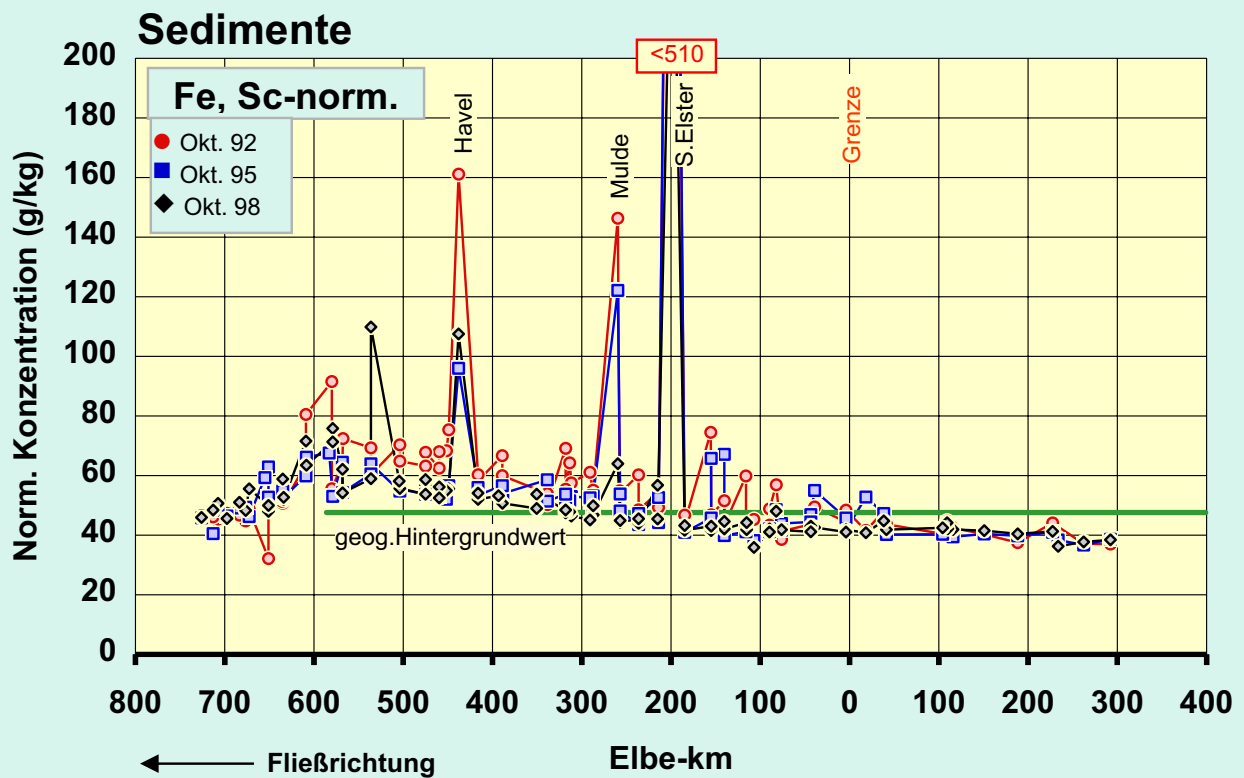
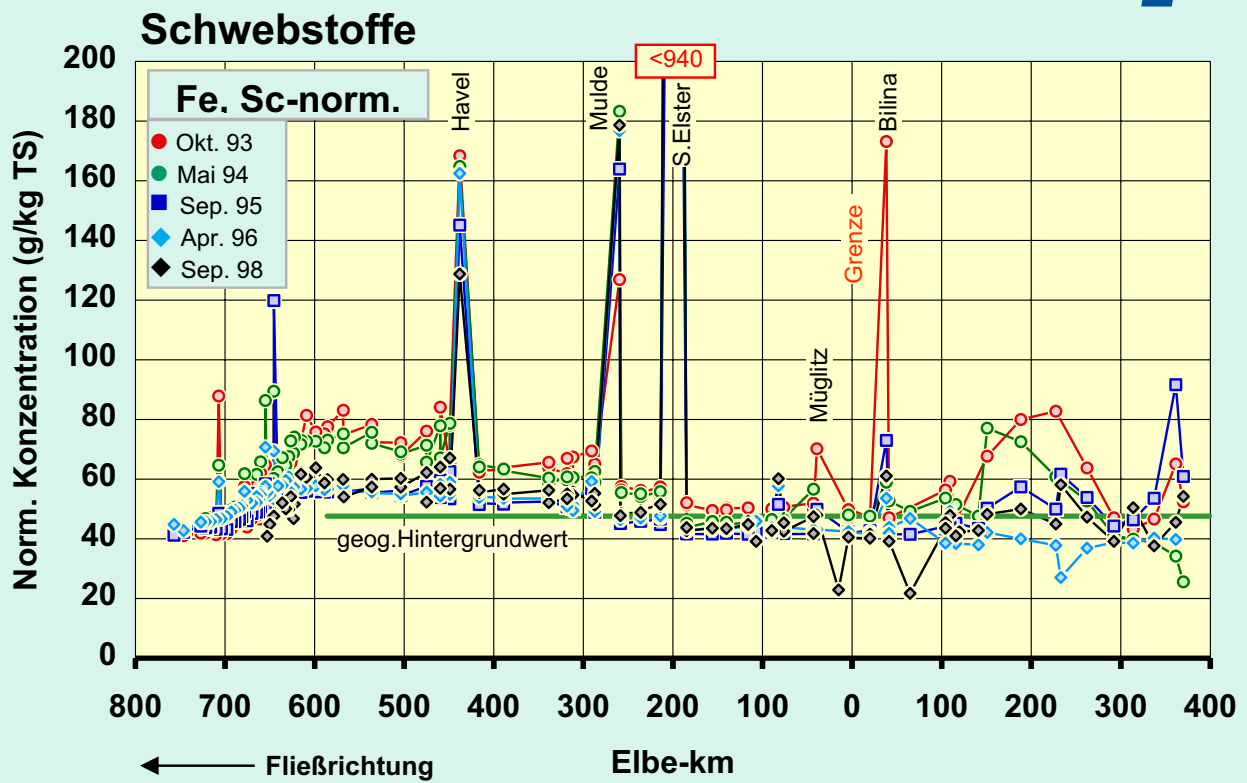


Abb.26f: Vergleich der Sc-normierten **Eisen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Fe}^{norm} = C_{Fe} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Cobalt



Co

Cobalt zählt in der Elbe zu den anthropogen beeinflussten Elementen. Zu der Belastung tragen sowohl die Filtrate als auch die Schwebstoffe bei. An einzelnen Stellen dominieren die Beiträge durch die Filtrate (Schwarze Elster).

In den **Elbwasserfiltraten** wurden meist Gehalte im Bereich von etwa 0,05 bis 1,0 µg/L gefunden. Höhere Werte wurden vor allem bei den Synthesia-Werken und in den Nebenflüssen, wie der Schwarzen Elster (1994: 8,2 µg/L), der Bilina, der Triebisch (1996: 4,3 µg/L) und der Oste (1993: 4,0 µg/L) bestimmt. Die höchste Menge Cobalt (55 µg/L) enthielt eine Filtratprobe, die bei der Kampagne von 1998 in einem Einleiter unterhalb von Königstein gezogen wurde. Die Konzentrationswerte stiegen von der Quelle etwa bis Klavary an, blieben bis zur Mündung der Schwarzen Elster etwa konstant und erreichten dann ein leicht erhöhtes Niveau. Im Mittel wurden 1994 die höchsten Gehalte und 1996/'98 die niedrigsten gefunden.

Die spezifischen Cobaltgehalte der **Elbschwebstoffe** bewegten sich in dem Bereich von 5 - 60 mg/kg. Höhere Werte wurden meist in der Schwarzen Elster (1998: 102 mg/kg) gefunden. Die Längsprofile der Schwebstoffbelastung zeigten zwei Maxima, im tschechischen Teil der Elbe und zwischen etwa Wittenberg und Tangermünde. Deutliche zeitliche Veränderungen waren nicht zu erkennen.

In den **Sedimenten** wurden meist Gehalte zwischen 15 und 40 mg/kg ermittelt. In den Mündungen der Nebenflüsse Schwarze Elster und Triebisch wurden höhere Werte bestimmt (bis 95 mg/kg). In der Elbe stiegen die Konzentrationen von der Quelle bis zur Tidezone langsam an und fielen dann zur Mündung hin relativ stark ab. Auch bei den Sedimenten waren keine signifikanten zeitlichen Schwankungen der Cobaltgehalte zu beobachten.

Die **Sc-normierten** Profile zeigen den für anthropogen beeinflusste Elemente typischen kontinuierlichen Anstieg von der Quelle bis zum Stromspaltungsgebiet vor Hamburg und dann den steilen Abfall bis zur Elbmündung. Man erkennt auch deutlich die Reduzierung der Belastung im Untersuchungszeitraum. Die Schwarze Elster bleibt der wichtigste Einleiter für Cobalt.

Cobalt

Co

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(0,25)	0,34	0,36	0,36	0,35
Mai 1994	(0,40)	0,62	0,45	0,32	0,51
Sept. 1995	(0,41)	0,34	0,27	0,28	0,32
April 1996	(0,24)	0,24	0,22	0,24	0,24
Sept. 1998	-	0,25	0,19	0,23	0,23

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	17	23	26	17	22
Mai 1994	17	21	16	10	18
Sept. 1995	17	31	25	16	24
April 1996	17	22	22	15	21
Sept. 1998	-	18	27	20	22

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	18	30	28	17	27
Okt. 1995	18	34	28	20	30
Okt. 1998	16	32	25	20	25

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	7 - 33	14 - 31	13 - 26	7 - 33
Auensedimente / Mittelw.	17	22	17	19
normiert für Sedimente				14
normiert für Schwebstoffe				10

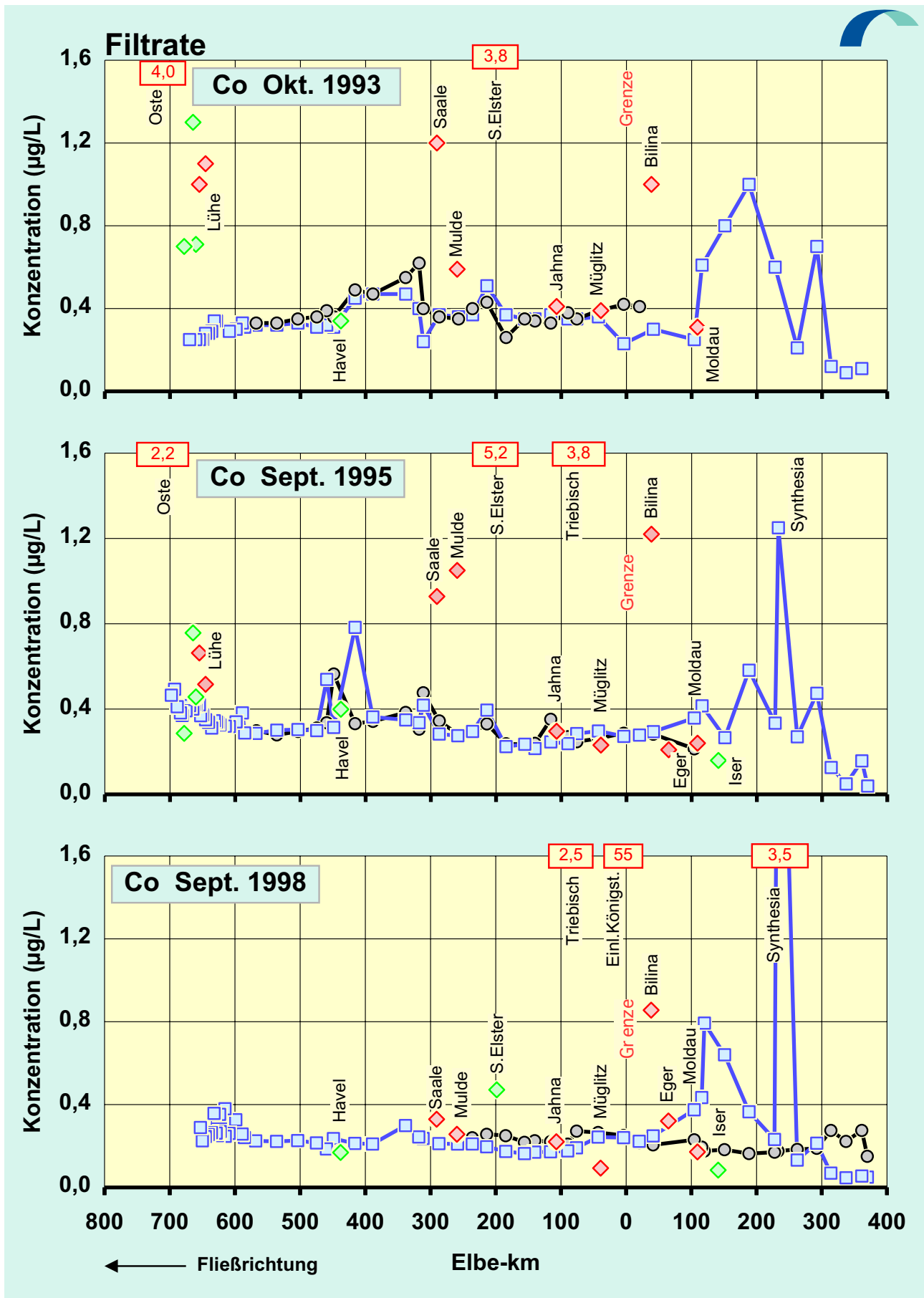


Abb.27a: Vergleich der **Cobalt**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

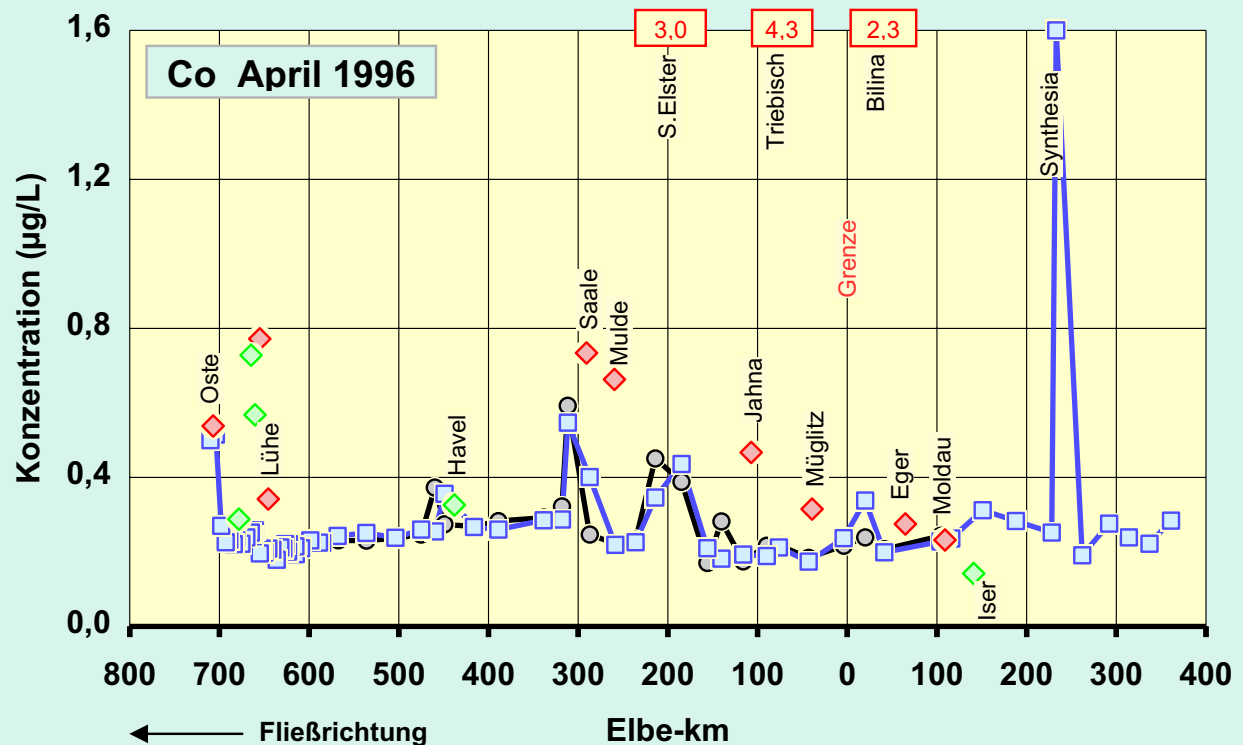
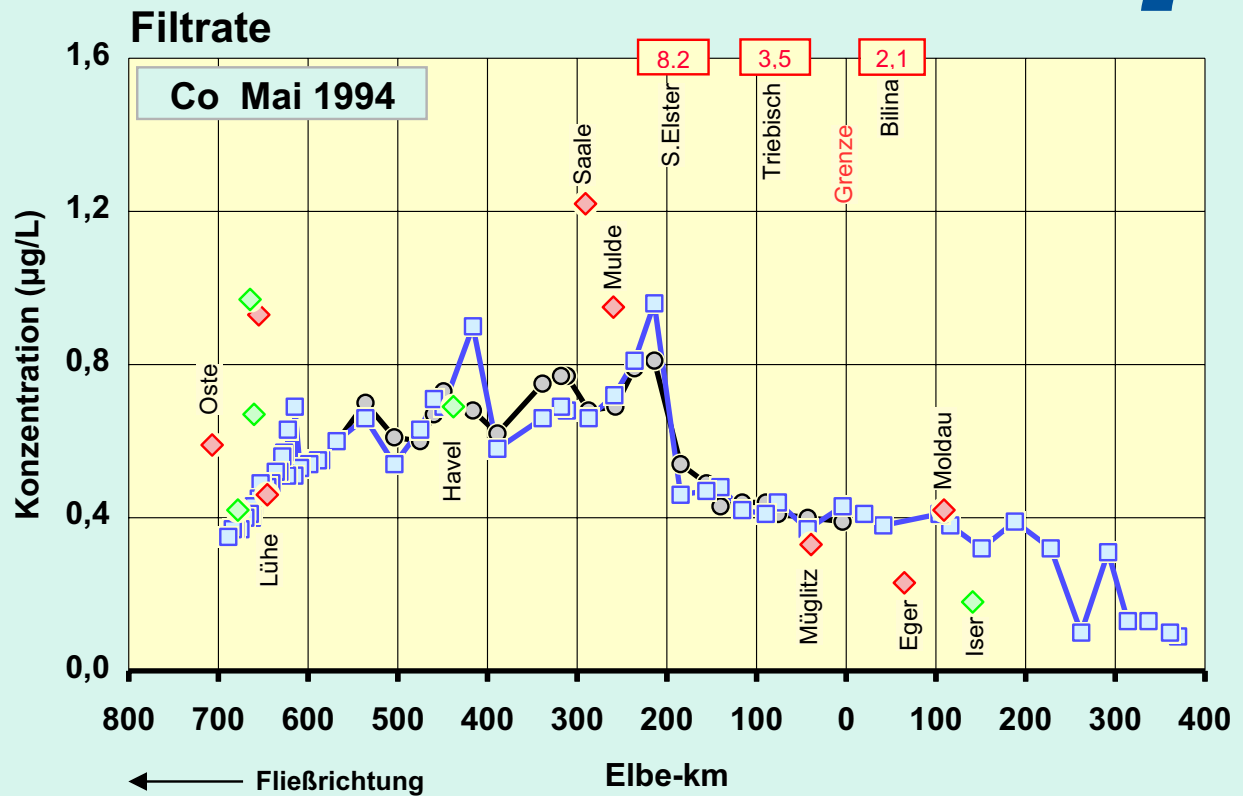


Abb.27b: Vergleich der **Cobalt**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

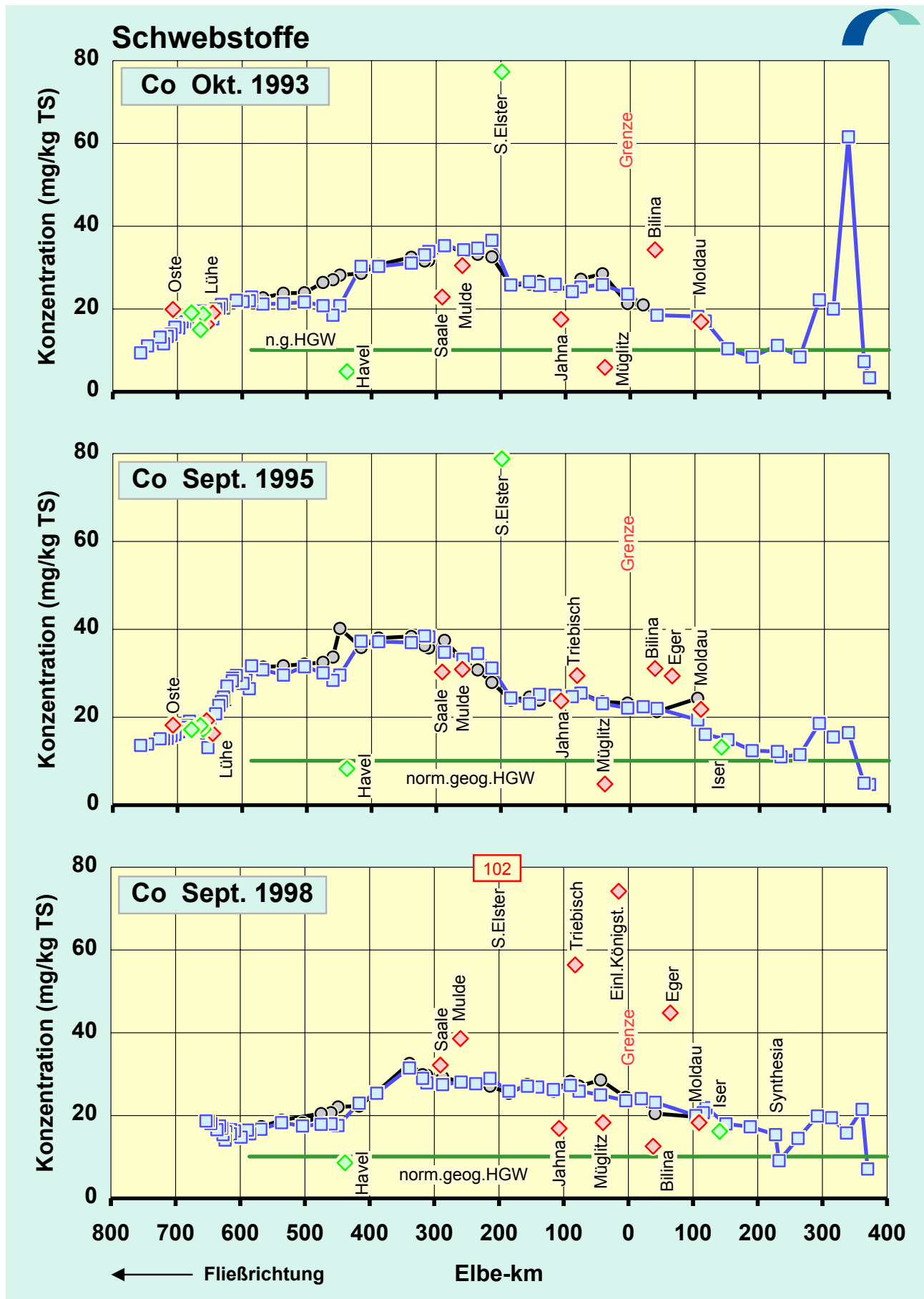


Abb.27c: Vergleich der **Cobalt**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

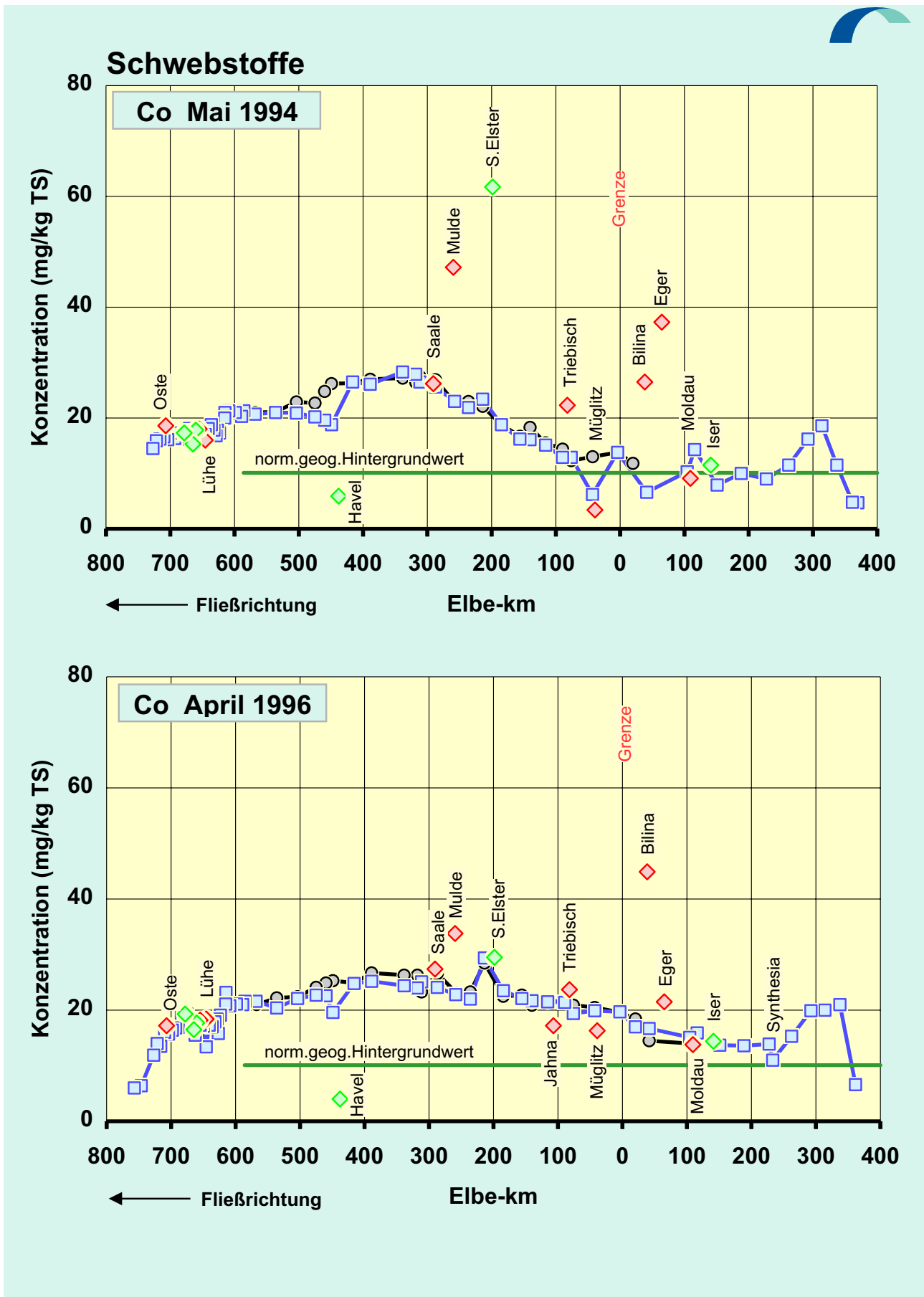


Abb.27d: Vergleich der **Cobalt**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

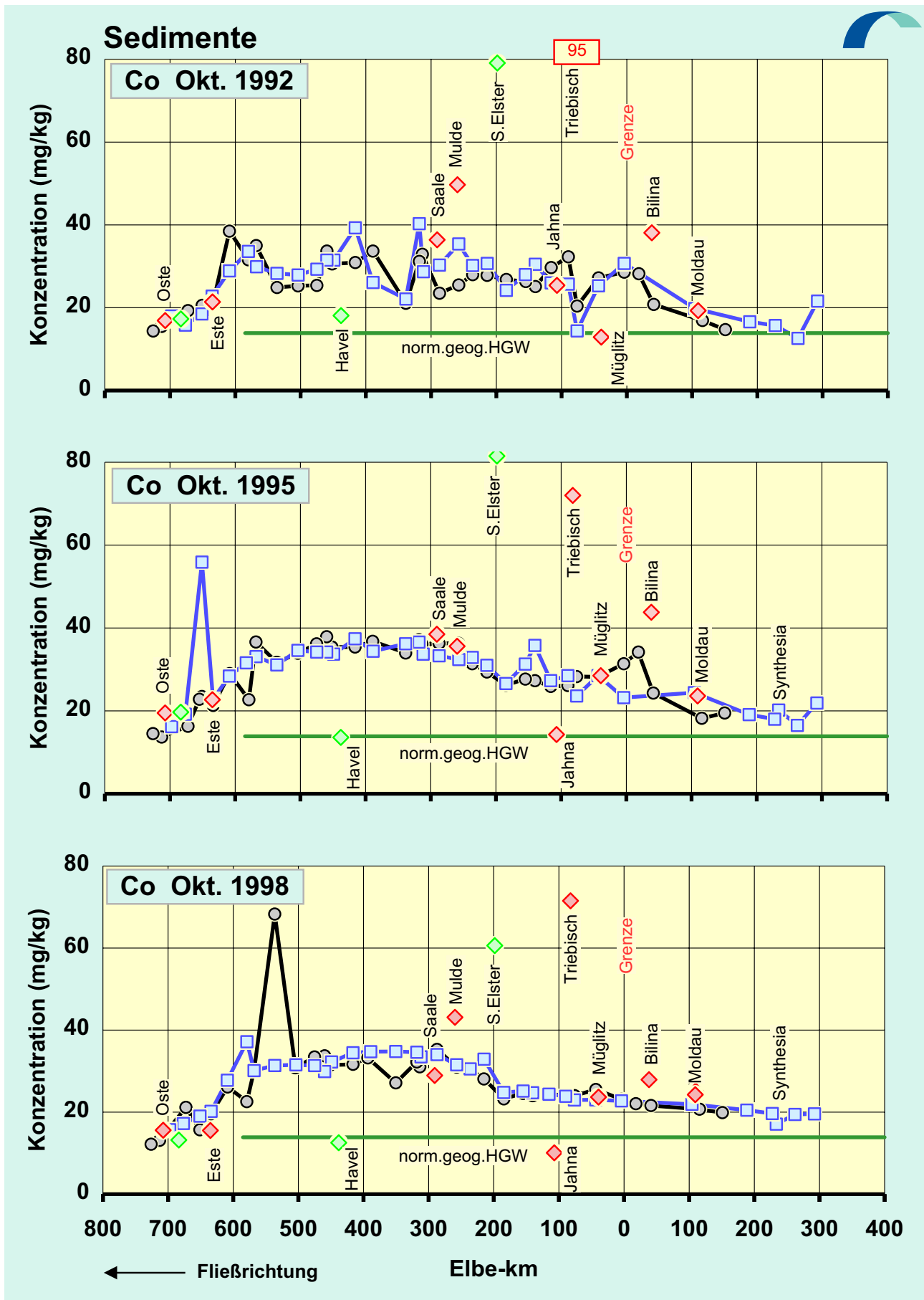


Abb.27e: Vergleich der **Cobalt**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

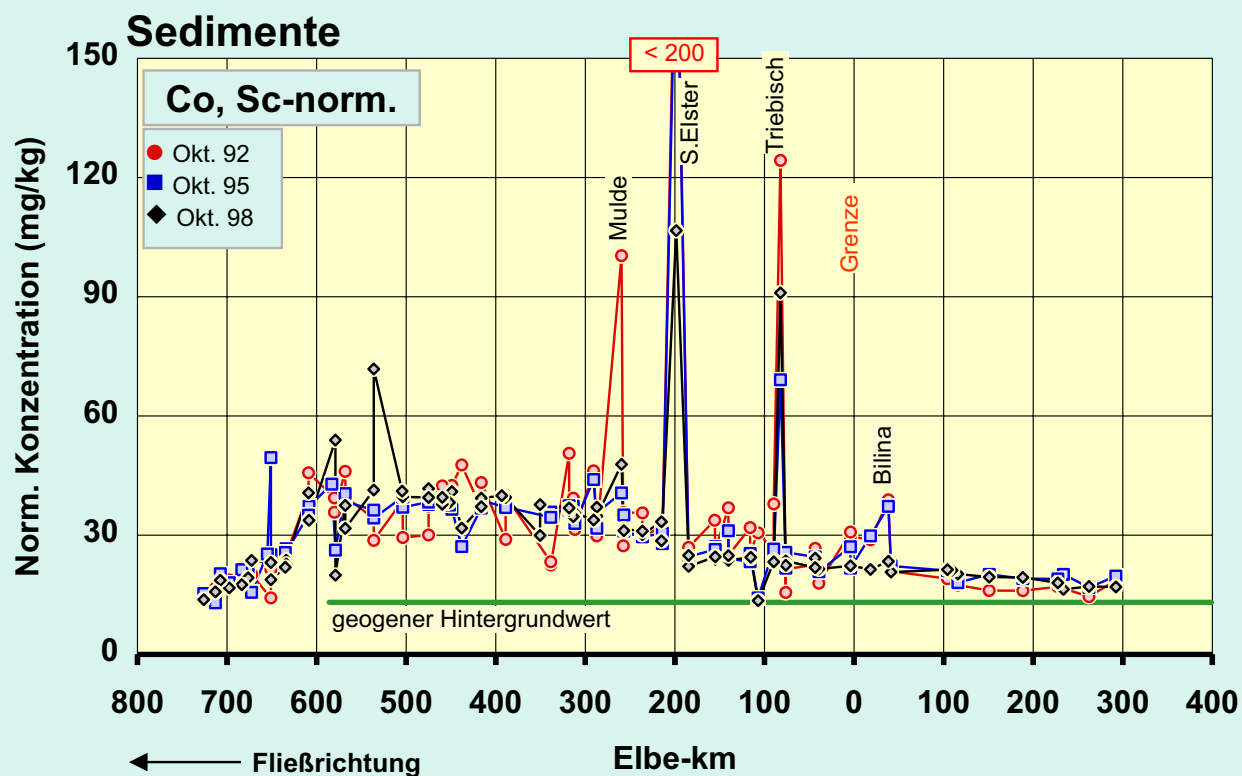
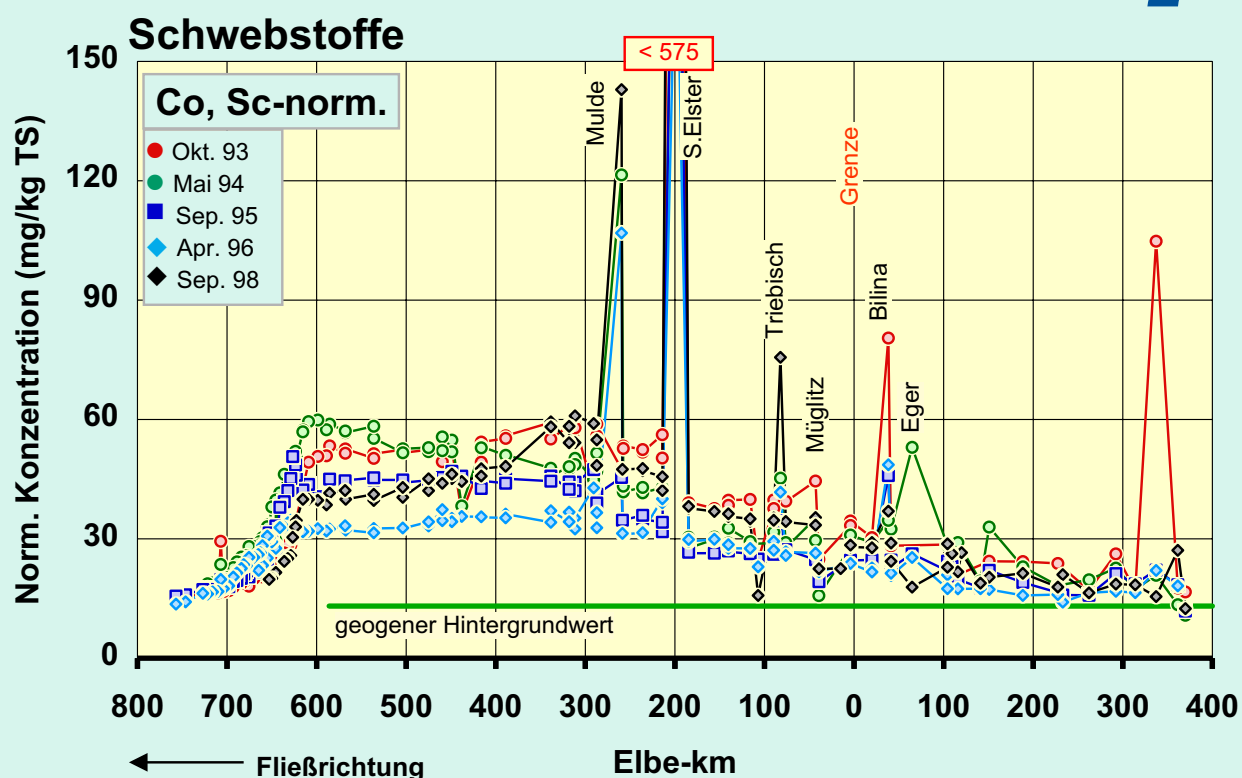


Abb.27f: Vergleich der Sc-normierten **Cobalt**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Co}^{norm} = C_{Co} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Nickel

Ni

Ein anthropogener Einfluss ist für Nickel in der Elbe und ihren Nebenflüssen charakteristisch. In der Wasserphase wird das Element in variierenden Anteilen sowohl gelöst als auch partikulär gebunden transportiert. Der schwebstoffgebundene Anteil wächst naturgemäß mit der Schwebstoffmenge.

In den **Filtraten** lagen die Nickelkonzentrationen zwischen 0,1 - 9 µg/L. Höhere Gehalte wurden bei den Synthesia-Werken und zeitweise in den Nebenflüssen Bilina, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und Saale beobachtet. Der Verlauf der Längsprofile veränderte sich im betrachteten Zeitraum stark. Während im Oktober 1993 die Maximalwerte schon etwas unterhalb der Staatsgrenze erreicht wurden, stiegen die Gehalte in den Jahren 1995 und '96 durch die Einträge von Mulde und Saale noch einmal deutlich an. Im Mai 1994 wurden längs der gesamten Elbe überraschend niedrige Konzentrationen für das gelöste Nickel gefunden.

In der **Schwebstofffraktion** der Elbwasserproben wurden spezifische Konzentrationen von 20 bis 125 mg/kg nachgewiesen. Zum Teil höhere Gehalte wurden in den Nebenflussmündungen (Müglitz 1994: 200 mg/kg) gefunden. Nach dem Überschreiten etwas höherer Werte bei Verdek stiegen die Gehalte in Fließrichtung von Klavary bis zur Tideelbe langsam an und fielen dann zur Mündung hin wieder ab. Zwischen den einzelnen Kampagnen gab es regional unterschiedliche, nicht allzu große Konzentrationsverschiebungen.

Die Längsprofile der **Sedimentgehalte** verliefen ähnlich wie die der Schwebstoffe. Es wurden Konzentrationen im Bereich von 35 - 120 mg/kg bestimmt. Die mittleren Gehalte nahmen 1998 gegenüber 1992 deutlich ab.

Auch die **Sc-normierten** Nickelkonzentrationen stiegen in Fließrichtung bis zur Tideeelbe kontinuierlich an und fielen dann zur Mündung hin rasch ab. Die Beladungen der Schwebstoffe und Sedimente reduzierten sich dabei 1995/'96 gegenüber 1992 bis '94 deutlich. Die Ni/Sc-Verhältnisse der Schwebstoffe stiegen im September 1998 im mittleren Teil der Elbe wieder etwas an. Müglitz und Schwarze Elster waren die am stärksten belasteten Nebenflüsse.

Nickel

Ni

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(1,6)	1,9	4,5	3,2	2,5
Mai 1994	(0,7)	1,4	1,7	1,5	1,4
Sept. 1995	(4,6)	5,4	3,7	3,2	4,6
April 1996	(5,1)	4,9	3,4	2,7	4,4
Sept. 1998	-	2,7	2,4	1,6	2,6

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	47	65	61	48	59
Mai 1994	43	53	48	40	49
Sept. 1995	45	64	55	41	54
April 1996	43	54	47	45	47
Sept. 1998	-	46	53	49	50

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	46	97	77	56	80
Okt. 1995	45	76	68	51	72
Okt. 1998	39	69	60	54	62

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	28 - 66	48 - 64	44 - 62	28 - 66
Auensedimente / Mittelw.	50	57	52	53
normiert für Sedimente				39
normiert für Schwebstoffe				28

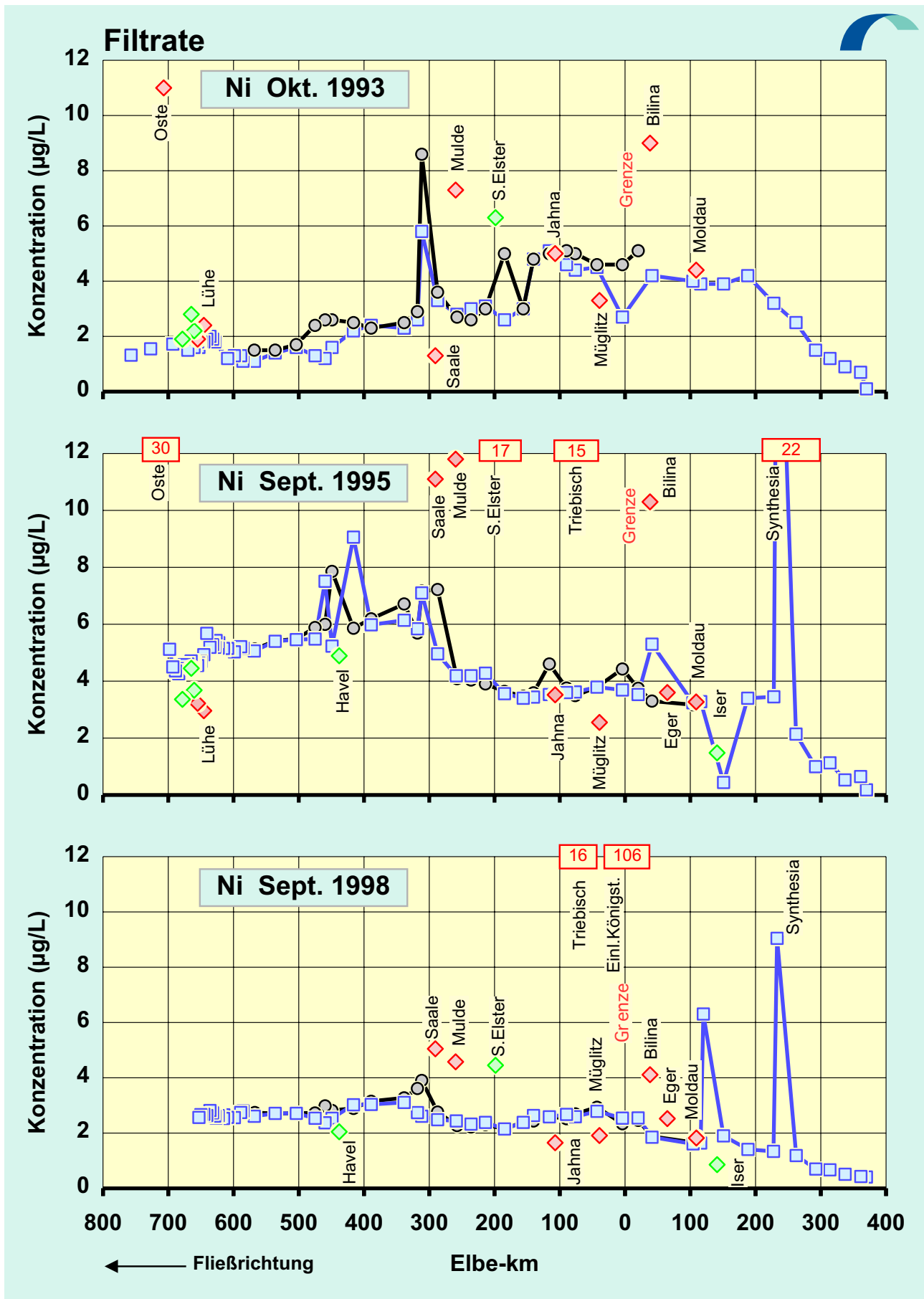


Abb.28a: Vergleich der **Nickel**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

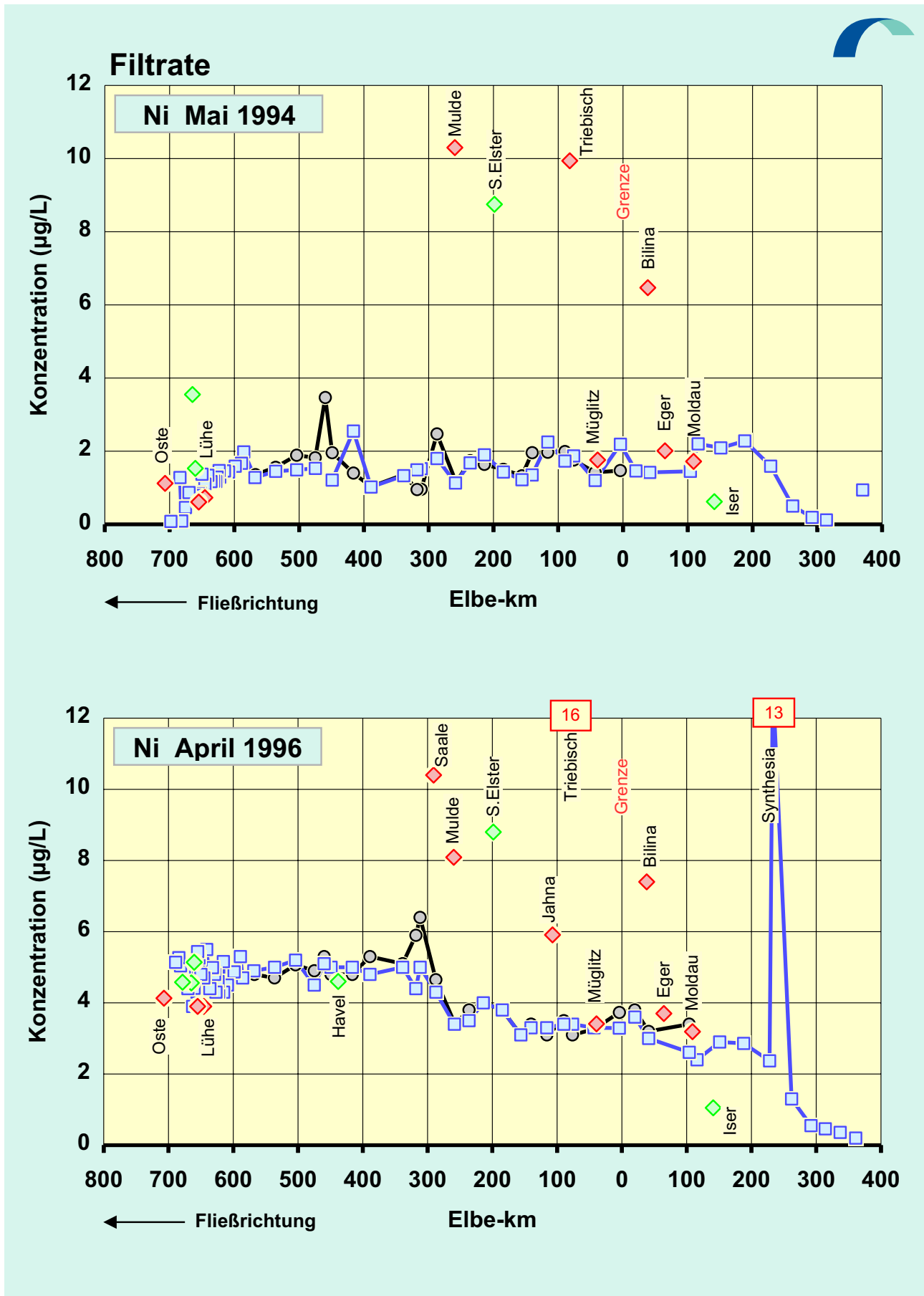


Abb.28b: Vergleich der **Nickel**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

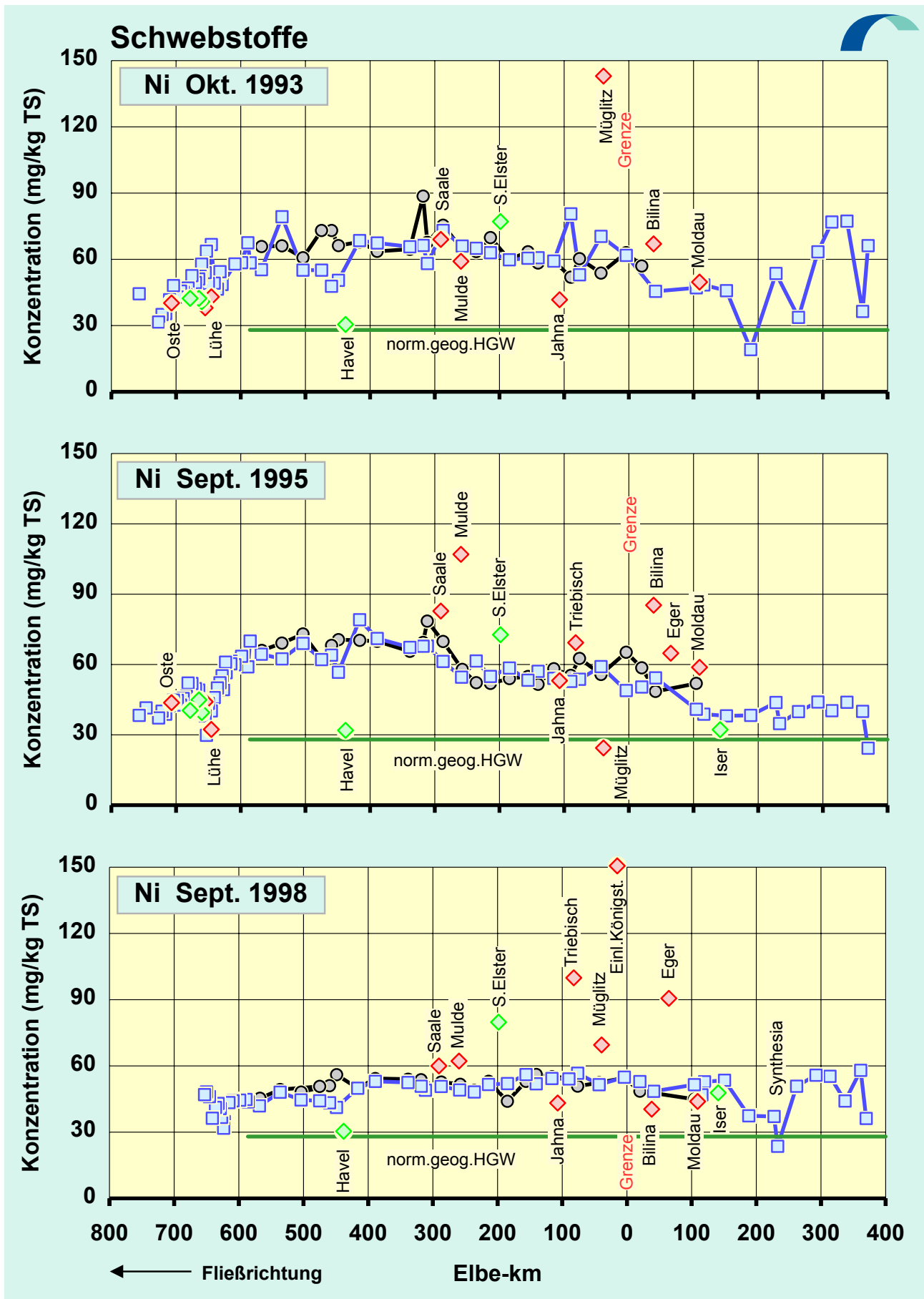


Abb.28c: Vergleich der **Nickel**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

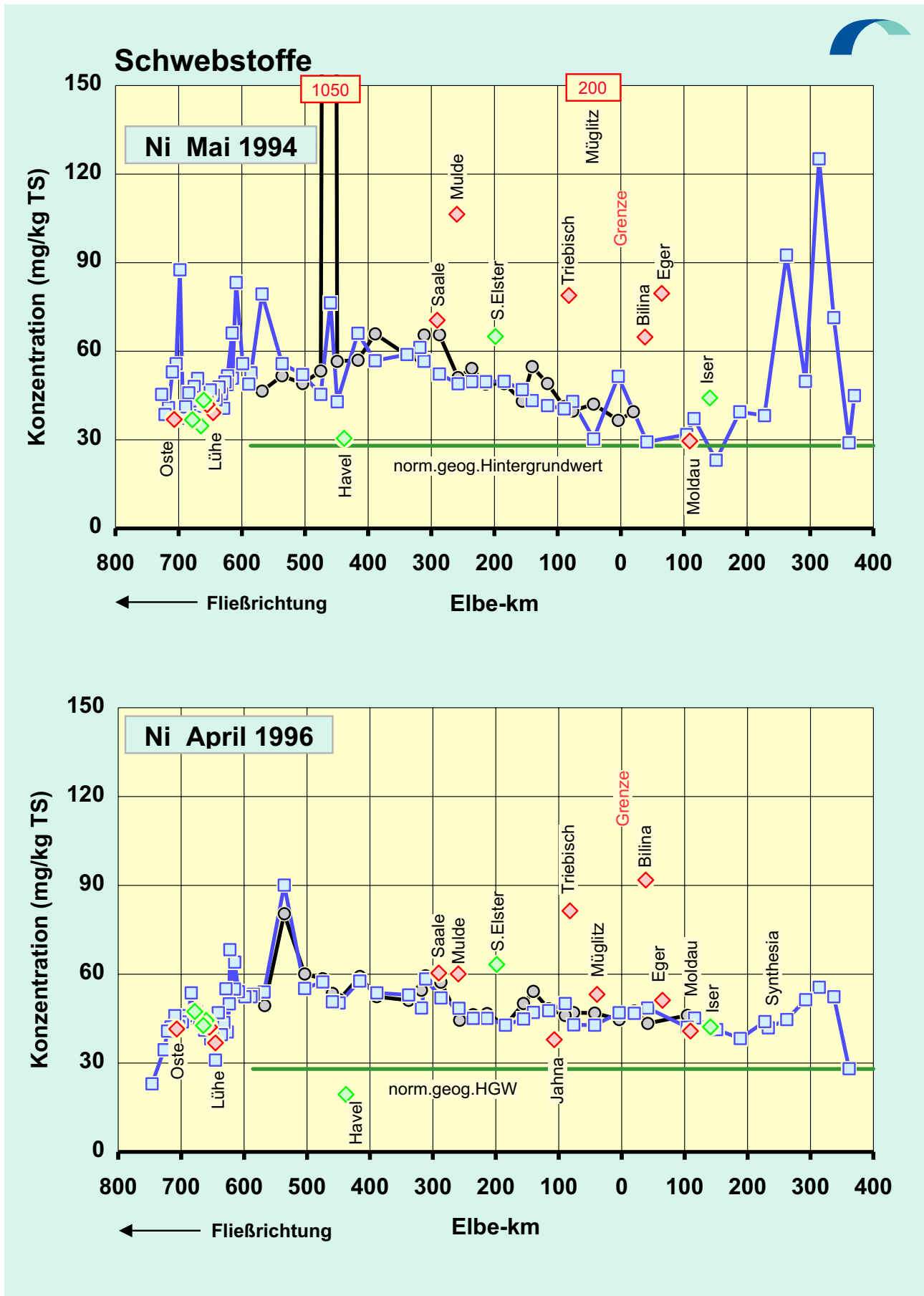


Abb.28d: Vergleich der **Nickel**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

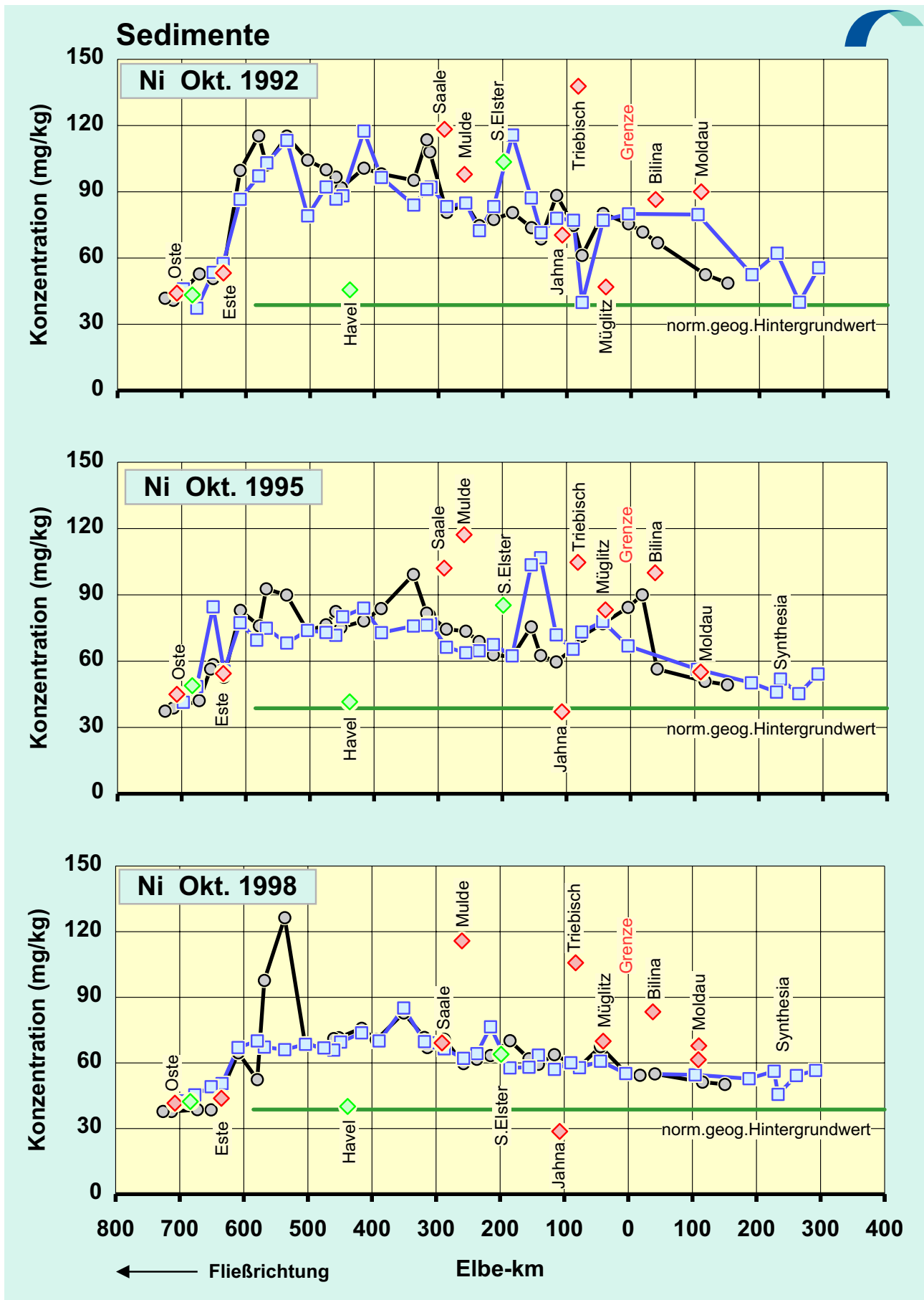


Abb.28e: Vergleich der **Nickel**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

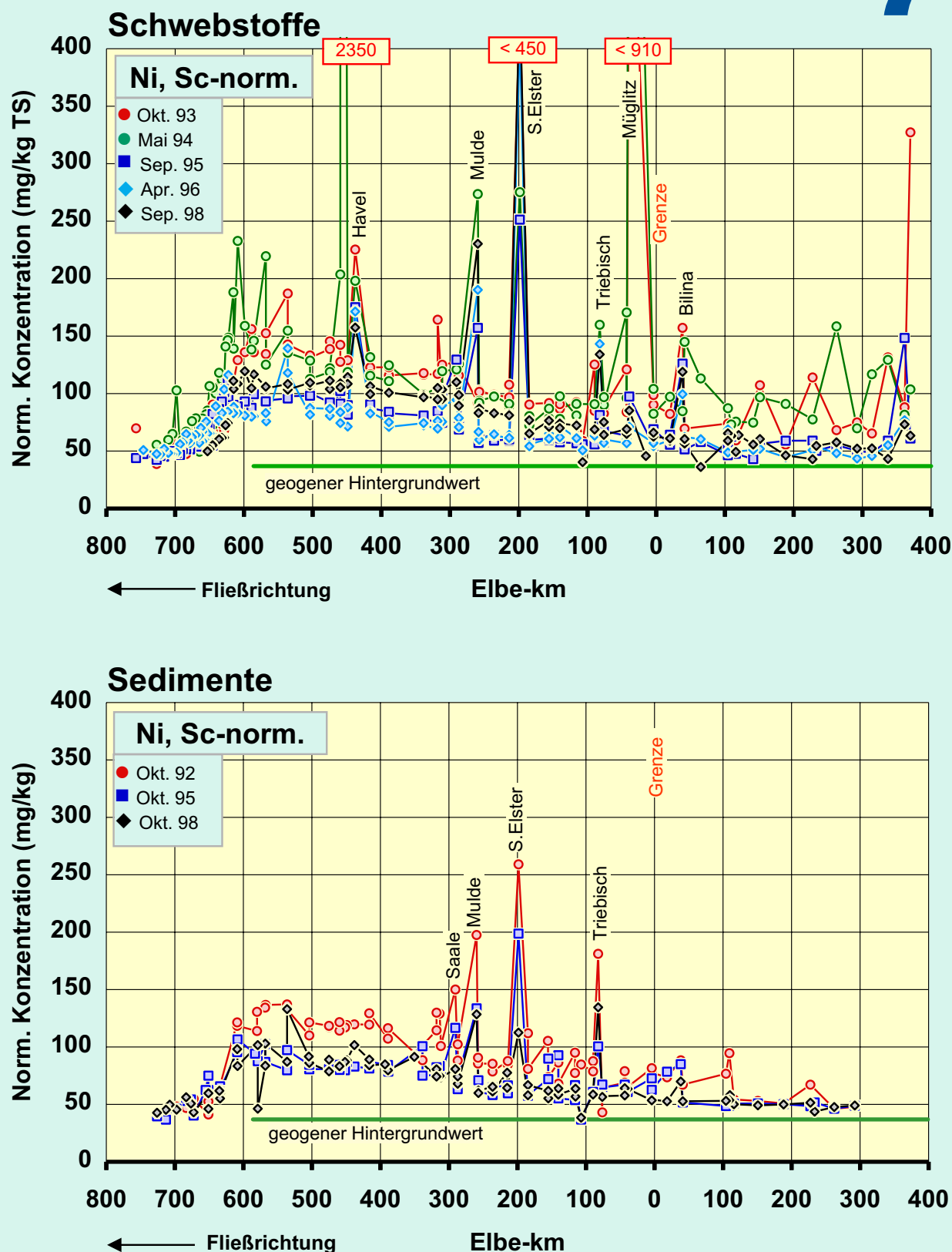


Abb.28f: Vergleich der Sc-normierten **Nickel**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ni}^{norm} = C_{Ni} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Kupfer

Cu

Kupfer ist in der Elbe und ihren Nebenflüssen ein Element mit anthropogenem Charakter. Zu der Belastung tragen die Filtrate und die Schwebstoffe zu etwa gleichen Teilen bei.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Kupferkonzentrationen von 0,2 -17 µg/L bestimmt. Höhere Werte wurden in der Elbe bei den Synthesia-Werken (1996: 48 µg/L) und 1995 in der Oste (23 µg/L) gefunden. Bei der Probennahme 1998 im Einleiter unterhalb von Königstein fiel der extrem hohe Konzentrationswert von 106 µg/L auf. Die Konzentrationen in den Filtraten nahmen von der Quelle bis Sachsen zu und blieben dann bis zum Tidebereich auf einem Niveau. Es waren nur geringe zeitliche Veränderungen zu beobachten. Im April 1996 lagen die Werte im Mittel am niedrigsten, im September 1998 am höchsten.

Die spezifische Kupferbelastung der **Schwebstoffe** lag zwischen 25 und 640 mg/kg. Die Längsprofile zeigten ein Maximum in Tschechien, etwa gleichbleibende Werte in der mittleren Elbe und eine Abnahme in der Tideelbe. In den Mündungen mehrerer Nebenflüsse wurden höhere Gehalte gemessen als in der Elbe, besonders in der Müglitz (1994: 730 µg/L) und der Triebisch (1996: 540 µg/L). Im Mittel lagen die Schwebstoffbelastungen im Oktober 1993 am höchsten. Dann sanken sie, veränderten sich aber anschließend bis 1998 nur noch wenig.

In den **Sedimenten** wurden Kupfergehalte im relativ weiten Bereich von 18 - 480 mg/kg gefunden. Im Oktober 1992 schwankten die Werte stark (auch zwischen rechtem und linkem Ufer). Der 1998 gefundene Ausreißer bei der Probe von Neu Darchau (1460 mg/kg) ist ungeklärt. Bei den Kampagnen von 1995 und 1998 wurden im Mittel deutlich niedrigere Konzentrationen gemessen als bei den Proben von 1992.

Die **Sc-normierten** Längsprofile belegen die Reduzierung der Kupferbelastung im Untersuchungszeitraum. Die Synthesia-Werke und vor allem die Müglitz werden als die belastetsten Einleiter für Kupfer ausgewiesen.

Kupfer

Cu

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(2,7)	2,6	3,5	2,4	3,0
Mai 1994	(2,9)	3,0	2,6	2,4	2,9
Sept. 1995	(3,1)	3,0	3,2	3,4	3,1
April 1996	2,6	2,4	2,4	1,7	2,4
Sept. 1998	-	3,1	3,7	3,1	(3,3)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	42	148	161	198	156
Mai 1994	64	107	96	152	98
Sept. 1995	39	126	101	119	108
April 1996	52	103	87	82	88
Sept. 1998	-	91	114	108	< 99

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	41	303	199	235	230
Okt. 1995	43	162	132	136	142
Okt. 1998	48	159	121	114	125

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	24 - 40	30 - 42	23 - 38	23 - 42
Auensedimente / Mittelw.	30	35	31	32
normiert für Sedimente				23
normiert für Schwebstoffe				17

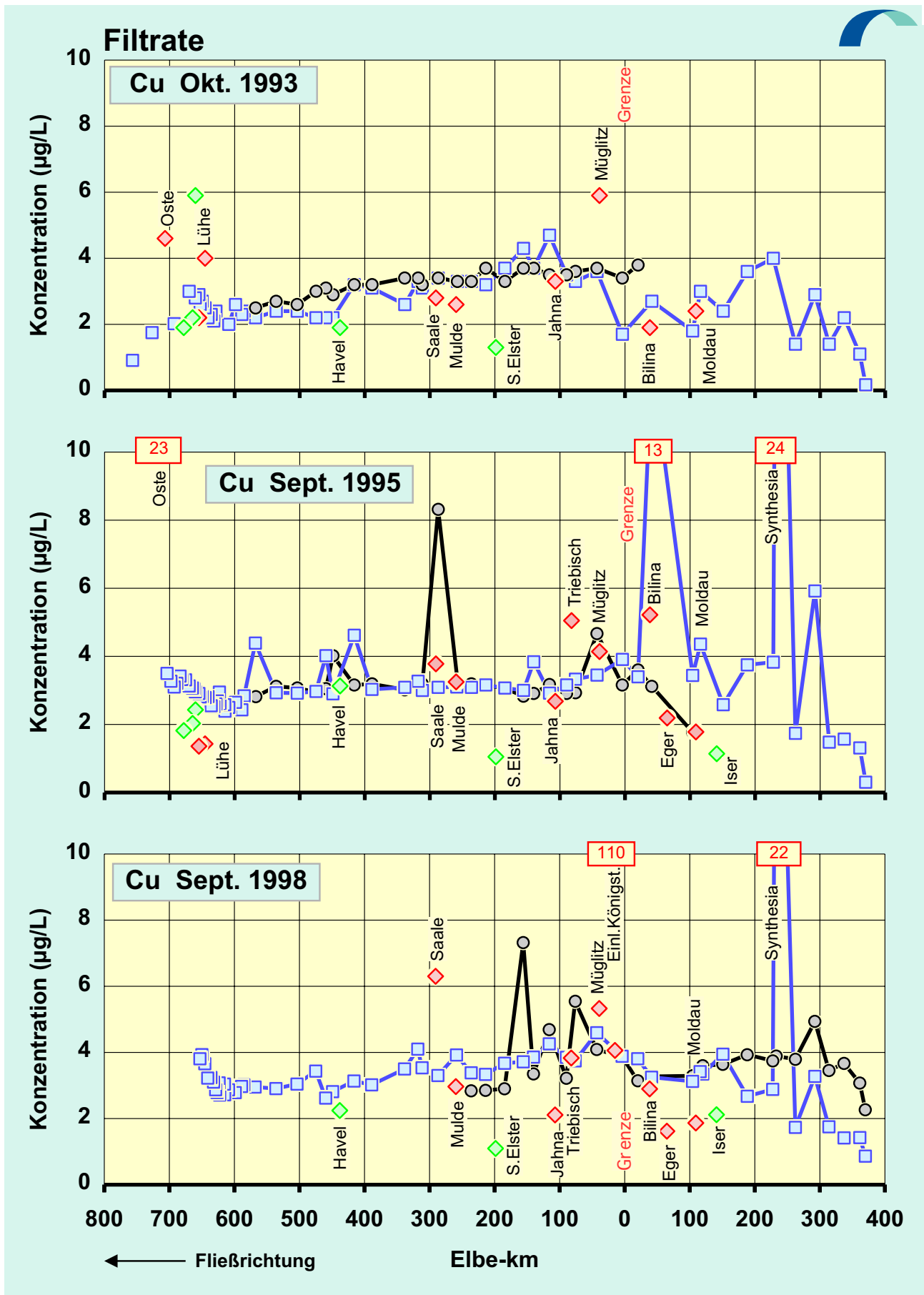


Abb.29a: Vergleich der **Kupfer**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

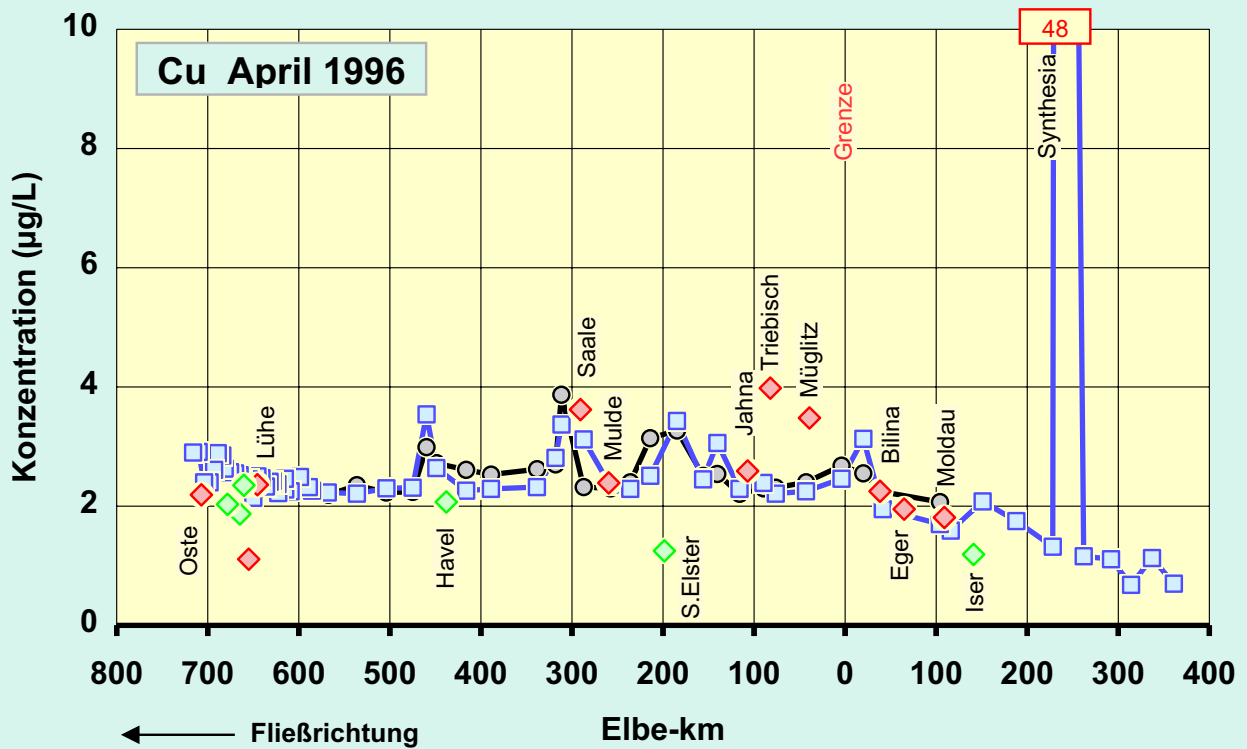
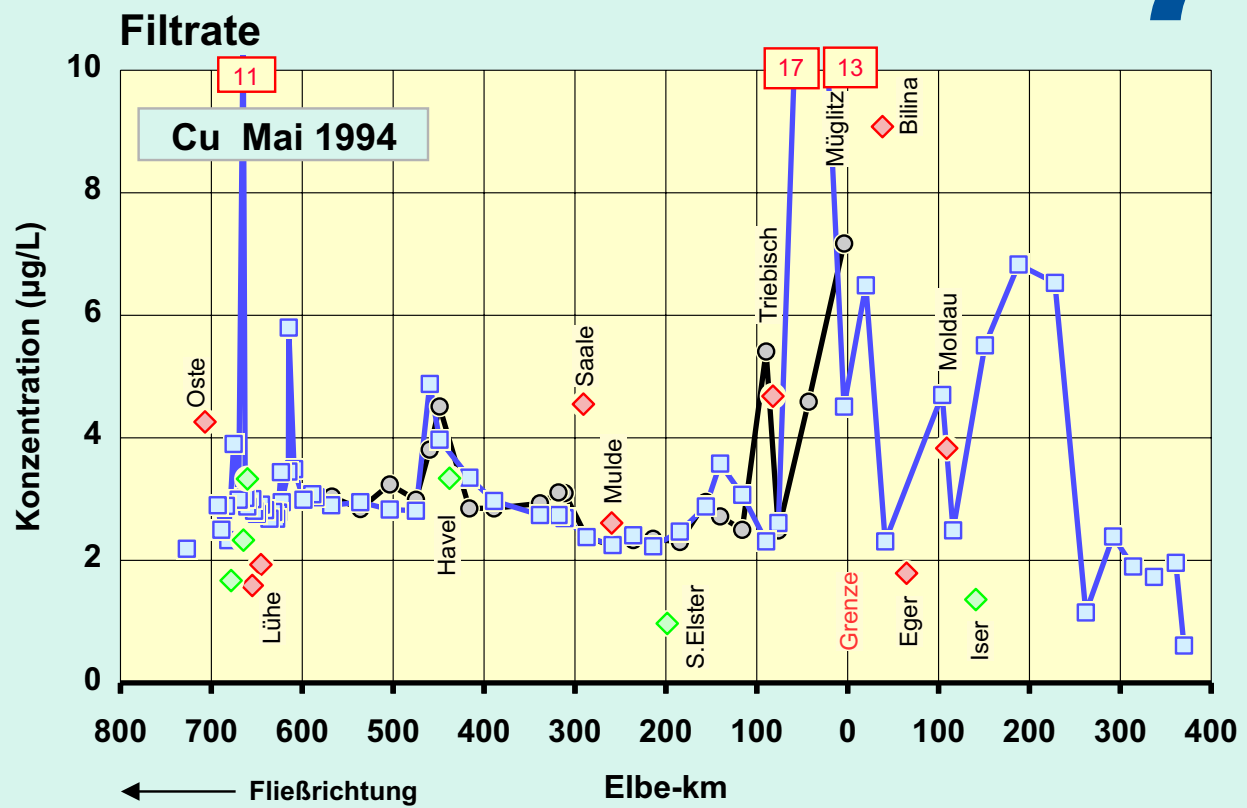


Abb.29b: Vergleich der **Kupfer**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

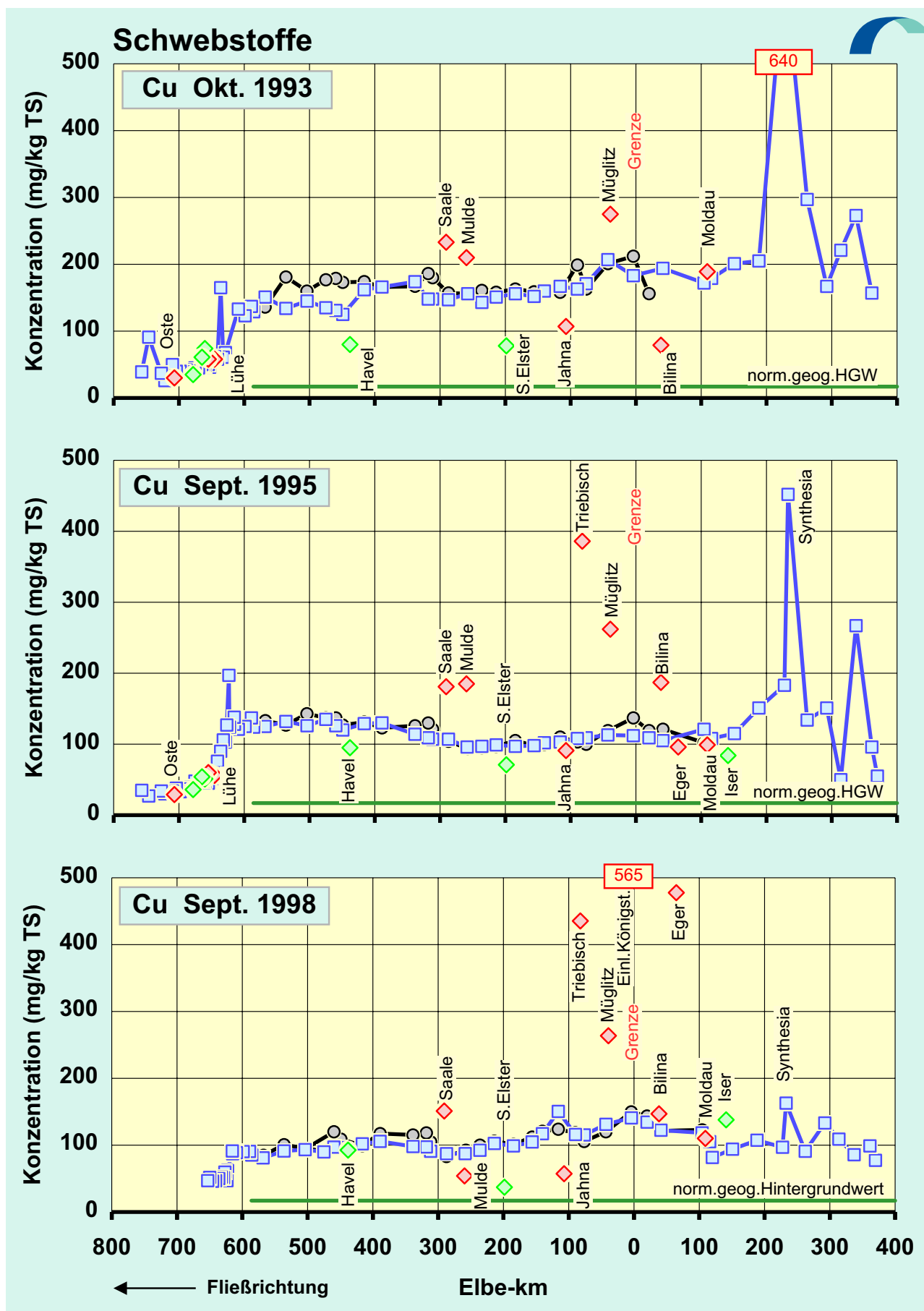


Abb.29c: Vergleich der **Kupfer**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

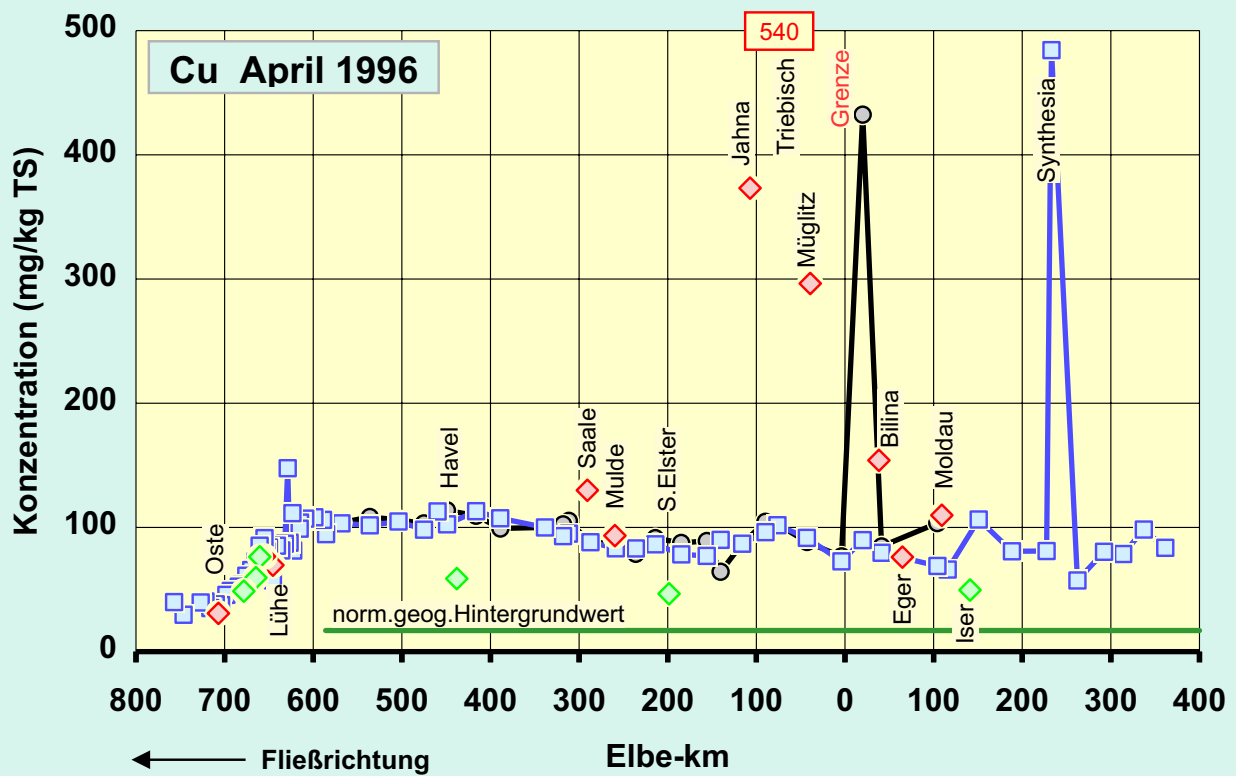
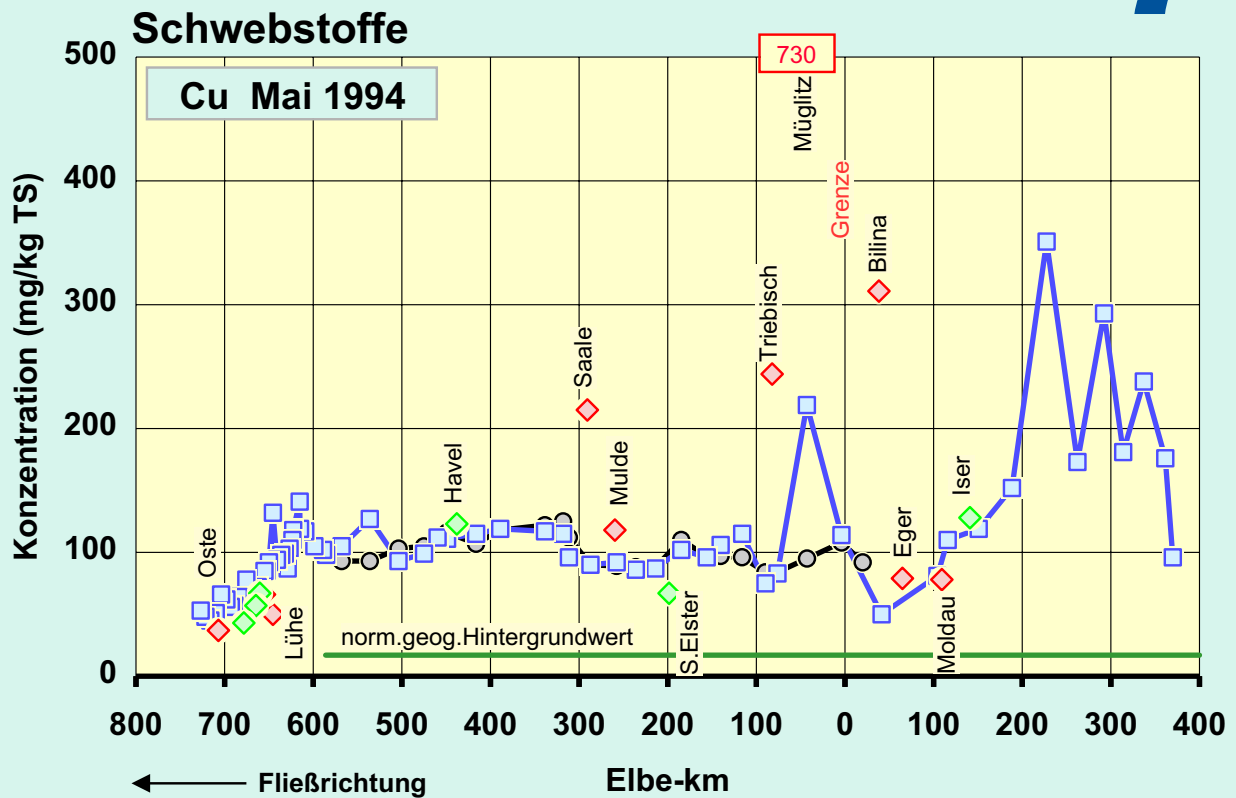


Abb.29d: Vergleich der **Kupfer**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

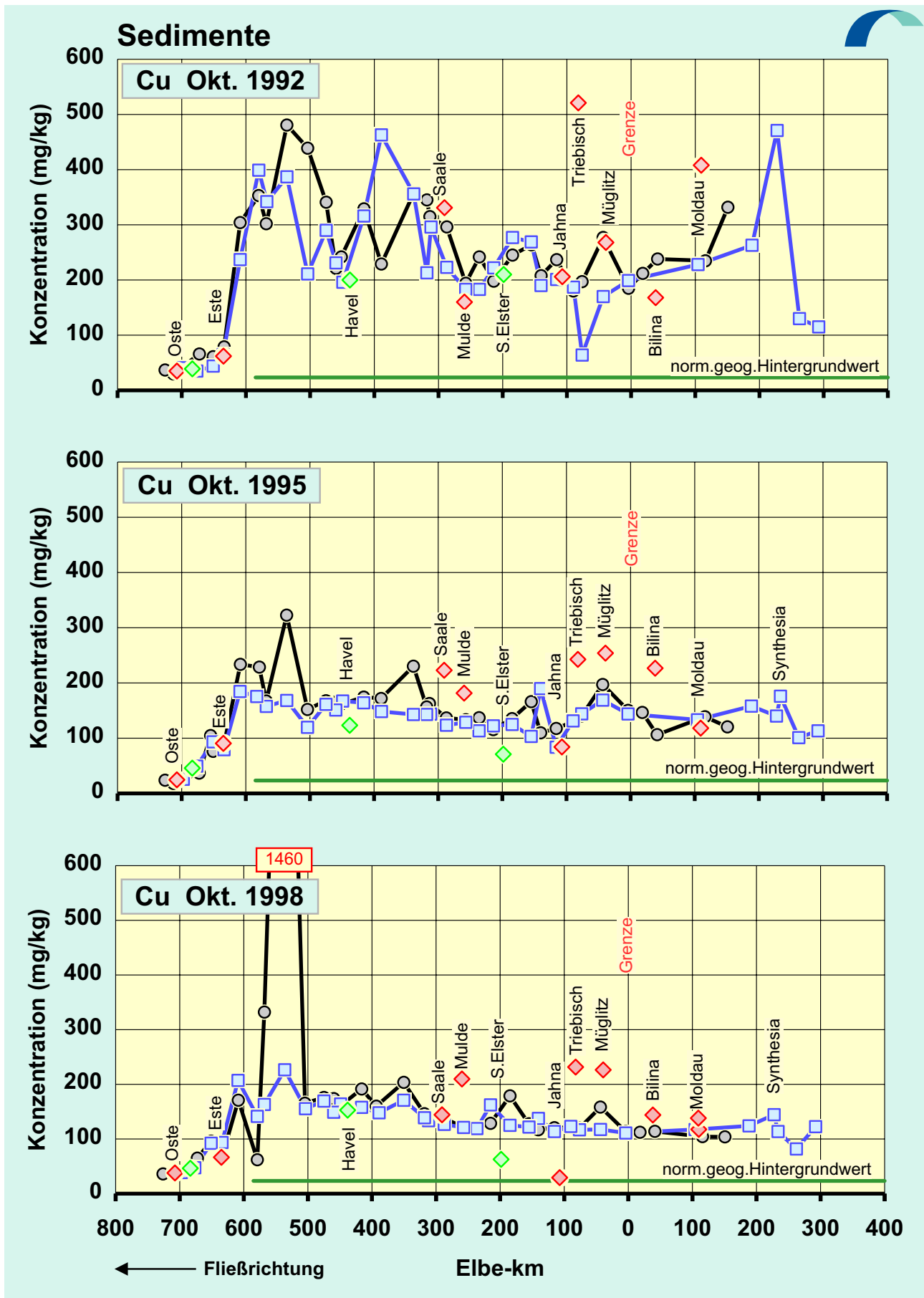


Abb.29e: Vergleich der **Kupfer**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

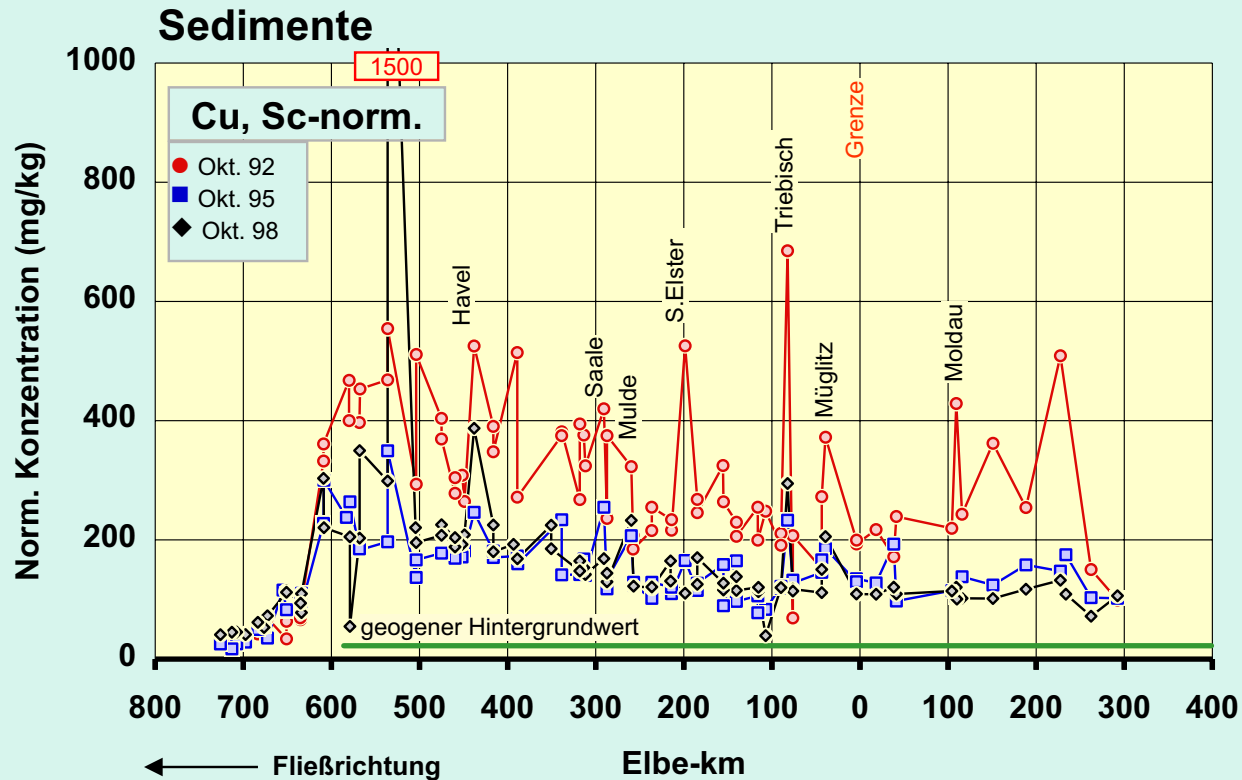
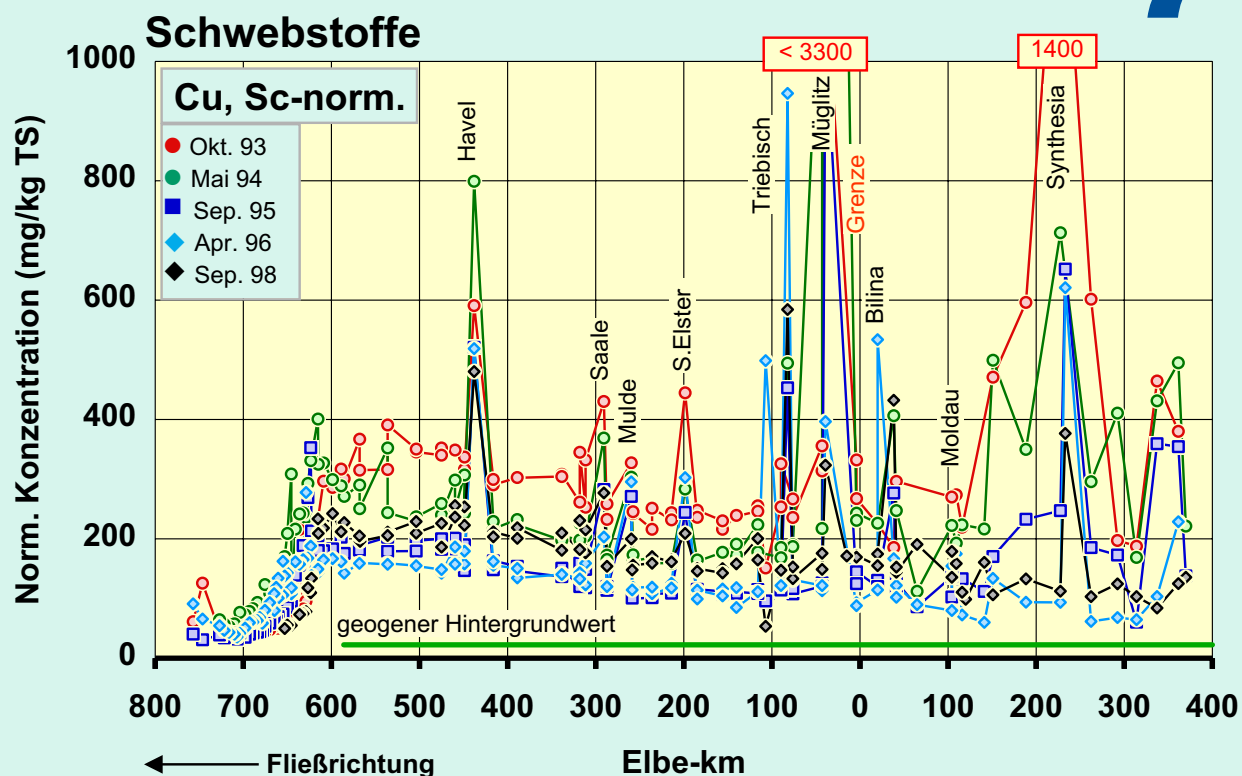


Abb.29f: Vergleich der Sc-normierten **Kupfer**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Cu}^{norm} = C_{Cu} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Zink

Zn

Das Element Zink ist ein stark anthropogen beeinflusstes Element. Es wird meist zu über 50 % an Schwebstoffen gebunden transportiert.

In den **Filtraten** kam Zink in Konzentrationen von 1 bis 50 µg/L vor. Die höchsten Werte wurden in dem kleinen Einleiter unterhalb von Königstein (1998: 1,9 mg/L) und in der Triebisch (1995/'98: bis 1,6 mg/L) gefunden. Aber auch viele andere Nebenflüsse und die Synthesia-Werke leiteten mit Zink stark belastetes Wasser in die Elbe ein. Der relativ hohe Zinkgehalt von 146 µg/L 1998 in der Elbe bei CZ km 120 rührte von Einleitungen der Spolana Neratovice her. Die Konzentrationen stiegen meist von der Quelle bis unterhalb der Saaleeinmündung an, wobei der Anstieg durch den Saalezufluss besonders deutlich war. Danach fielen die Werte zur Mündung hin wieder ab. In den Filtraten von 1994 und 1998 wurden die niedrigsten Zinkgehalte gefunden.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die Konzentrationen zwischen etwa 0,1 und 2,9 g/kg. Wie bei den Filtraten wurden auch hier die höchsten Gehalte in der Triebisch gefunden (1996 und 1998: etwa 19 g/kg). Die Konzentrationen stiegen in Fließrichtung der Elbe bis zum Ästuar an und fielen dann in der Tideelbe steil ab. Im untersuchten Zeitraum gingen die Zinkwerte in den einzelnen Elbabschnitten unterschiedlich stark zurück.

Die Gehalte in den **Elbsedimenten** reichten von 0,1 bis 3,3 g/kg. Wesentlich höhere Werte wurden wieder in der Triebischmündung (1992: 24 g/kg) beobachtet. Die Verläufe der Längsprofile glichen denen der Schwebstoffe. Für die Kampagne 1998 ergaben sich bis auf zwei Proben deutlich niedrigere Zinkgehalte in den Sedimenten als für die vorangegangenen Probennahmen.

Die **Sc-normierten** Konzentrationen zeigen oberhalb des Ästuars einen deutlichen Rückgang der Zinkbelastungen von 1993/'94 auf 1995/'96. Während die normierten Zinkgehalte bei den Sedimenten 1998 weiter abgenommen haben, liegen sie bei den Schwebstoffen über den Werten von 1995. Dies hat vermutlich mit dem geringen Wasserabfluss im September 1998 zu tun. Die starke Belastung der Elbe durch die Nebenflüsse Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und Havel ist im untersuchten Zeitraum zwar zurückgegangen, ist aber auch 1998 besonders für die Triebisch noch deutlich auszumachen.

Zink

Zn

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,9	10,0	18,0	7,2	11,0
Mai 1994	7,2	8,5	5,3	8,4	7,3
Sept. 1995	5,2	16,5	11,6	8,9	11,3
April 1996	10,2	10,4	10,8	4,8	10,1
Sept. 1998	-	3,0	8,5	6,4	5,4

Schwebstoffe (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,35	1,78	1,28	0,62	1,24
Mai 1994	0,53	1,51	0,93	0,69	0,95
Sept. 1995	0,40	1,43	0,80	0,60	0,81
April 1996	0,53	1,18	0,70	0,41	0,74
Sept. 1998	-	1,10	0,97	0,50	< 0,98

Sedimente (g/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,33	2,53	1,46	1,28	1,69
Okt. 1995	0,40	1,82	1,05	0,67	1,09
Okt. 1998	0,36	1,42	0,80	0,67	0,88

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (g/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,07 - 0,16	0,14 - 0,18	0,12 - 0,19	0,07 - 0,19
Auensedimente / Mittelw.	0,13	0,16	0,16	0,15
normiert für Sedimente				0,11
normiert für Schwebstoffe				0,08

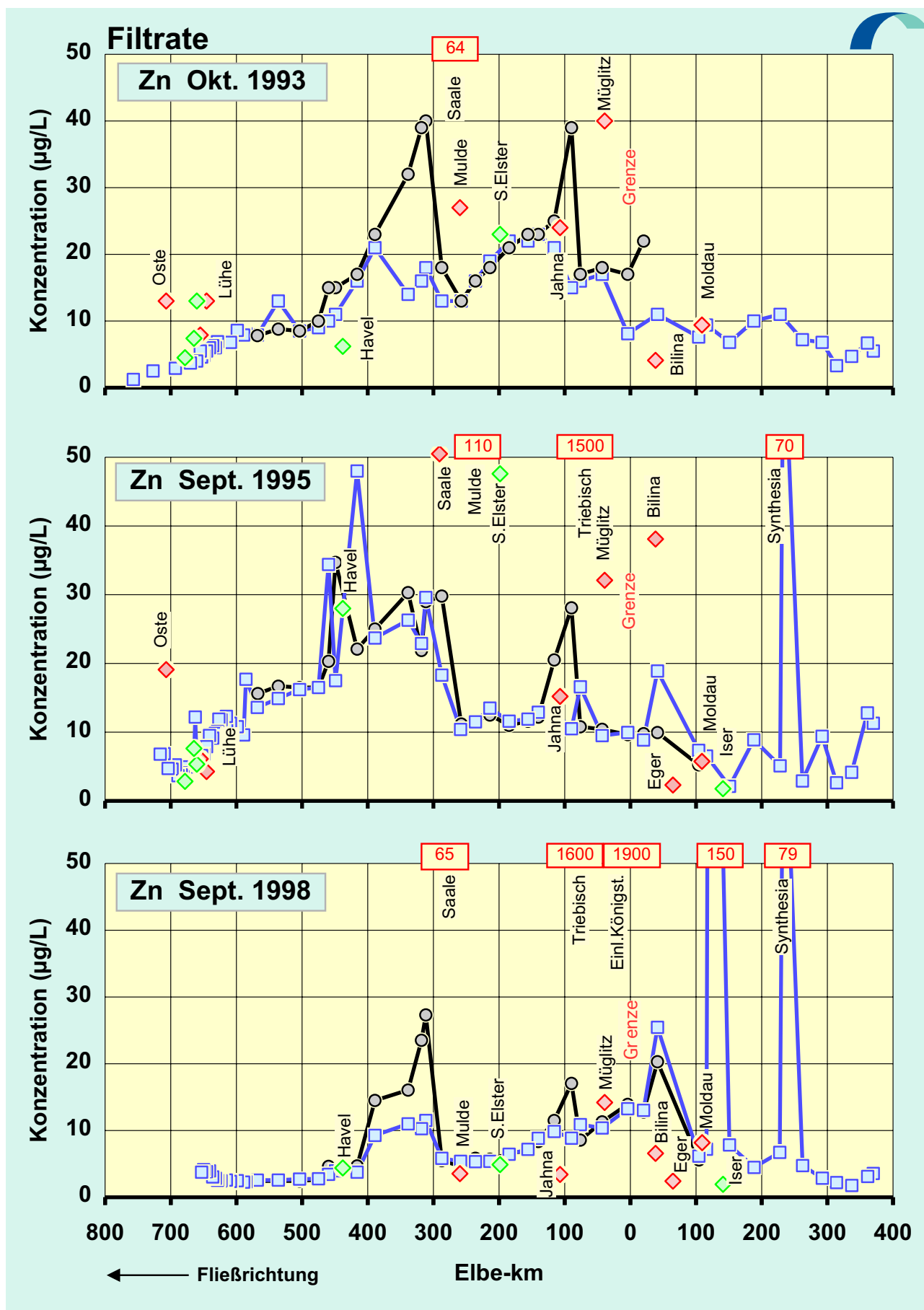


Abb.30a: Vergleich der **Zink**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

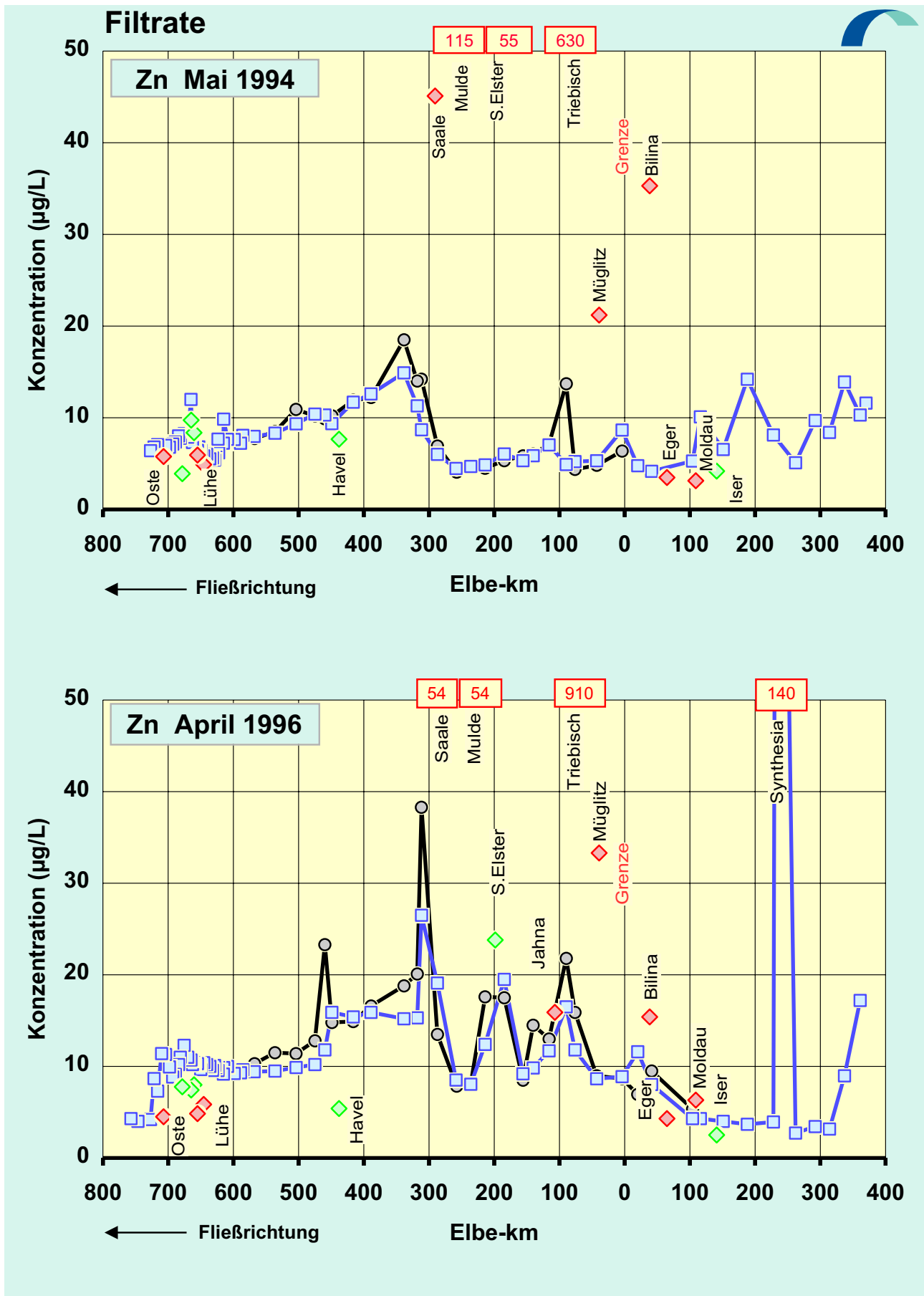


Abb.30b: Vergleich der **Zink**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

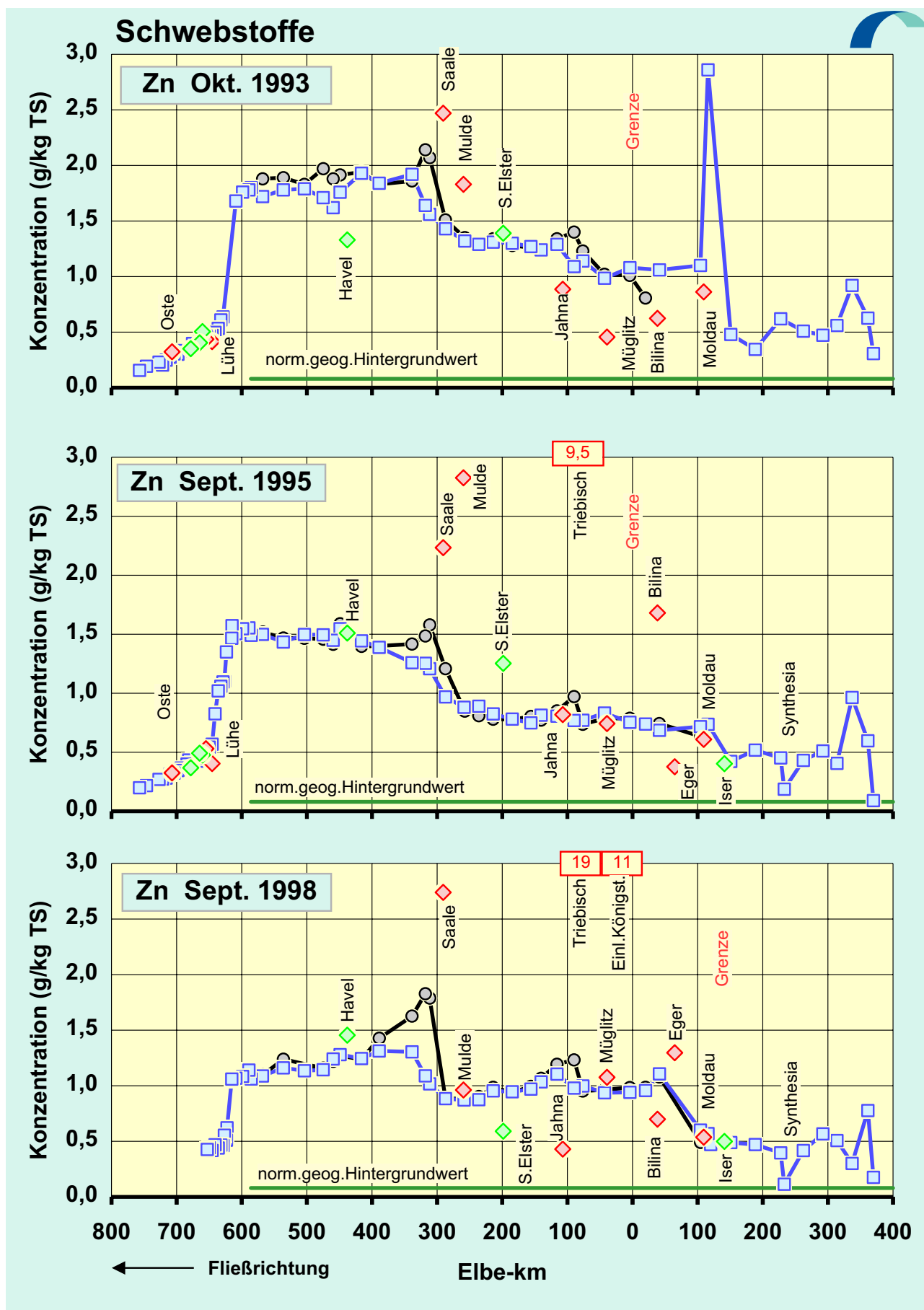


Abb.30c: Vergleich der **Zink**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

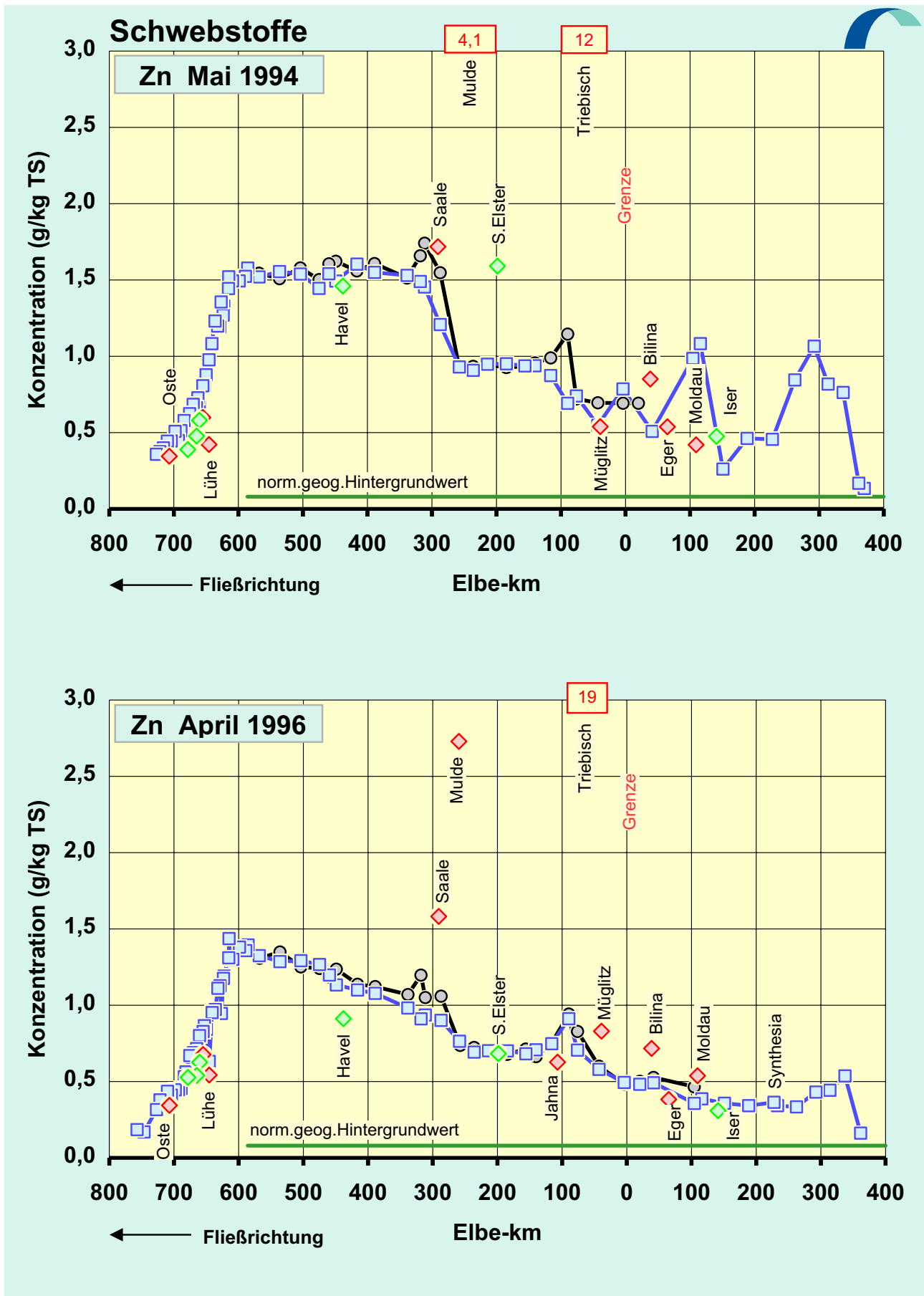


Abb.30d: Vergleich der **Zink**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

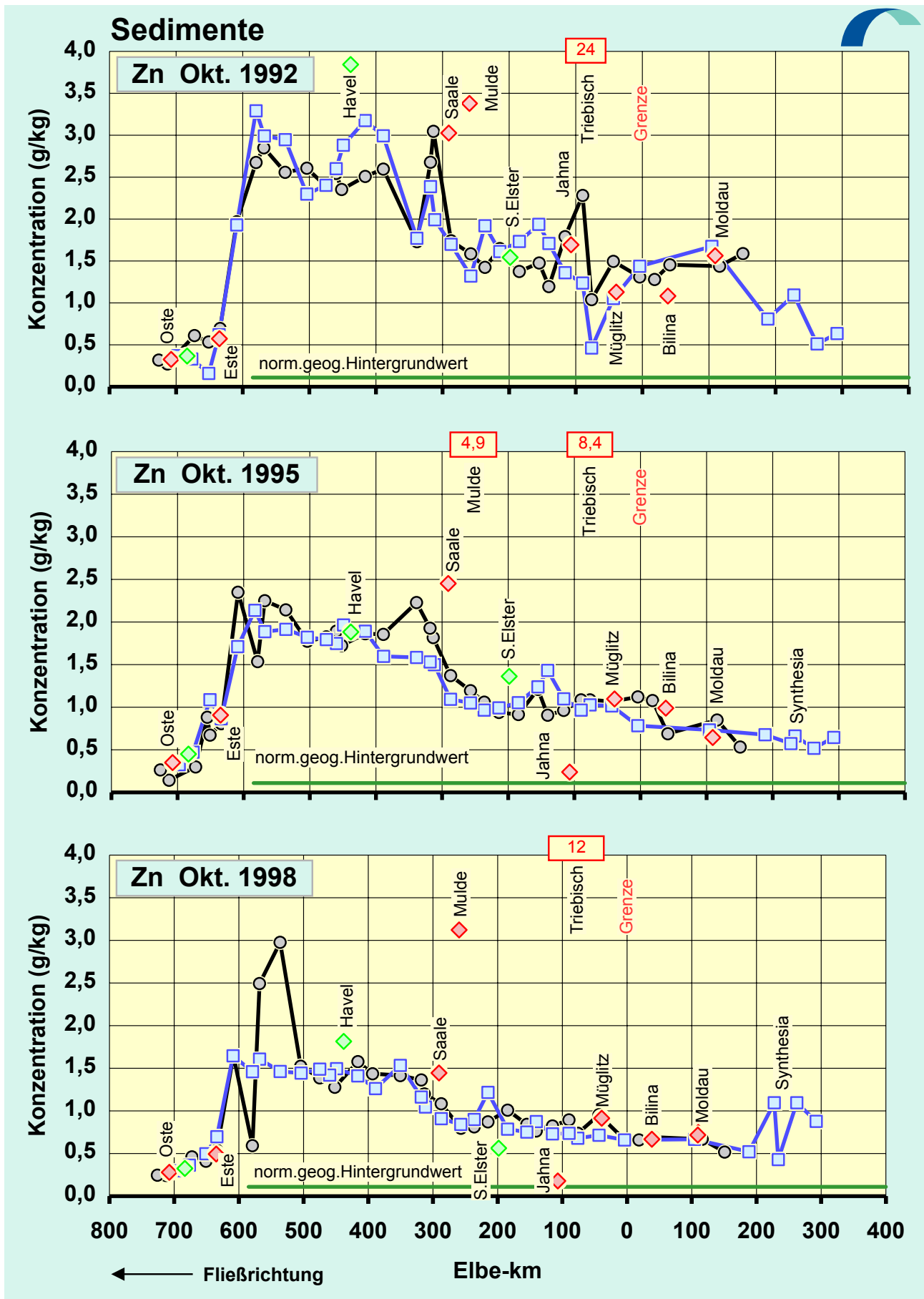


Abb.30e: Vergleich der **Zink**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

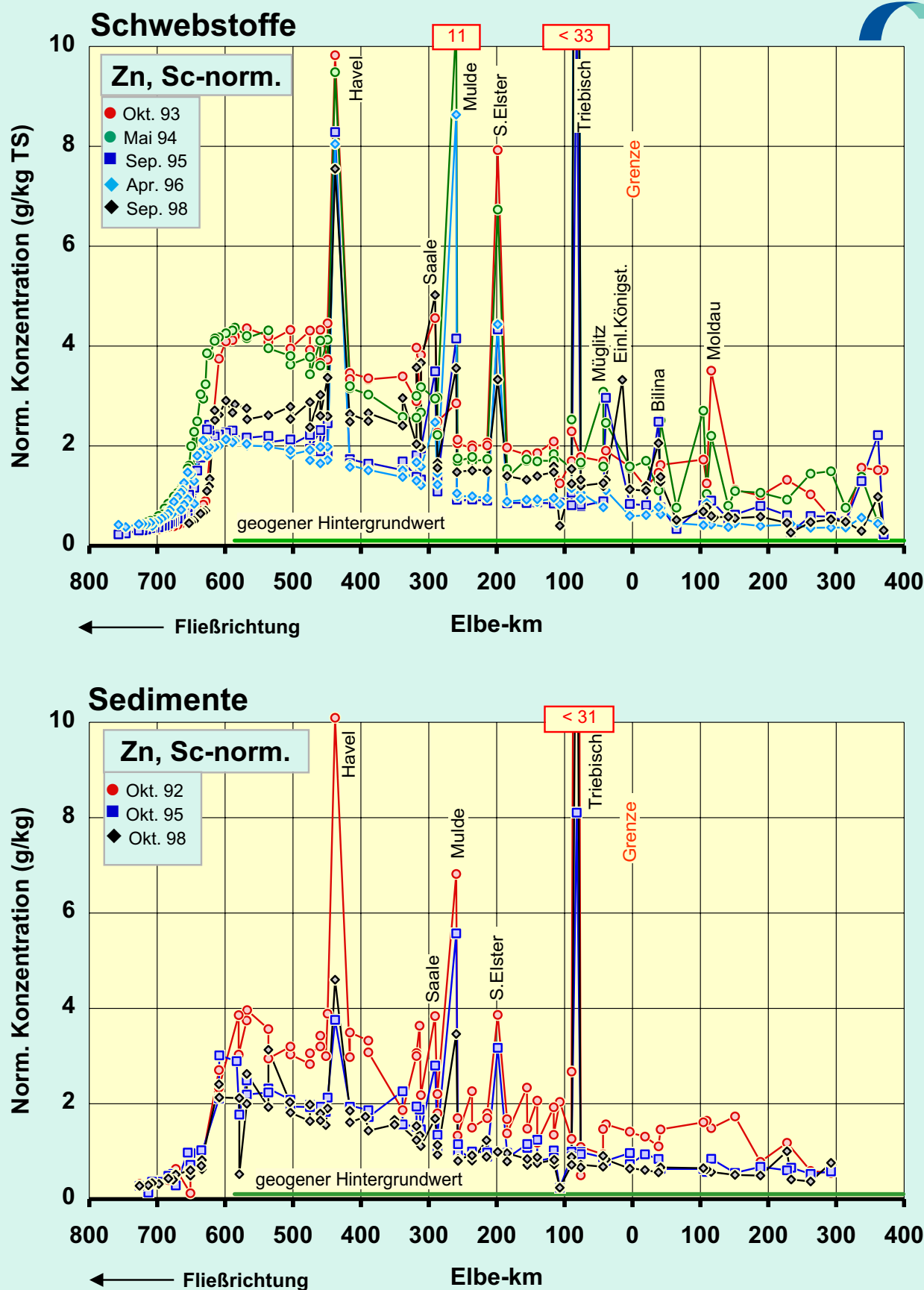


Abb.30f: Vergleich der Sc-normierten **Zink**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der
Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Zn}^{norm} = C_{Zn} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Gallium

Ga

In der Elbe tritt Gallium in natürlichen Konzentrationen auf. Es ist hauptsächlich an Partikel gebunden.

In den **Filtraten** wurden in der Regel nur geringste Konzentrationen nahe der Bestimmungsgrenze (0,04 µg/L) gemessen. Bei der Fa. Synthesia wurden aber 1995 und 1996 Konzentrationen von 1,4 µg/L in der Elbe beobachtet.

In den Jahren 1993 bis 1998 lagen die Galliumkonzentrationen in den **Schwebstoffen** zwischen 5 und 24 mg/kg. Etwas höhere Werte brachte die Einleitung der Synthesia-Weke 1996 in die Elbe. Die Galliumlängsprofile der einzelnen Kampagnen waren denen anderer geogen beeinflusster Elemente ähnlich. Besonders die hohen Schwebstoffbeladungen in der Trübungszone der Tideelbe waren dafür charakteristisch. Im Mai 1994 wurden oberhalb der Tidezone die geringsten Gehalte ermittelt und im September 1995 die höchsten. Insgesamt war kein klarer Trend für die Konzentrationsentwicklung zu erkennen.

Die **Sedimentlängsprofile** von Gallium zeigten über den gesamten Verlauf in Fließrichtung tendenziell abnehmende Konzentrationen. Der für die Elbe ermittelte Konzentrationsbereich lag zwischen etwa 12 und 28 mg/kg. Ein höherer Wert von 37 mg/kg wurde 1995 in der Müglitz gefunden. Es waren keine signifikanten zeitlichen Veränderungen feststellbar.

Die **Sc-normierten** Längsprofile der Schwebstoffe und Sedimente schwanken um einen annähernd konstanten Wert. Das bedeutet, dass sich das partikulär gebundene Gallium sehr ähnlich verhält wie das Scandium.

Gallium

Ga

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	17	12	14	15	13
Mai 1994	14	9	10	(11)	(10)
Sept. 1995	15	13	20	16	16
April 1996	14	14	15	17	15
Sept. 1998	-	9	16	18	14

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	16	17	19	23	18
Okt. 1995	15	19	21	20	19
Okt. 1998	15	17	19	19	18

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	19 - 32	20 - 40	17 - 39	17 - 40
Auensedimente / Mittelw.	26	25	23	25
normiert für Sedimente				18
normiert für Schwebstoffe				13

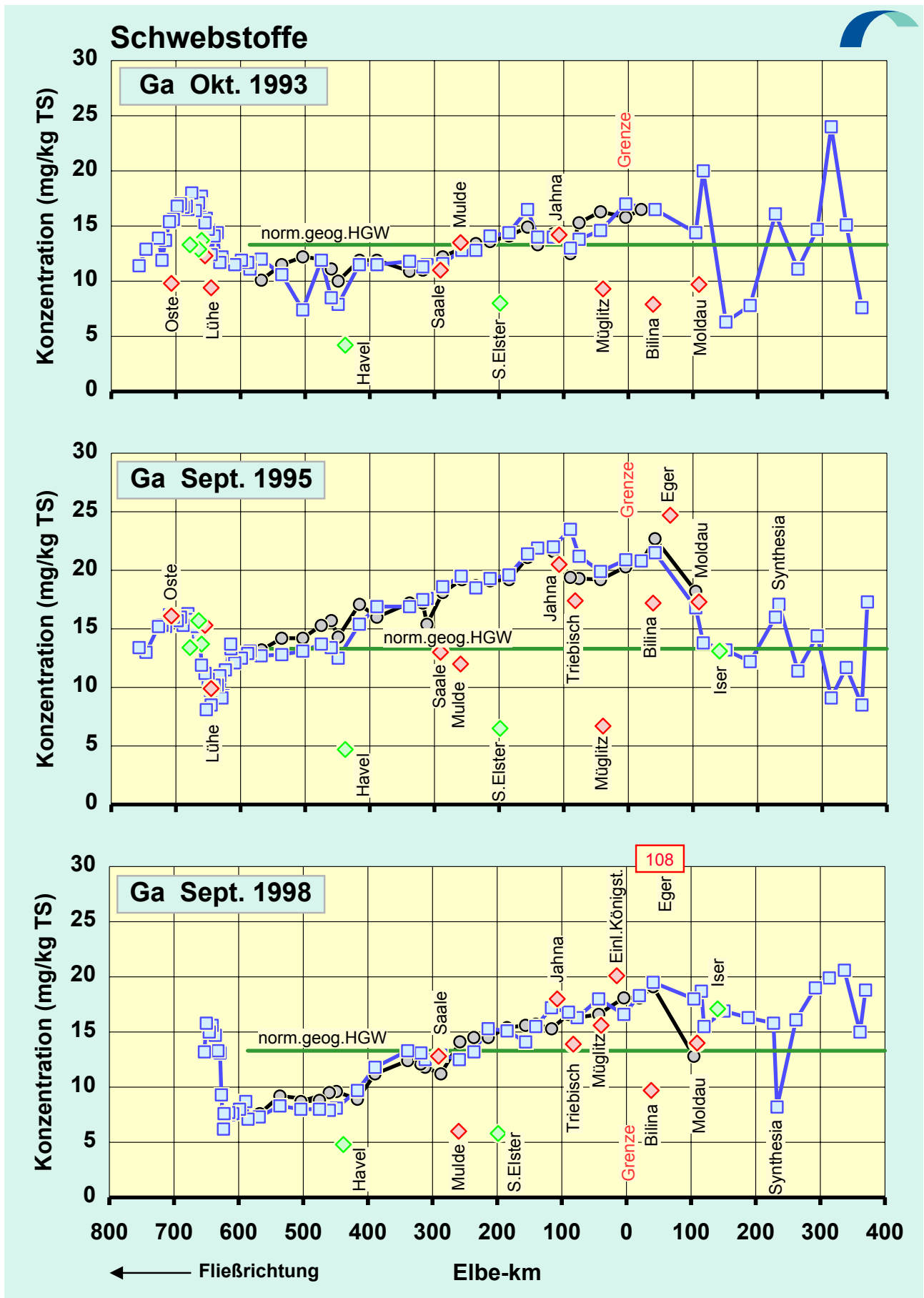


Abb.31c: Vergleich der **Gallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

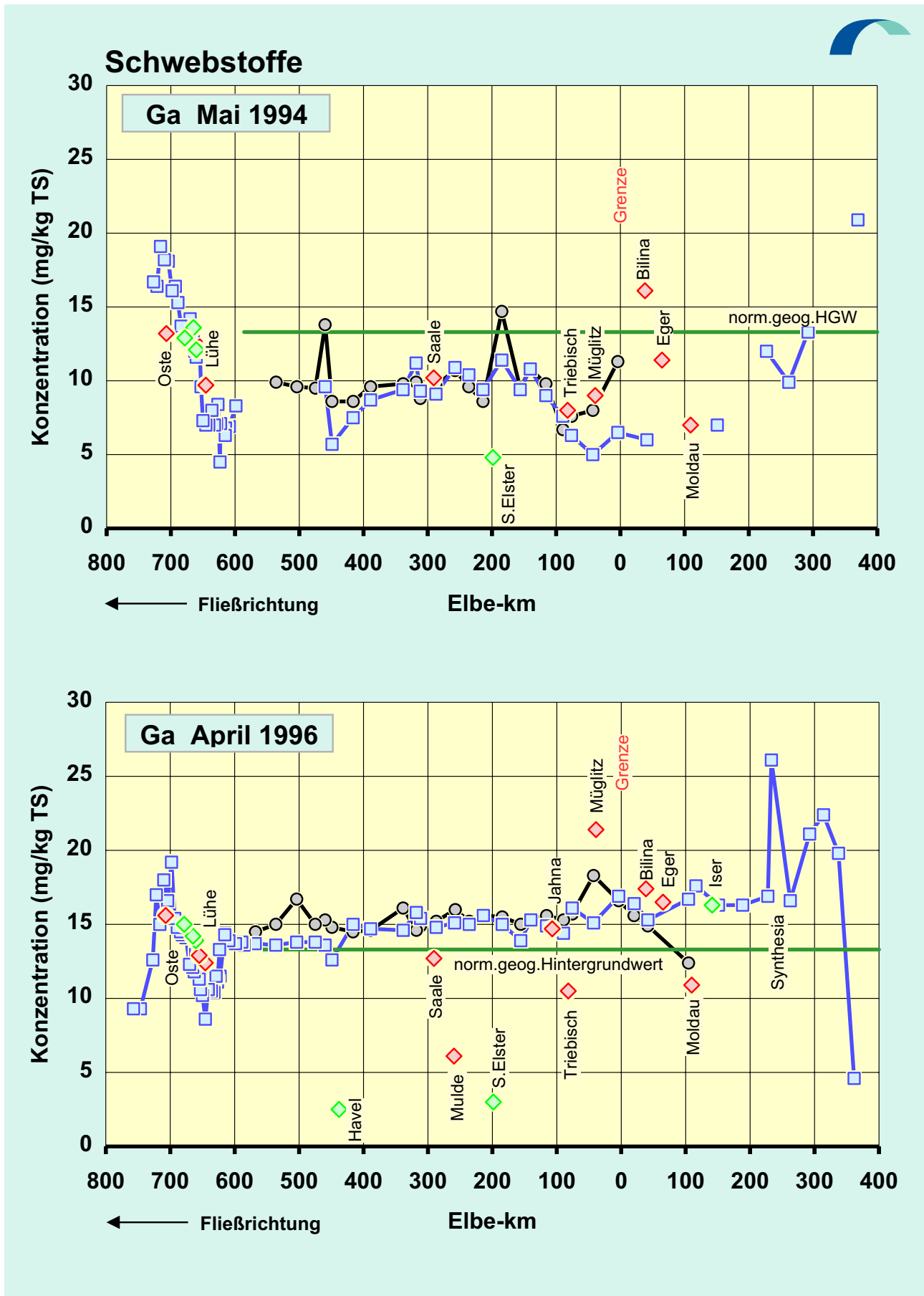


Abb.31d: Vergleich der **Gallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

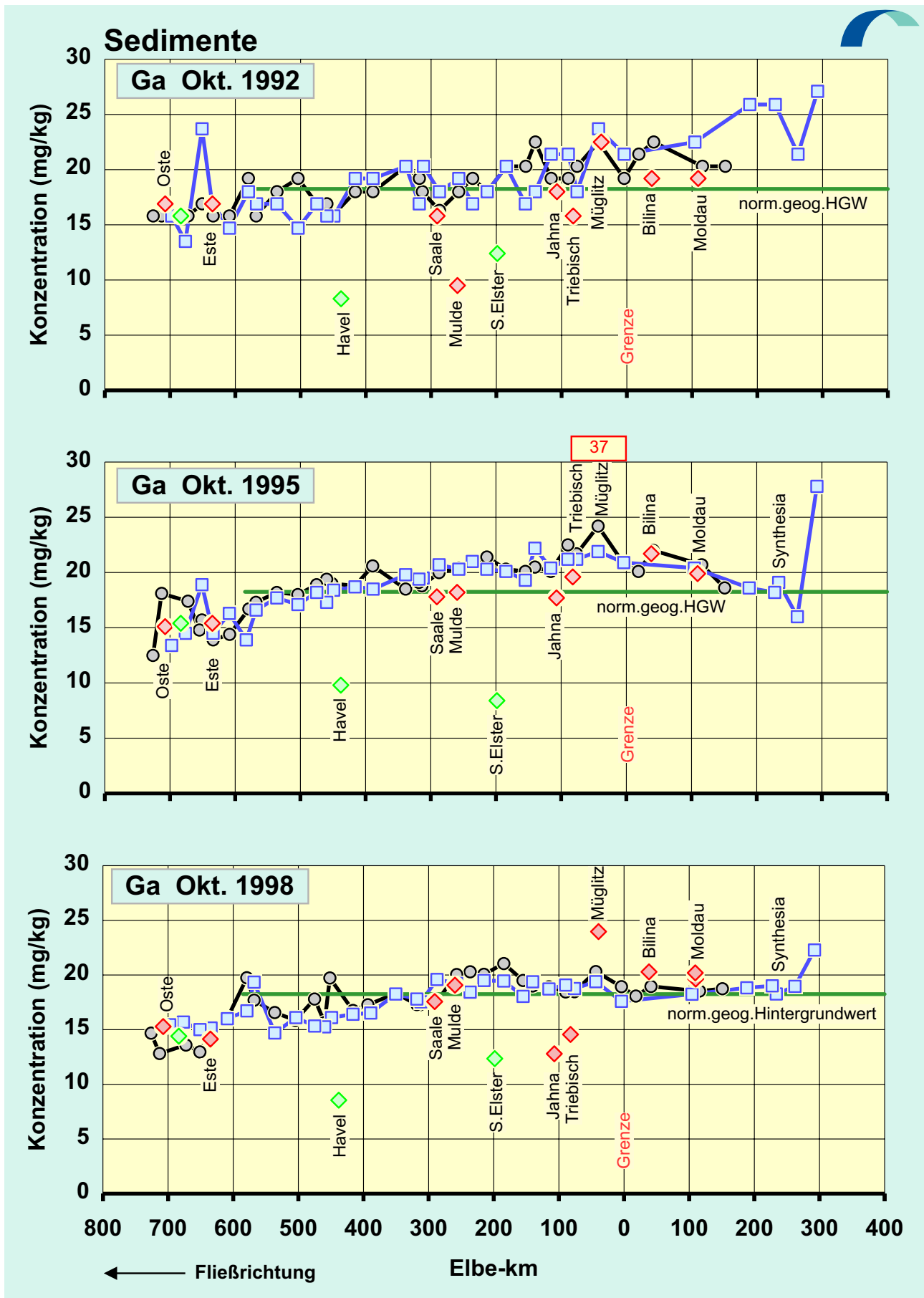


Abb.31e: Vergleich der **Gallium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

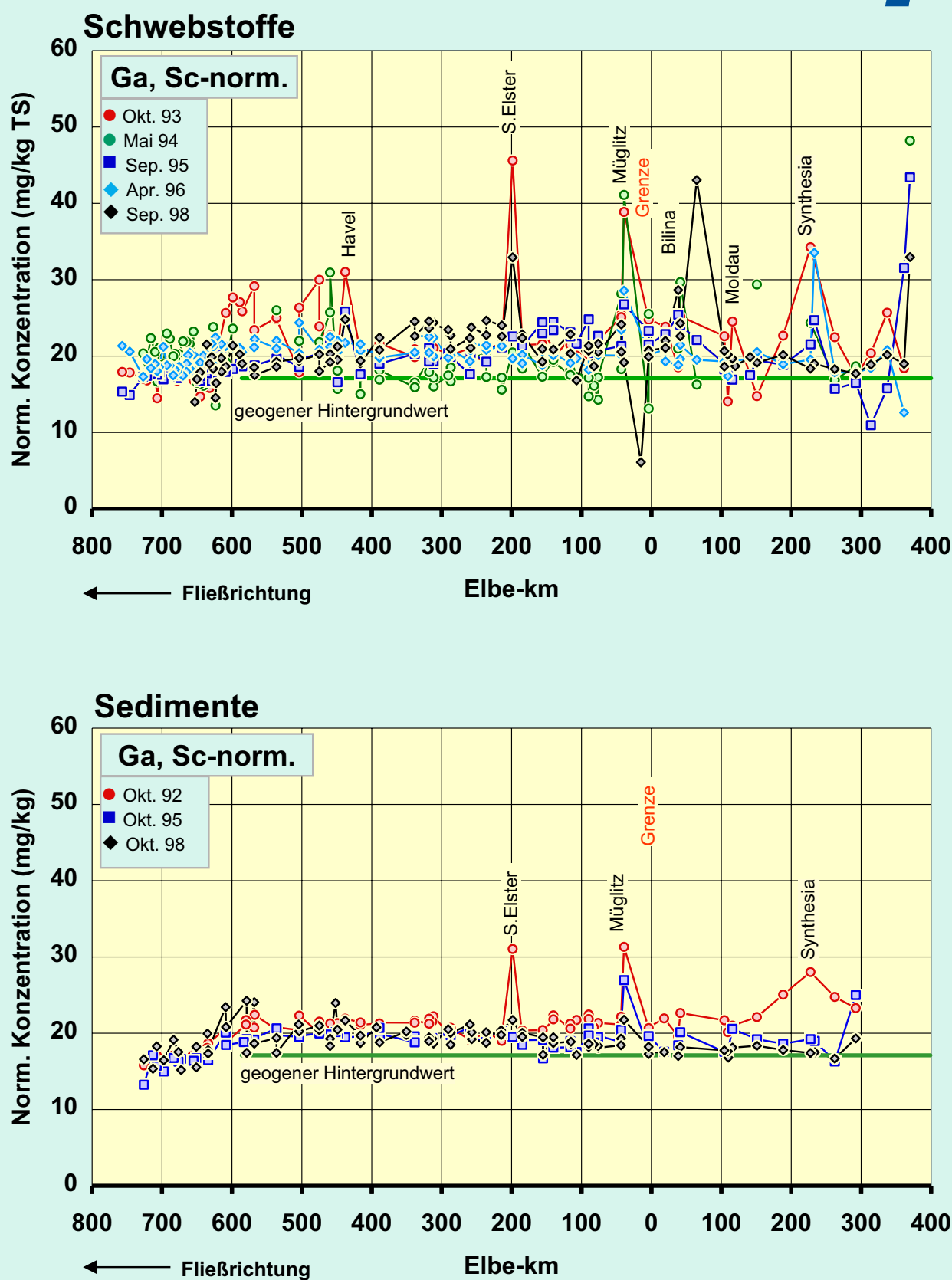


Abb.31f: Vergleich der Sc-normierten **Gallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ga}^{norm} = C_{Ga} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Germanium

Ge

Germanium ist mit den vorhandenen Analysemethoden in den **Filtraten** der Elbe sehr schwer und in den Schwebstoffen und Sedimenten schwierig nachzuweisen. Deshalb sind nur wenige Befunde vorhanden.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die spezifische Konzentrationen meist im Bereich von 0,5 bis etwa 3,5 mg/kg. Im September 1998 wurde in der Eger der relativ hohe Wert von 16 mg/kg gefunden.

Die Germaniumkonzentrationen der **Elbsedimente** von 1995 und 1998 befanden sich in demselben Konzentrationsbereich wie die der Schwebstoffe. Die Gehalte in den Sedimenten der Nebenflüsse lagen meist unter denen der Elbe. Der Längsprofilverlauf zeigte eine geringe Abnahme in Fließrichtung der Elbe.

Die **Sc-normierten** Konzentrationen der Schwebstoffe weisen für den Zeitraum von 1995 bis 1998 auf einen starken Anstieg der Germaniumbelastung hin.

Germanium

Ge

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,07
Mai 1994					< 0,07
Sept. 1995					< 0,07
April 1996					< 0,07
Sept. 1998					< 0,07

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(2,0)	-	-	(2,1)	(2,0)
Mai 1994	(1,9)	2,3	2,4	(7,3)	(2,4)
Sept. 1995	1,6	1,6	2,3	(2,4)	1,8
April 1996	1,0	1,9	1,5	1,4	1,8
Sept. 1998	-	2,0	2,0	1,7	1,9

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992					< 2,4
Okt. 1995	1,5	2,0	2,3	2,3	2,1
Okt. 1998	1,8	2,1	2,3	2,2	2,2

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	1,9 - 2,9	1,6 - 2,6	1,9 - 2,7	1,6 - 2,9
Auensedimente / Mittelw.	2,3	2,3	2,3	2,3
normiert für Sedimente				1,7
normiert für Schwebstoffe				1,2

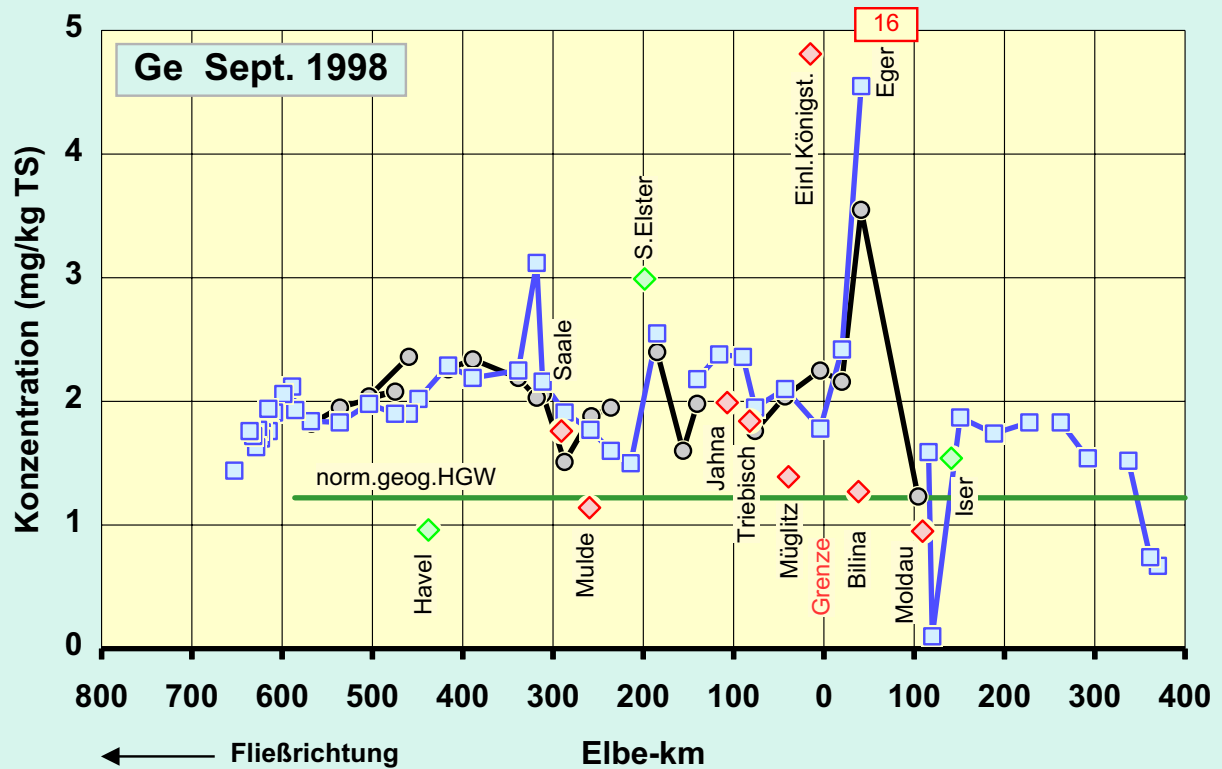
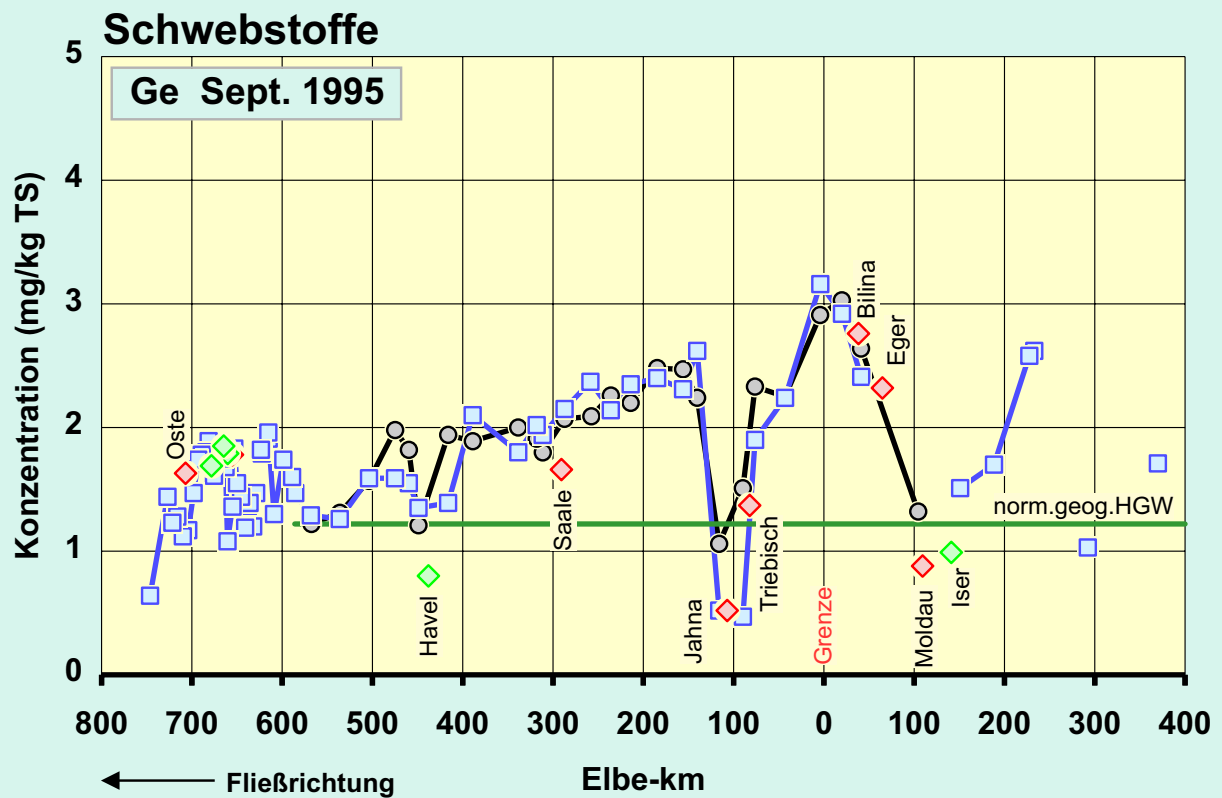


Abb.32c: Vergleich der **Germanium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Sept. 1995 / Sept. 1998 / (Okt. 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

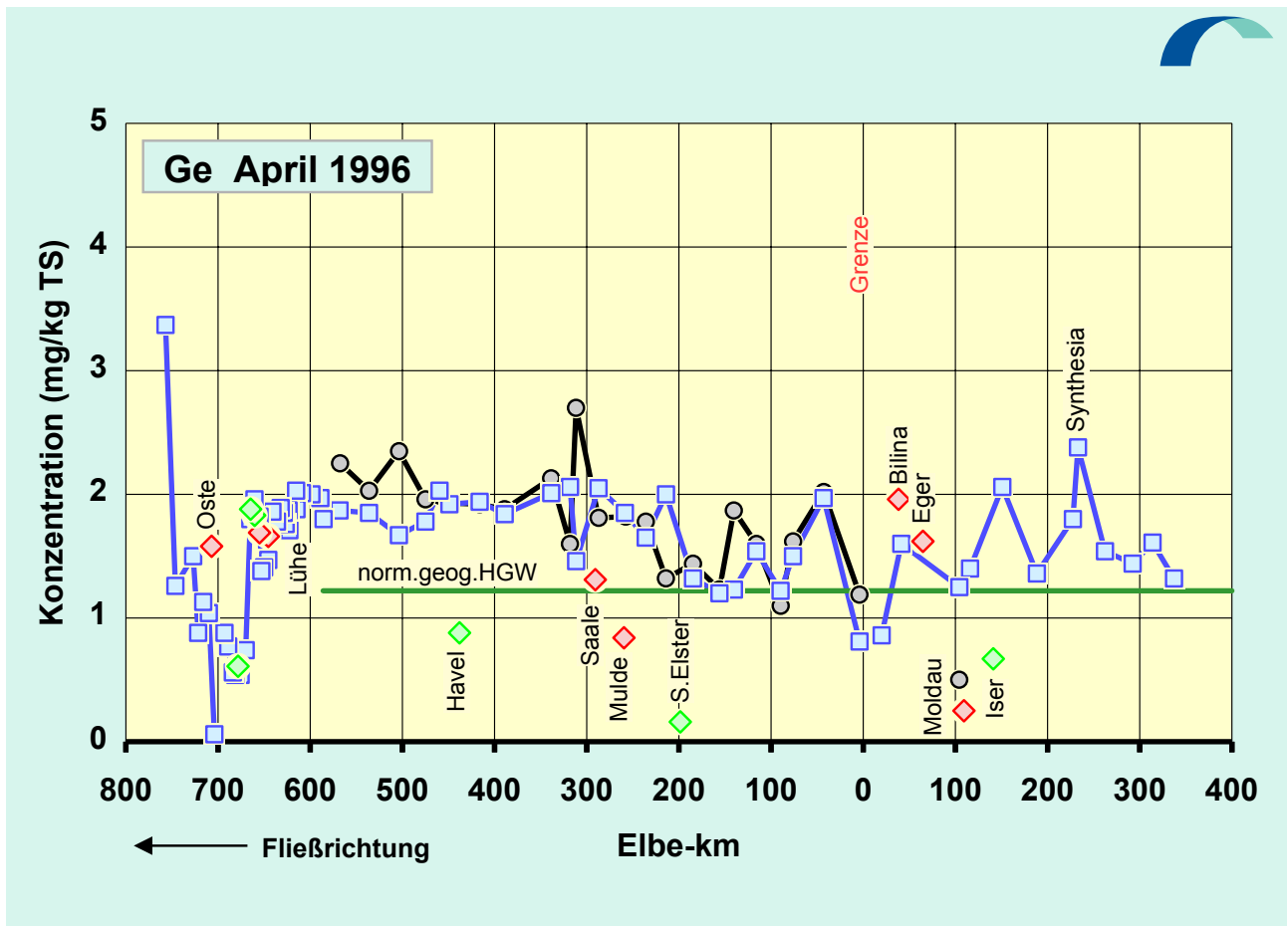


Abb.32d: Germanium-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

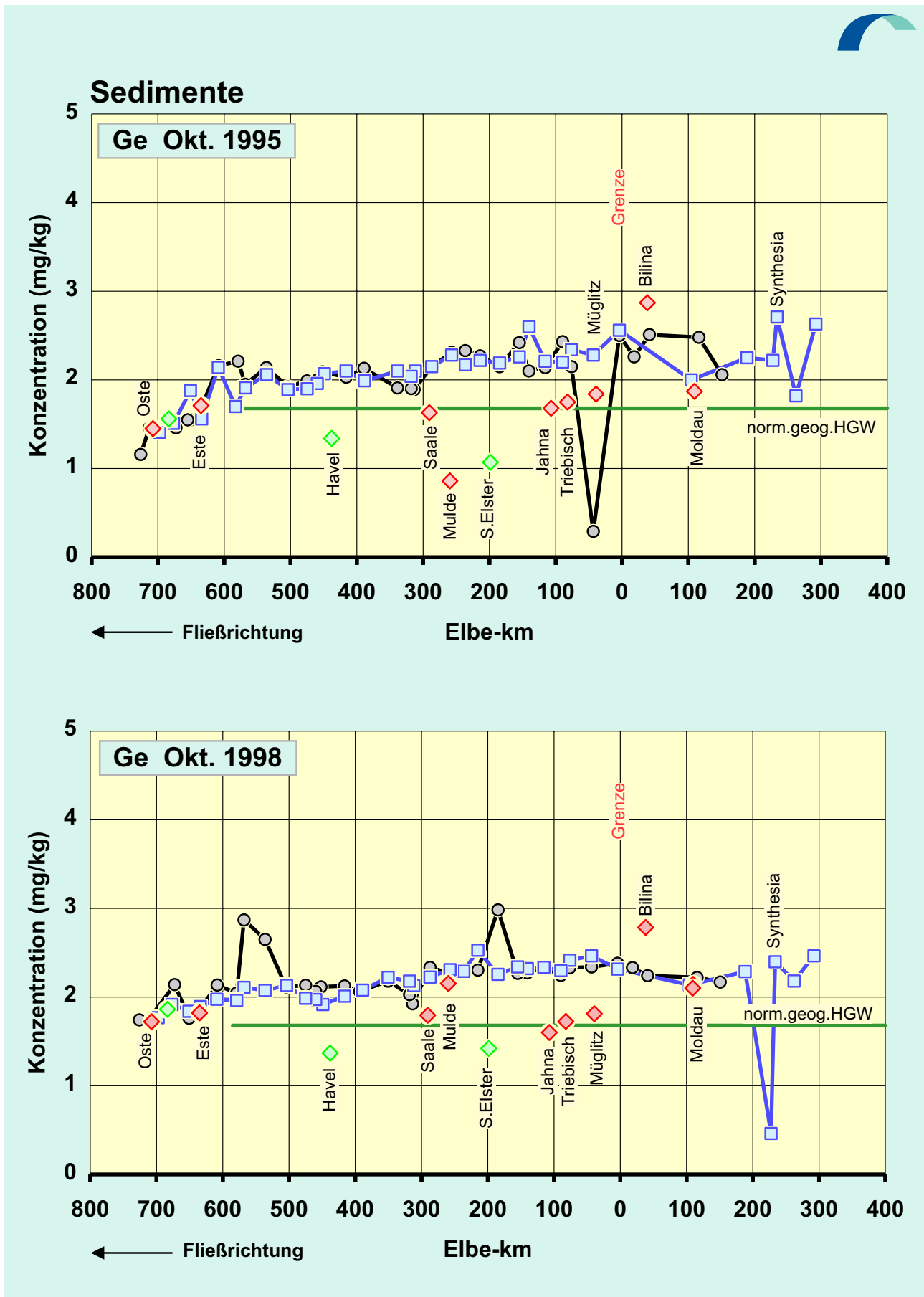


Abb.32e: Vergleich der **Germanium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Okt. 1995 / Okt. 1998 / (Okt. 1992 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

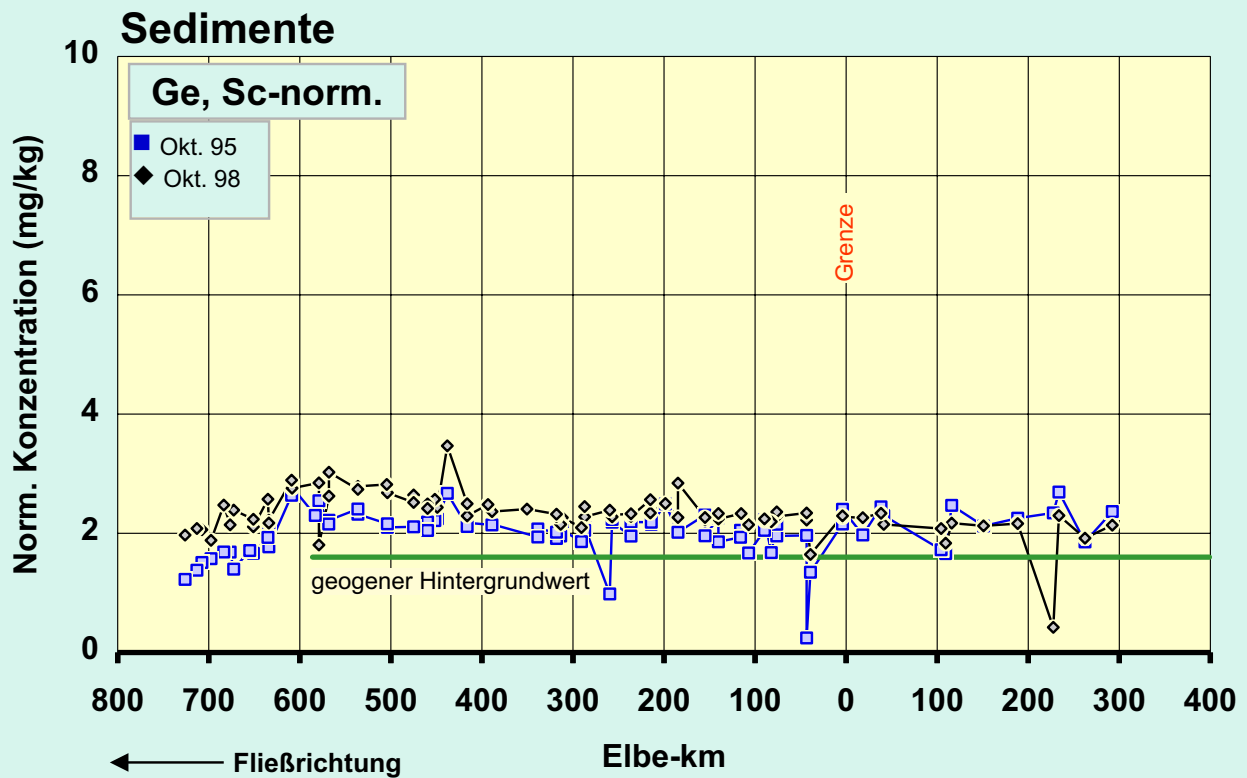
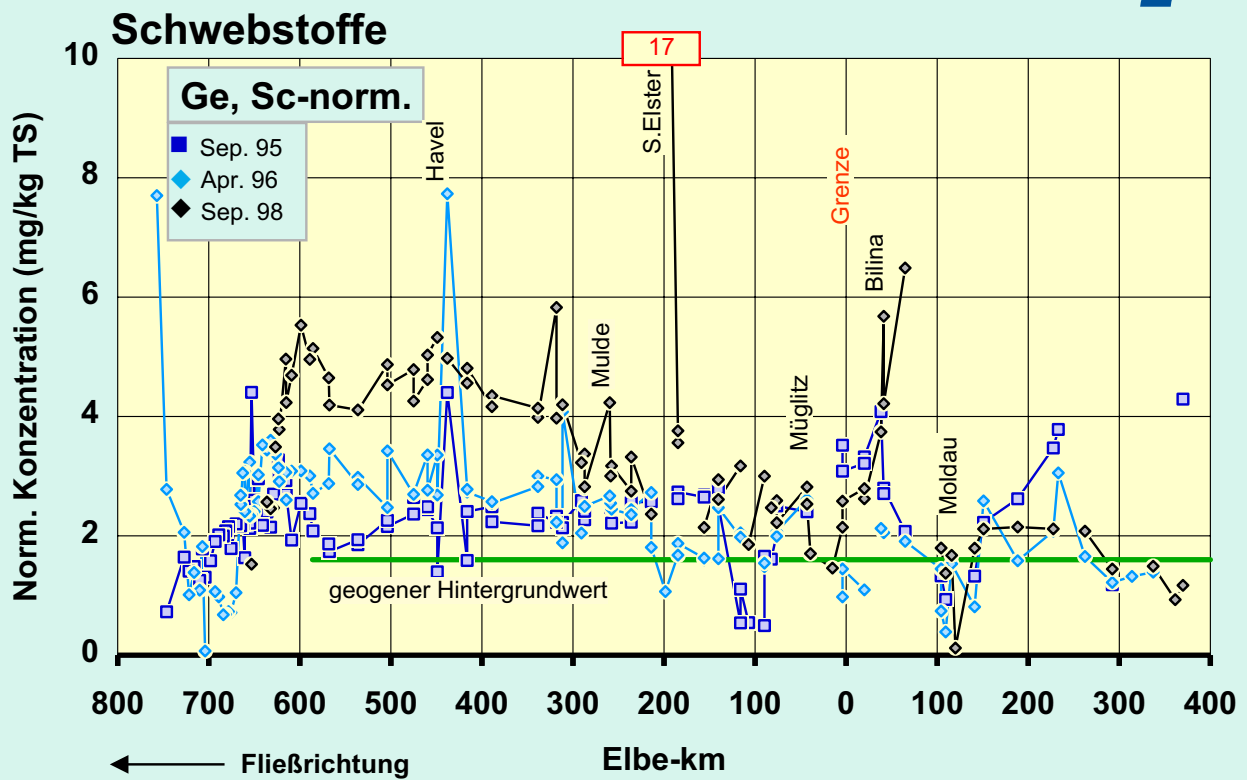


Abb.32f: Vergleich der Sc-normierten **Germanium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trokensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Ge}^{norm} = C_{Ge} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Arsen

As

Arsen kommt in der Elbe als ein anthropogenes Element vor. Es wird in der Regel zu über 70 % gelöst transportiert.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen zwischen 0,2 und 7,5 µg/L. Höhere Werte wurden bei den Synthesia- und Spolana-Werken und in der Bilina gefunden. Die Konzentrationen nahmen von der Quelle auf den ersten 200 km zu und fielen dann wieder ab (1993) oder blieben in etwa auf einem Niveau. In den Frühjahrsbeprobungen lagen die Arsengehalte in den Filtraten deutlich unter denen der Herbstkampagnen. In den Filtraten vom Sept. 1995 wurden im gesamten Elbeverlauf überraschend hohe Konzentrationen beobachtet. Für die letzte Kampagne im September 1998 wurden im Mittel die niedrigsten Gehalte gemessen.

Die **Schwebstoffgehalte** der Jahre 1993 bis '96 lagen zwischen 16 und 240 mg/kg. In der Mulde wurden allgemein, speziell aber im September 1995 besonders hohe Arsenkonzentrationen festgestellt (1995: 784 mg/kg). Die Profile zeigten oberhalb der Moldau relativ hohe, stark schwankende Werte. Bis zur Muldeeinmündung verweilten dann die Gehalte auf einem niedrigen, annähernd konstanten Niveau. Nach dem Zufluss der Mulde fielen die Konzentrationen von einem meist etwas angehobenen Wert zunächst langsam bis Hamburg hin ab und sanken dann kräftig bis zur Elbemündung. Auch bei den Schwebstoffen wurden im Mittel für die im September 1998 genommenen Proben die niedrigsten Gehalte bestimmt.

In den **Sedimenten** der Elbe wurden Gehalte von 20 bis 300 mg/kg ermittelt. Höhere Werte wurden in der Mulde und in der Müglitz gefunden. Insgesamt schienen die Arsenkonzentrationen der Elbsedimente von Oktober 1992 bis Oktober 1998 kontinuierlich gesunken zu sein.

Die **Sc-normierten** Längsprofile lassen im Beprobungszeitraum eine Abnahme der Arsenbelastung für die Schwebstoffe und die Sedimente erkennen. Die Nebenflüsse Müglitz und Triebisch, vor allem aber die Mulde werden als besonders belastet herausgestellt.

Arsen

As

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(3,3)	3,4	5,2	4,0	3,7
Mai 1994	(3,1)	2,6	3,0	2,3	2,8
Sept. 1995	(5,5)	5,0	4,8	5,3	5,0
April 1996	3,1	2,7	2,9	3,1	2,8
Sept. 1998	-	2,3	3,2	3,2	2,6

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	30	44	47	63	45
Mai 1994	30	41	31	41	34
Sept. 1995	30	53	44	53	47
April 1996	33	44	38	35	38
Sept. 1998	-	37	38	45	< 38

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	32	83	61	63	69
Okt. 1995	37	60	49	42	52
Okt. 1998	29	51	42	41	44

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5 - 45	6 - 30	15 - 50	5 - 50
Auensedimente / Mittelw.	24	22	28	24
normiert für Sedimente				18
normiert für Schwebstoffe				13

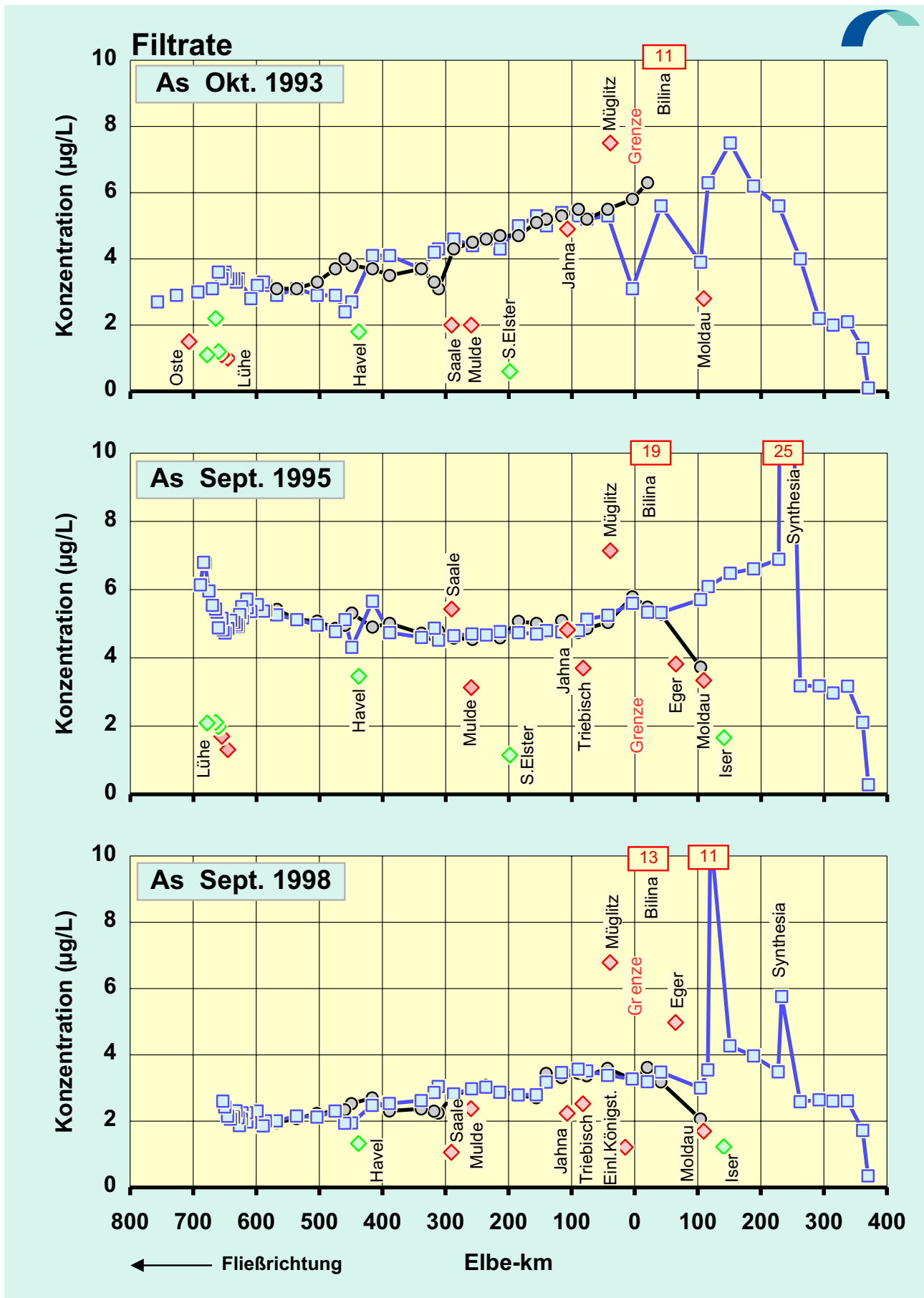
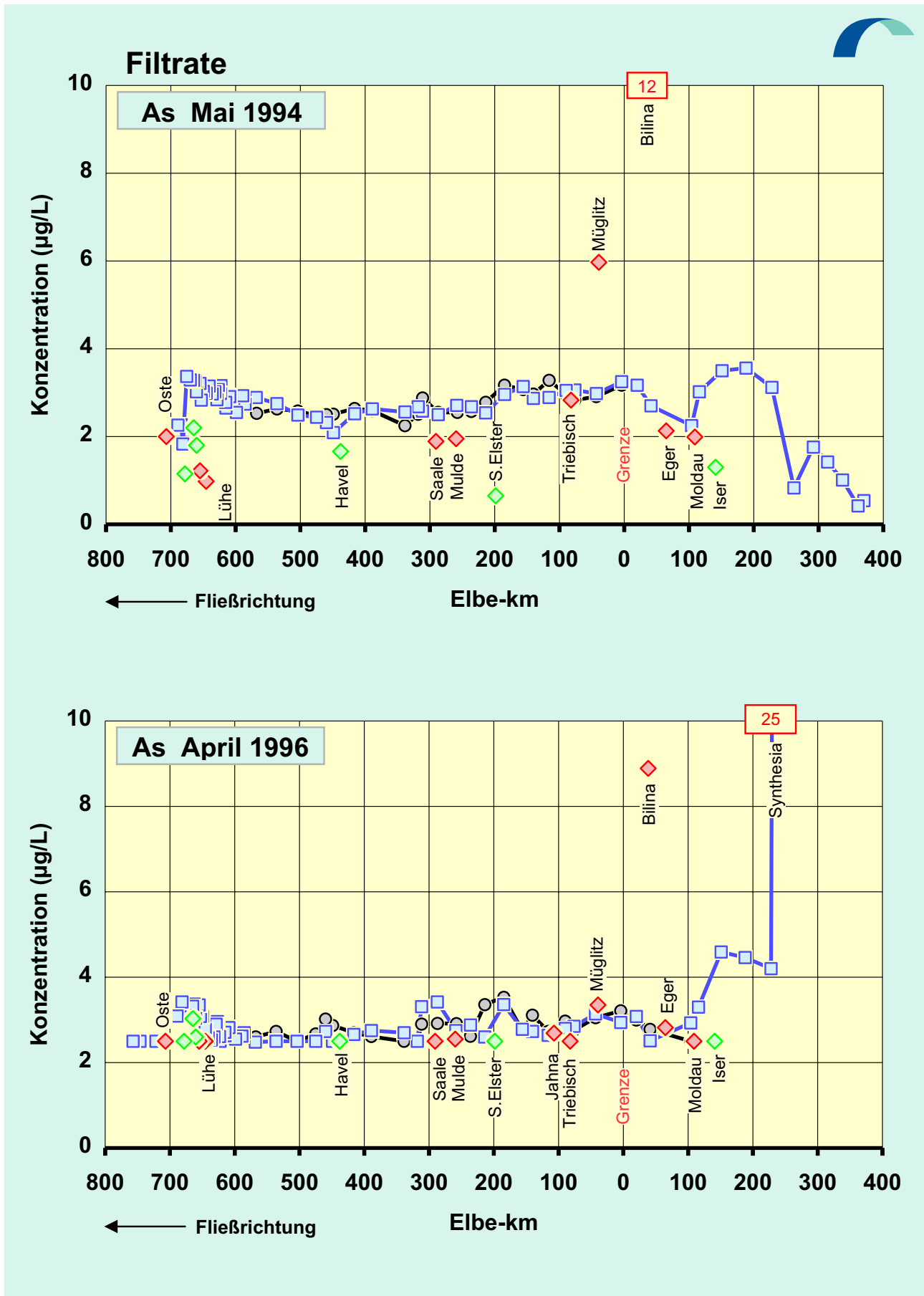


Abb.33a: Vergleich der **Arsen**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



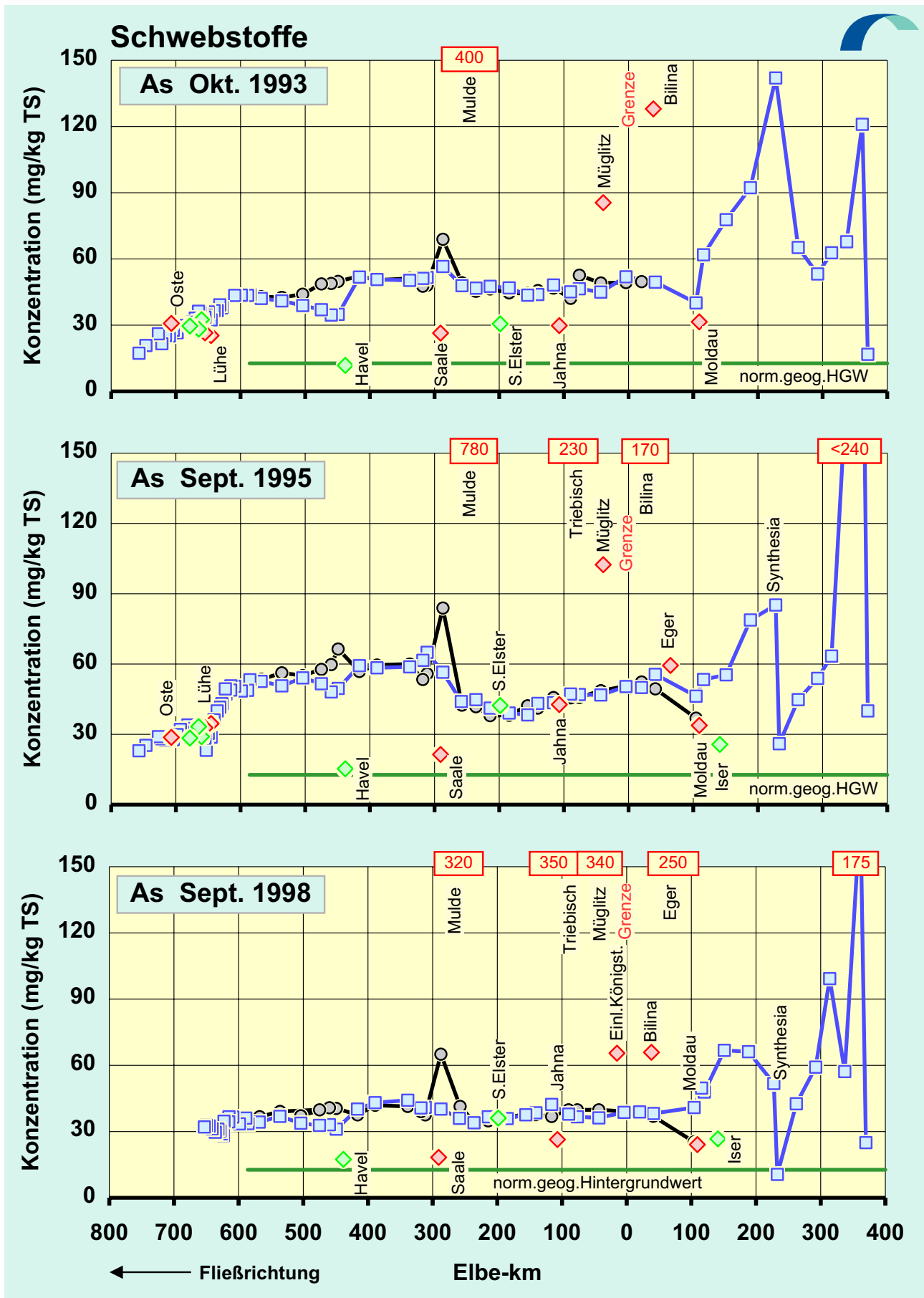


Abb.33c: Vergleich der **Arsen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

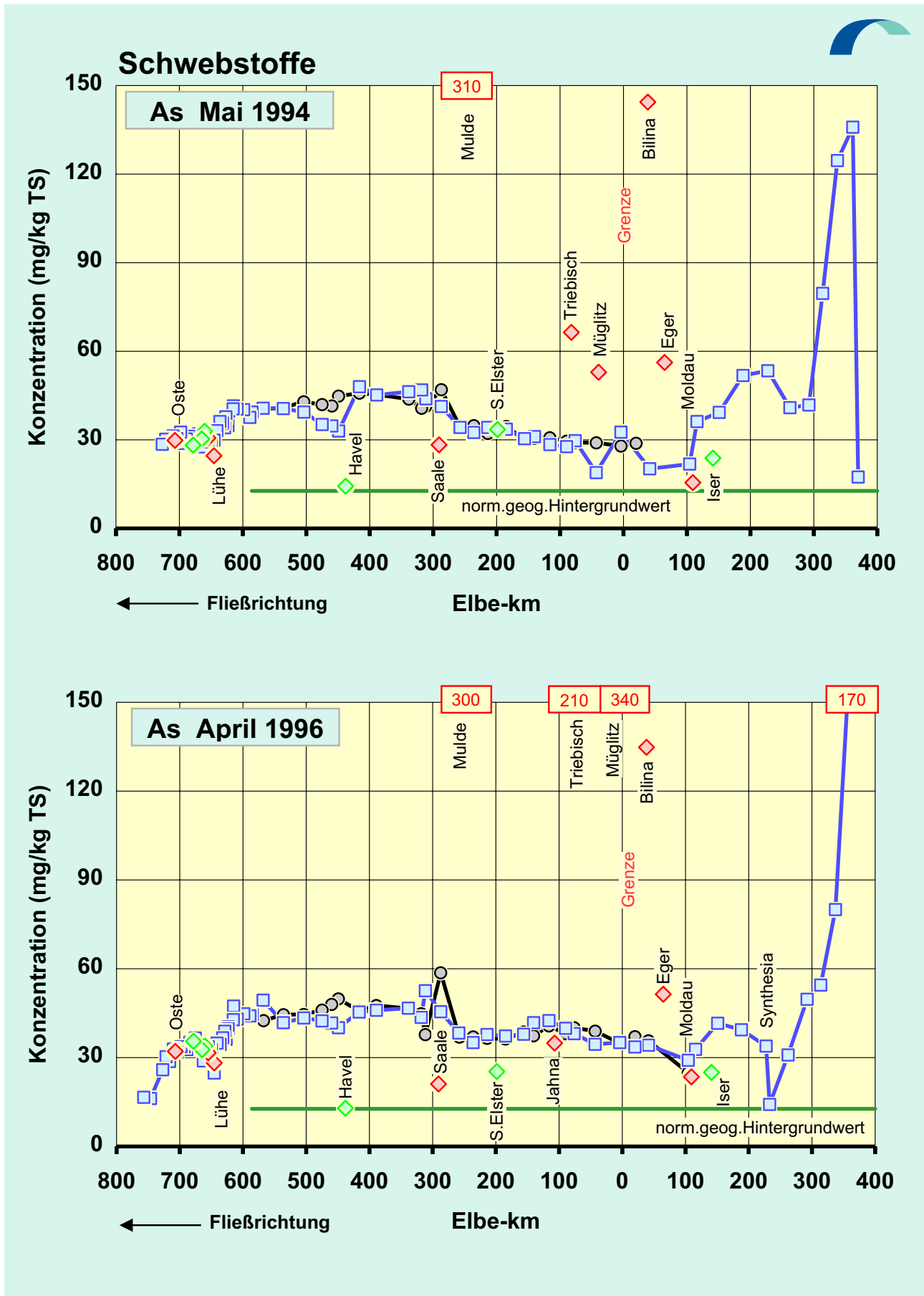


Abb.33d: Vergleich der **Arsen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

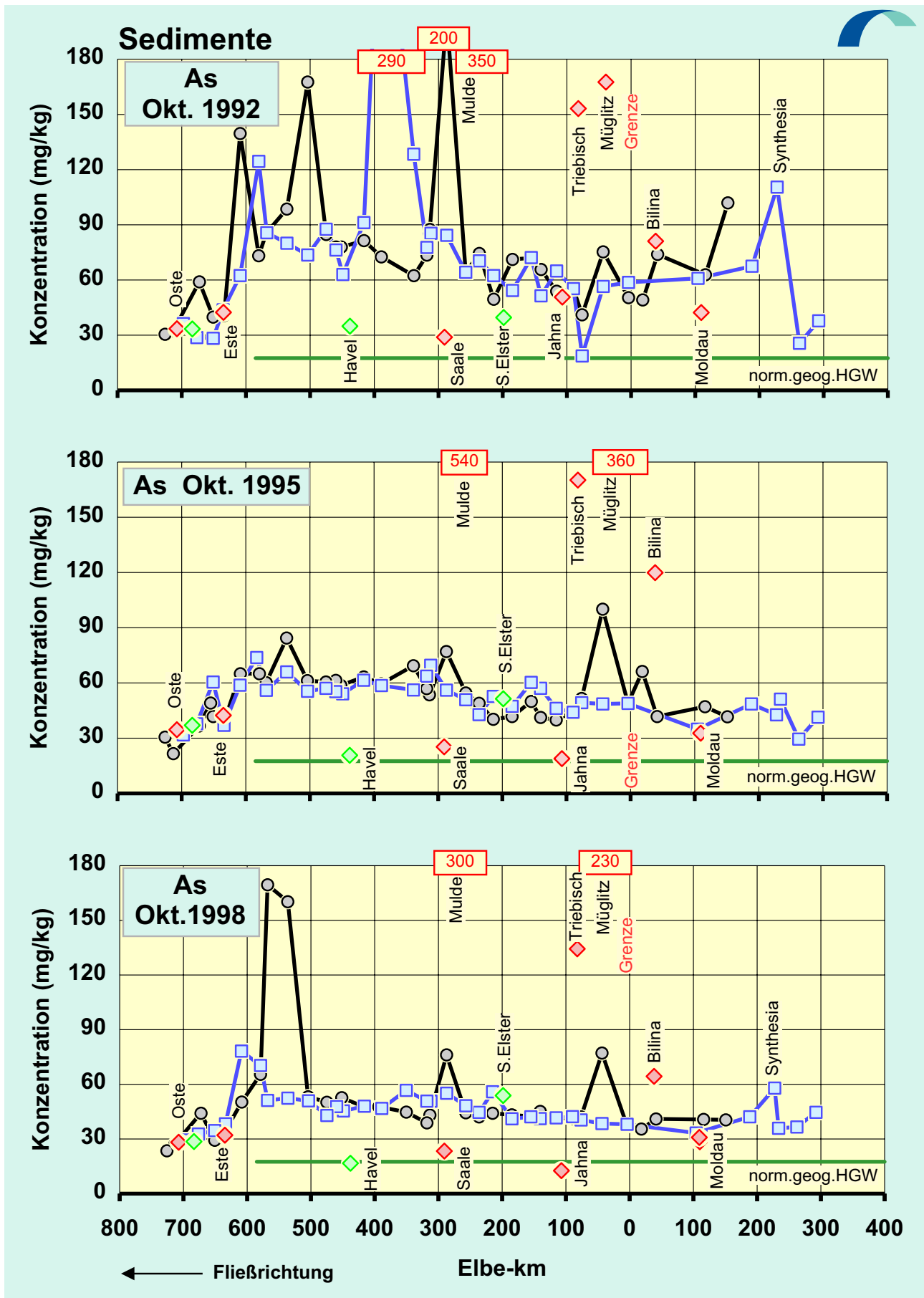


Abb.33e: Vergleich der **Arsen**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

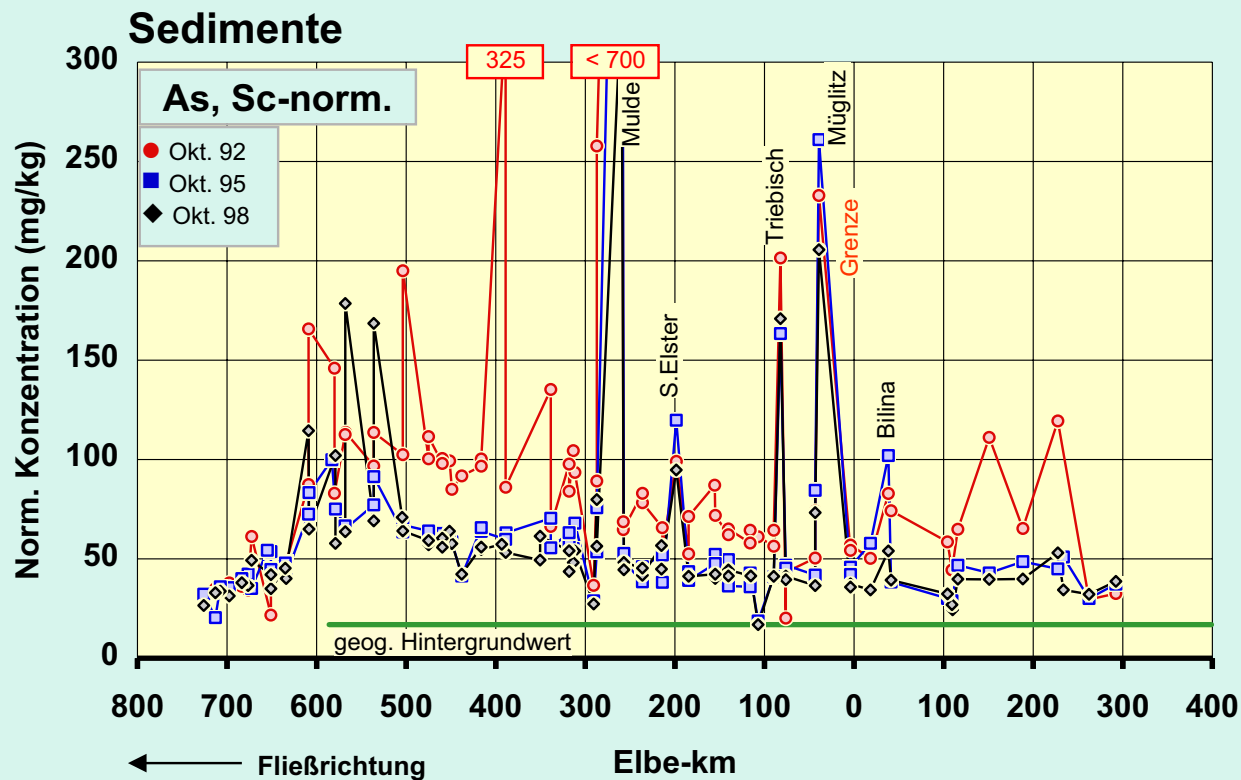
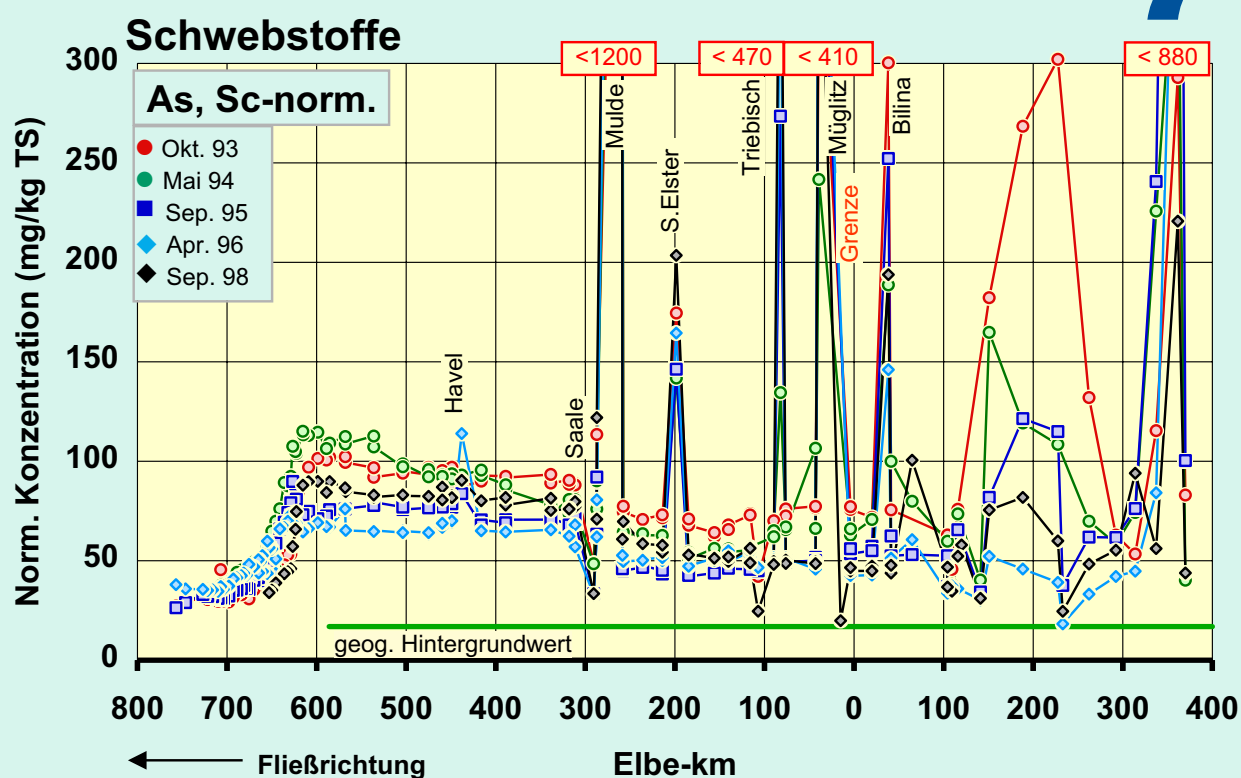


Abb.33f: Vergleich der Sc-normierten **Arsen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{As}^{norm} = C_{Zn} / C_{As} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Selen

Se

Selen ist ein in der Elbe anthropogen beeinflusstes Element. Es bleibt unklar, ob der gelöste Anteil des Elements für die Gesamtfracht eine Rolle spielt.

Wegen der relativ hohen Nachweisgrenzen der eingesetzten Analysenmethoden (ca. 1 µg/L), konnte in den **Filtraten** kein Selen bestimmt werden.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Selenkonzentrationen von 0,3 bis 6,8 mg/kg gefunden. Erhöhte Werte wurden in fast allen Jahren bei Klavary gemessen. Von den Nebenflüssen waren es vor allem die Mulde, 1995/'96 auch die Bilina und 1998 die Eger (20 mg/kg), die mit Selen stärker beladene Schwebstoffe in die Elbe eintrugen. Die Konzentrationslängsprofile der einzelnen Probennahmekampagnen ähnelten einander. Nach dem Zufluss der Moldau stiegen die Gehalte bis zum Zufluss der Havel mehr oder weniger an, wurden dann durch die Beimengung der Havelschwebstoffe etwas reduziert, blieben bis etwa Hamburg auf gleichem Niveau und fielen schließlich im Tidebereich bis zur Flussmündung stark ab. Im deutschen Teil der Elbe ähnelten sich die Werte von 1994, 1996 und 1998; aber 1993 lagen sie meist darüber, 1995 darunter.

Die Konzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** lagen im Bereich von etwa 0,4 bis 8,4 mg/kg. Im Elbabschnitt von der Saalemündung bis zum Geesthachter Wehr fielen bei den Proben von 1992 mehrere relativ hohe Einzelwerte auf (wie auch bei anderen anthropogenen Elementen). Die Gehalte der Sedimente von 1995 und '98 lagen meist etwas niedriger.

Für die Schwebstoffe im deutschen Teil der Elbe oberhalb Hamburgs ließen sich bei den beiden Probennahmekampagnen von 1995 und '96 deutlich niedrigere **Sc-normierte** Selenkonzentrationen beobachten als bei denen von 1993 und '94. Die 1998er-Werte lagen jedoch wieder ähnlich hoch wie die von 1993. Bei den Sedimenten dagegen befanden sich die normierten Gehalte von 1998 auch deutlich unter denen von 1993. Vor allem für die Mulde belegt die Normierung, dass diese auch in neuerer Zeit noch mit Selen hoch belastete Schwebstoffe in die Elbe einleitet.

Selen

Se

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 1
Mai 1994					< 1
Sept. 1995					< 1
April 1996					< 1
Sept. 1998					< 1

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,6	2,2	2,4	2,0	2,2
Mai 1994	1,0	2,2	2,1	2,7	2,1
Sept. 1995	0,7	2,0	1,6	1,8	1,7
April 1996	0,9	2,1	2,0	1,8	2,0
Sept. 1998	-	2,2	2,1	2,1	2,1

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,8	3,3	2,4	2,3	2,7
Okt. 1995	0,8	2,3	2,0	2,1	2,1
Okt. 1998	0,6	2,3	2,0	1,8	2,0

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich				< 0,6
Auensedimente / Mittelw.				< 0,4
normiert für Sedimente				< 0,3
normiert für Schwebstoffe				< 0,3

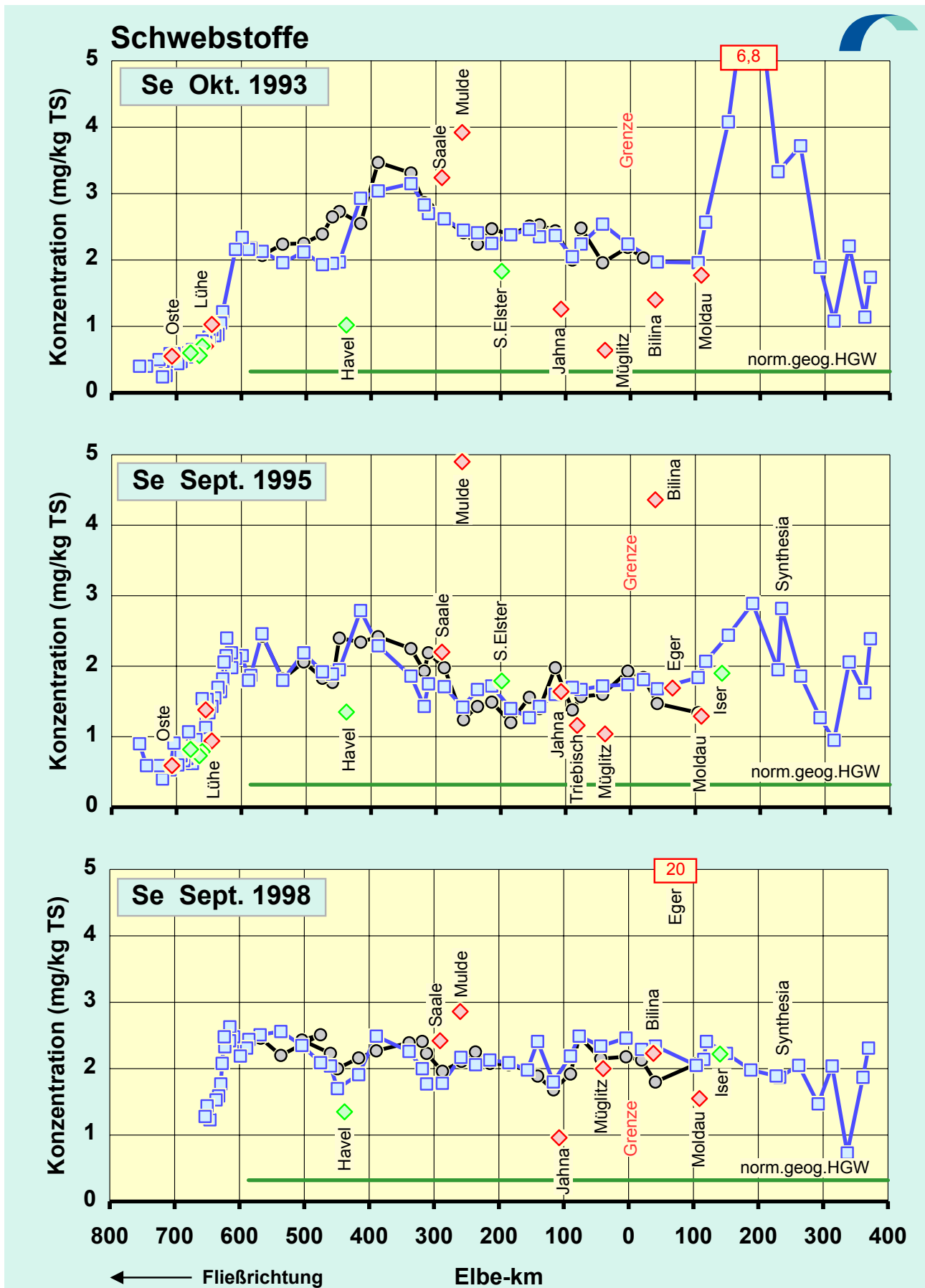


Abb.34c: Vergleich der **Selen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

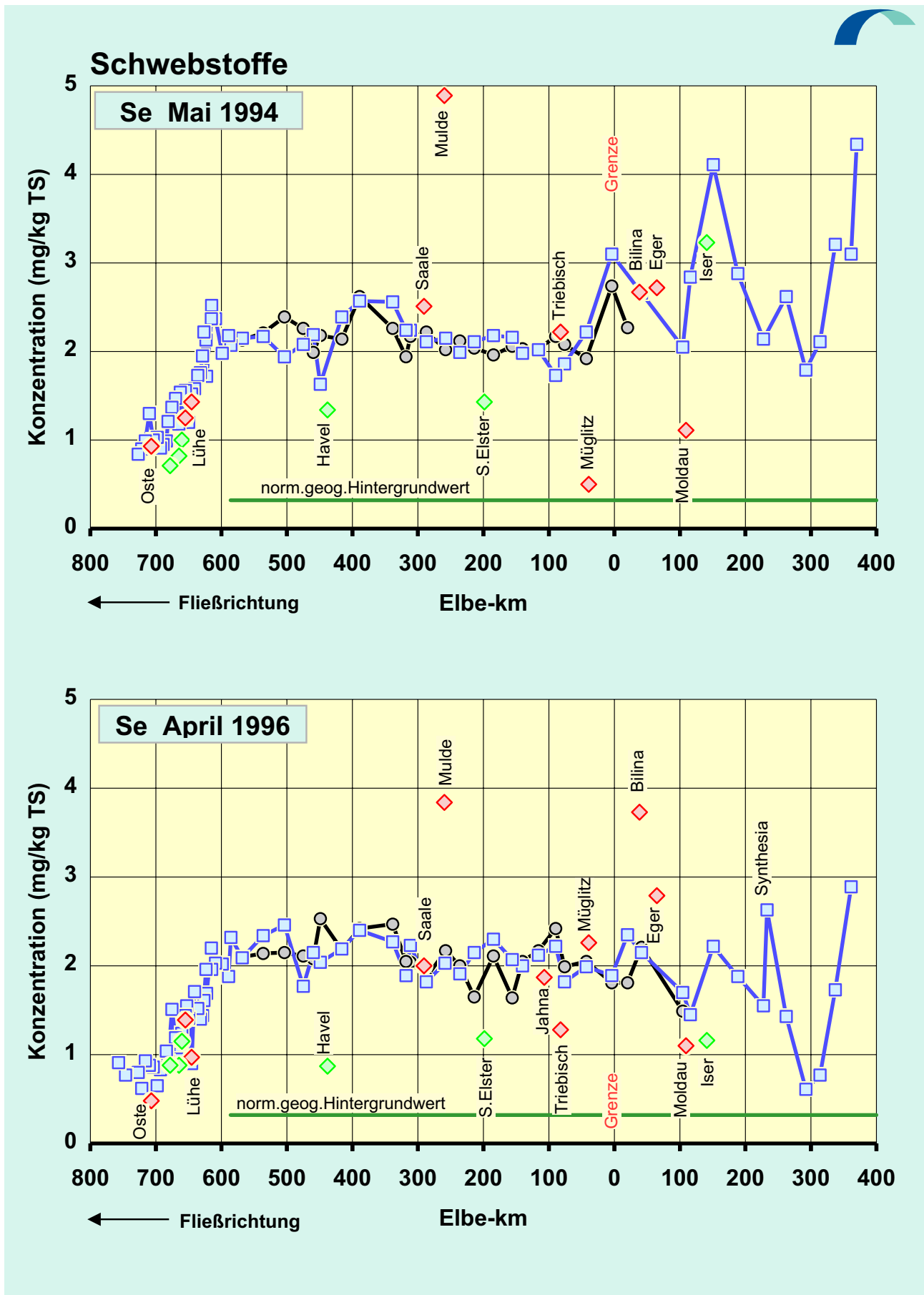


Abb.34d: Vergleich der **Selen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

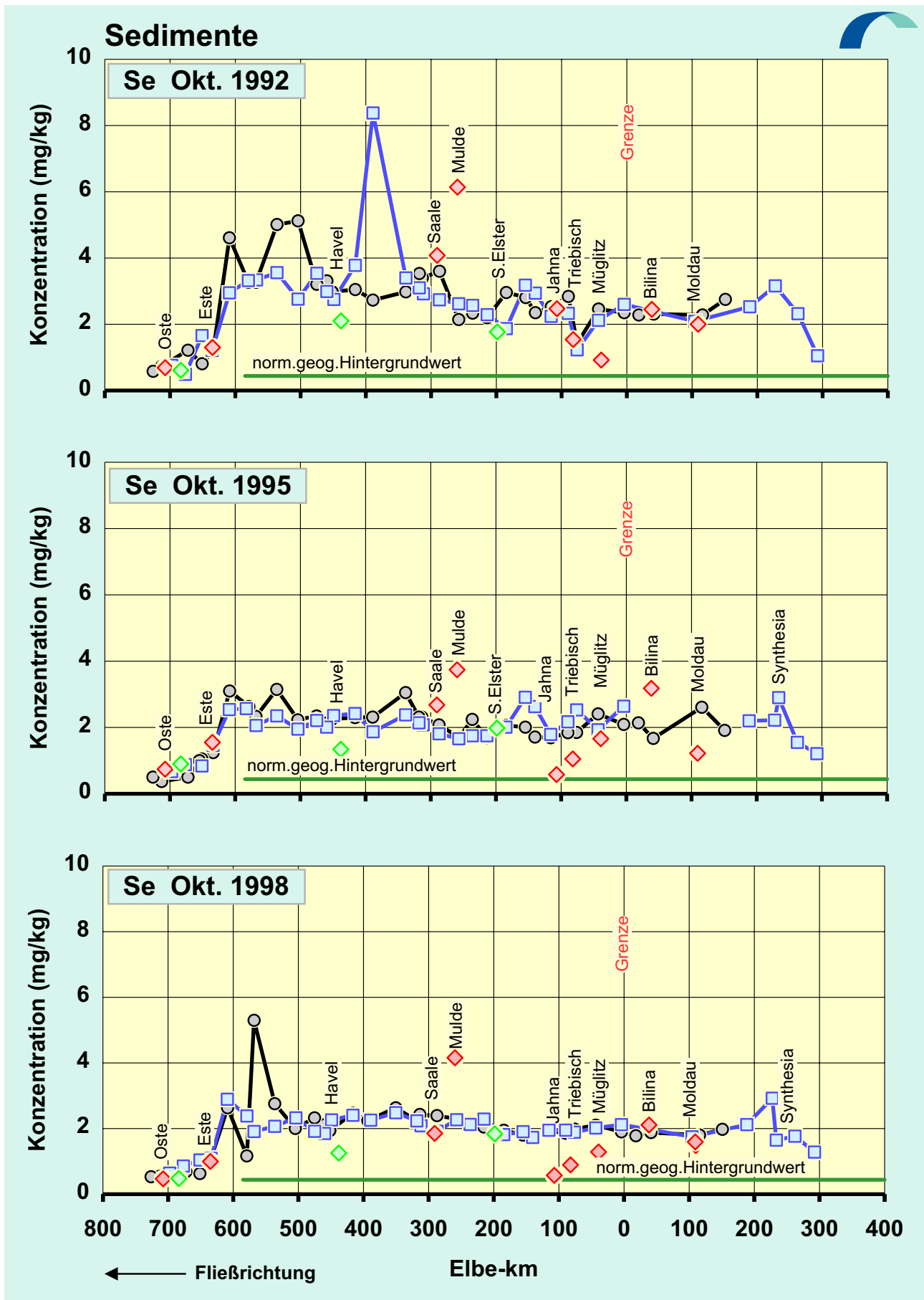


Abb.34e: Vergleich der **Selen**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

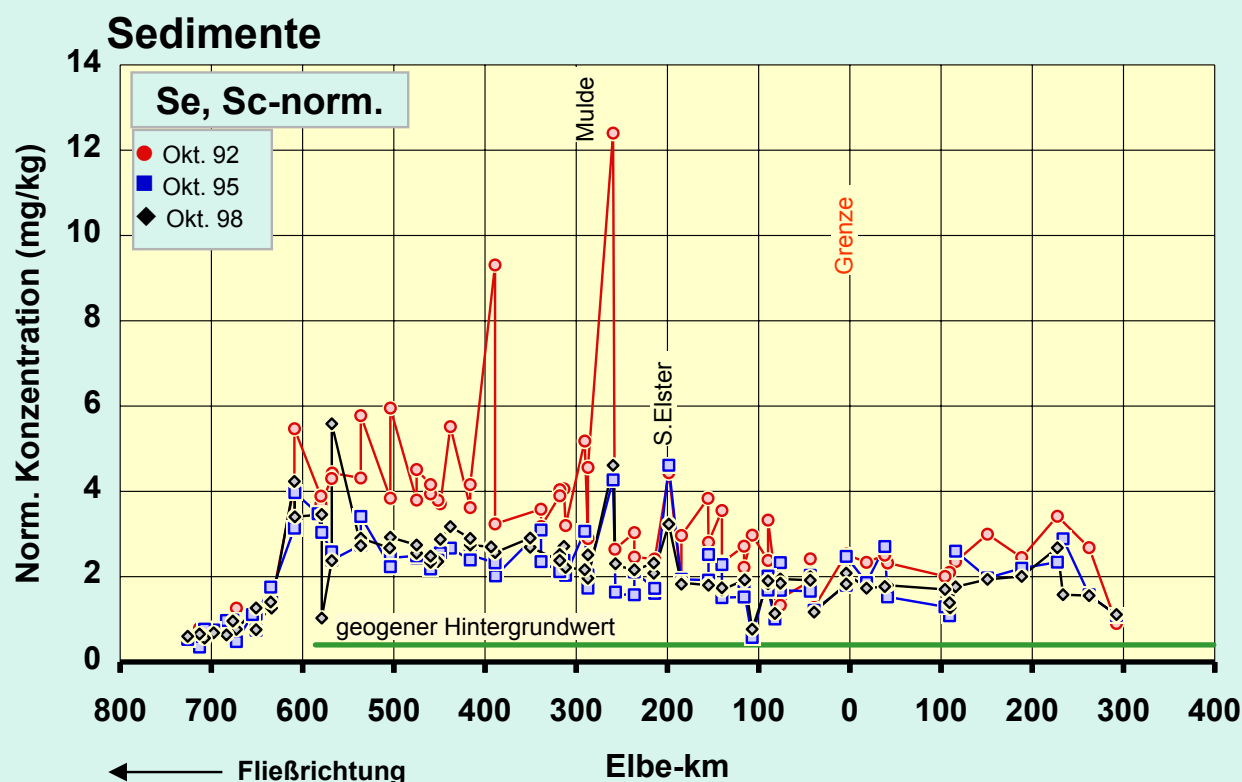
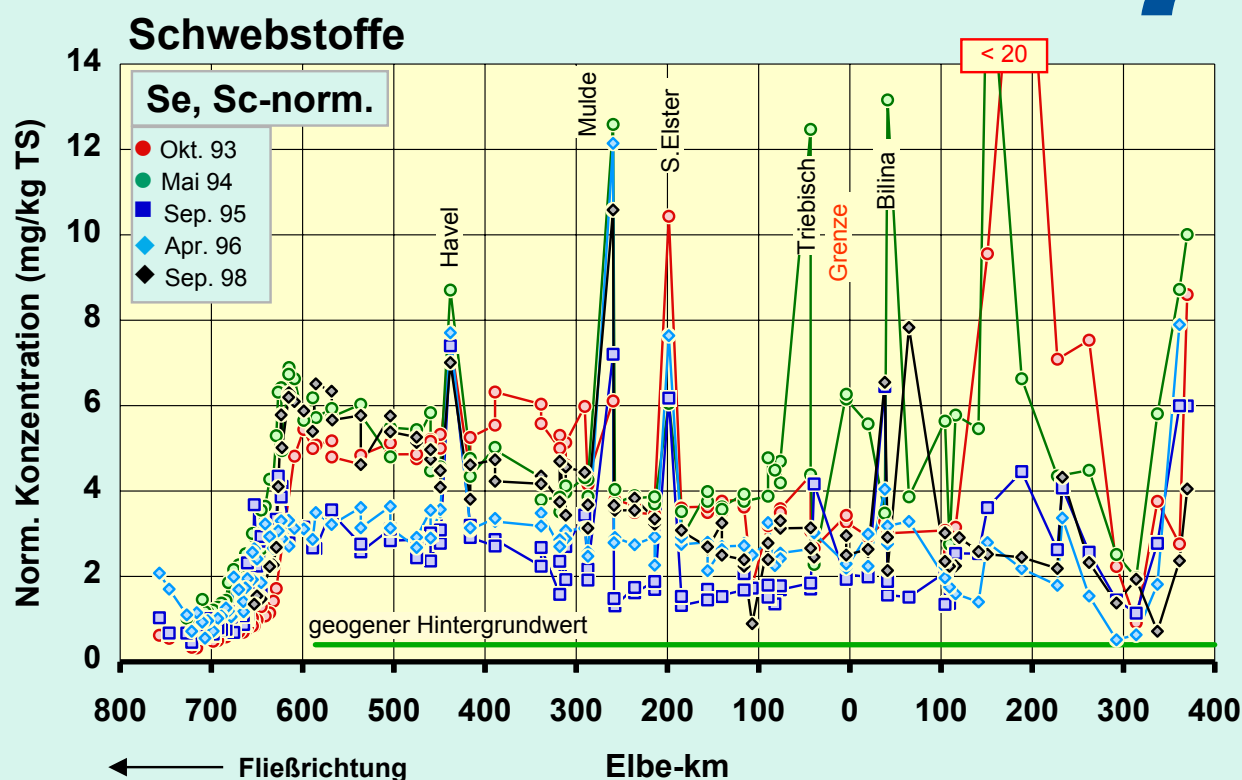


Abb.34f: Vergleich der Sc-normierten **Selen**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Se}^{norm} = C_{Se} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Brom



Br

Brom wird marin, geogen und anthropogen beeinflusst. Zumindest im Tidebereich der Elbe wird das Element vor allem gelöst transportiert.

In den **Filtraten** wurde kein Brom bestimmt.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die spezifische Bromkonzentrationen im Bereich von etwa 9 bis über 450 mg/kg. Wie beim Natrium, stammen die hohen Werte für die Proben aus dem Mündungsbereich der Elbe bei den Kampagnen von 1993/'94 aus am Filter anhaftenden Trockenrückständen von ursprünglich gelöstem Salz. Bei der Probennahme vom September 1995 wurden in der Nähe der Synthesia-Werke extrem hohe Brom-Werte von über 1000 mg/kg und in der Nähe der Dow-Chemical-Werke (Stade) erhöhte Werte bis zu etwa 150 mg/kg gefunden. Die Elbelängsprofile zeigten zunächst von der Quelle bis hin zur Staatsgrenze fallende, dann bis zur Salzwasserzone langsam und im Mündungsbereich schließlich kräftig ansteigende Gehalte. Von 1993 bis 1996 deutete sich eine zeitliche Abnahme der spezifischen Konzentrationen der Schwebstoffe an; im September 1998 lagen die Werte jedoch wieder so hoch wie im Oktober 1993.

Die Bromkonzentrationen der **Elbsedimente** lagen mit Medianwerten um 20 mg/kg etwas unterhalb der der Schwebstoffe und zeigten ähnliche Längsprofilverläufe. Eine zeitliche Veränderung der Sedimentkonzentrationen war nicht zu erkennen.

Die **Sc-normierten** Konzentrationen verdeutlichen die anthropogene Belastung der älteren Schwebstoffe oberhalb des Geesthachter Wehrs und die zeitliche Abnahme der Schwebstoffbelastungen bis 1996. Überraschenderweise fallen jedoch die Br/Sc-Verhältnisse für die jüngste Kampagne vom September 1998 am höchsten aus (unterhalb der Triebisch). Das liegt nicht zuletzt an der Havel, deren Bedeutung als zusätzlicher Einleiter für partikulär gebundenes Brom auch durch die hohen Br/Sc-Verhältnisse (1998: 1030 mg/kg) hervorgehoben wird.

Brom

Br

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					n. b.
Mai 1994					n. b.
Sept. 1995					n. b.
April 1996					n. b.
Sept. 1998					n. b.

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	57	51	31	31	44
Mai 1994	46	29	17	23	27
Sept. 1995	52	34	15	-	35
April 1996	42	22	24	24	24
Sept. 1998	-	72	37	27	45

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	42	21	18	15	20
Okt. 1995	40	24	16	14	19
Okt. 1998	46	28	20	18	23

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,2 - 8,8	0,7 - 17	1,0 - 12	0,2 - 17
Auensedimente / Mittelw.	2,9	3,8	4,1	3,6
normiert für Sedimente				2,6
normiert für Schwebstoffe				1,9

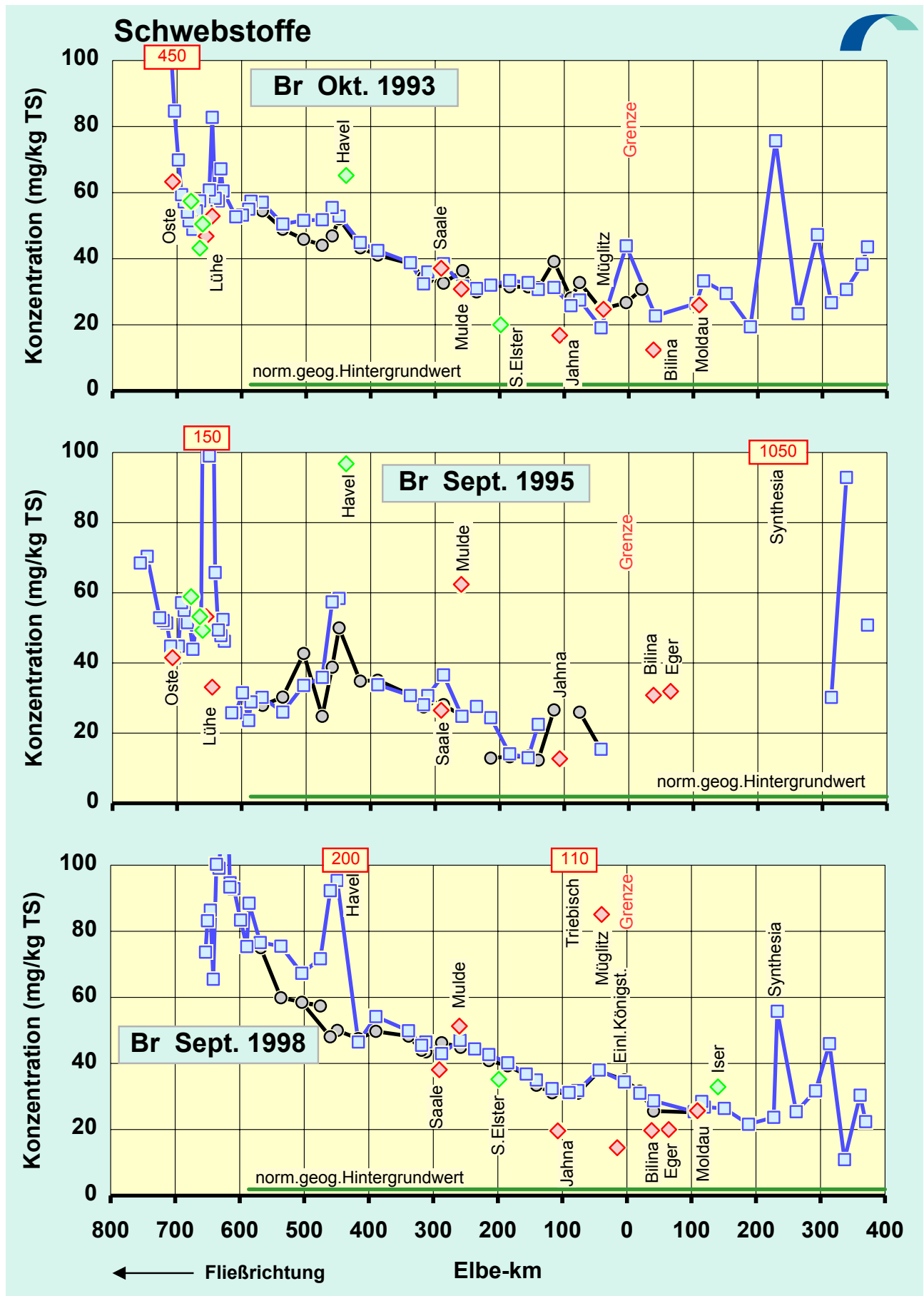


Abb.35c: Vergleich der **Brom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

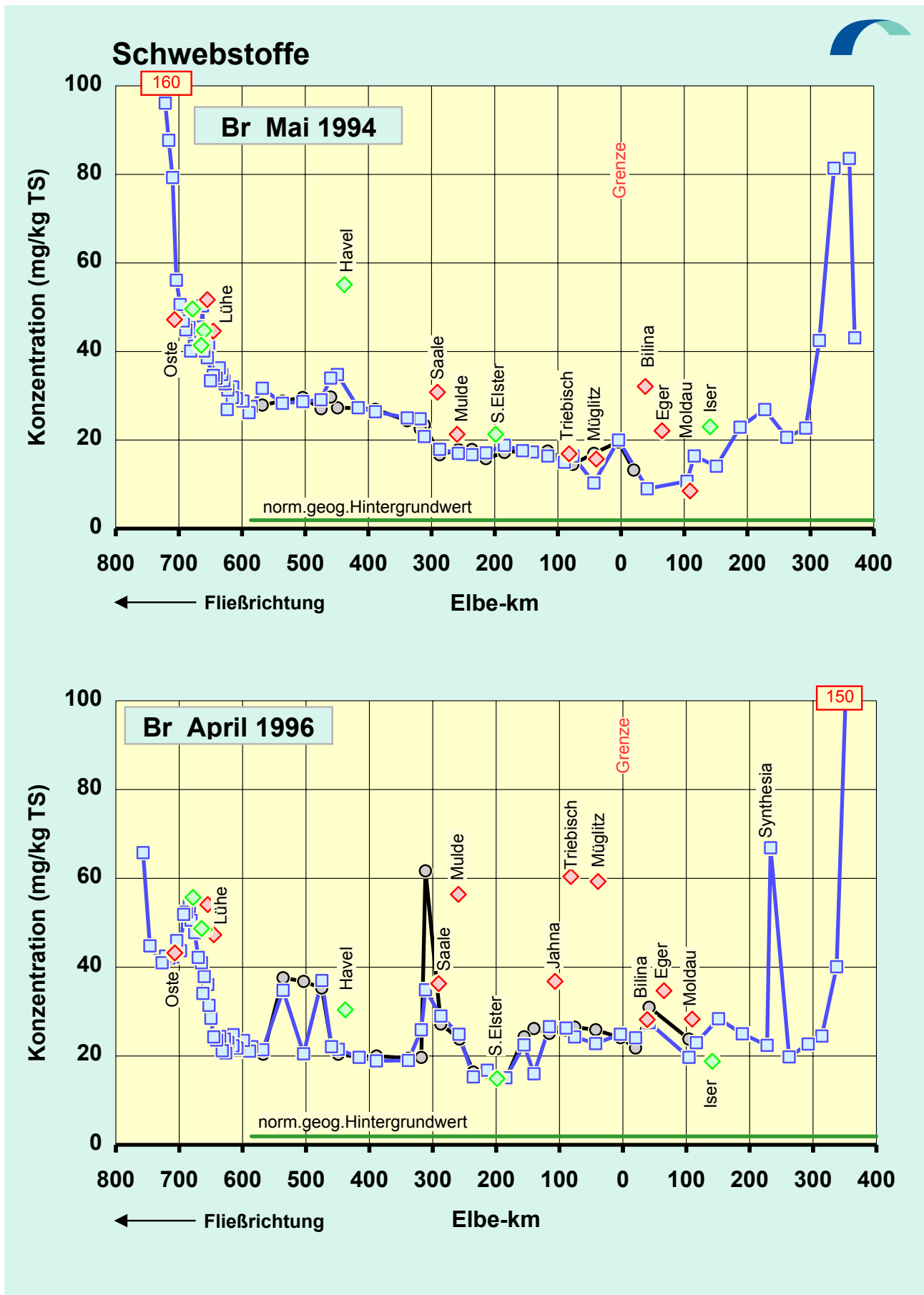


Abb.35d: Vergleich der **Brom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

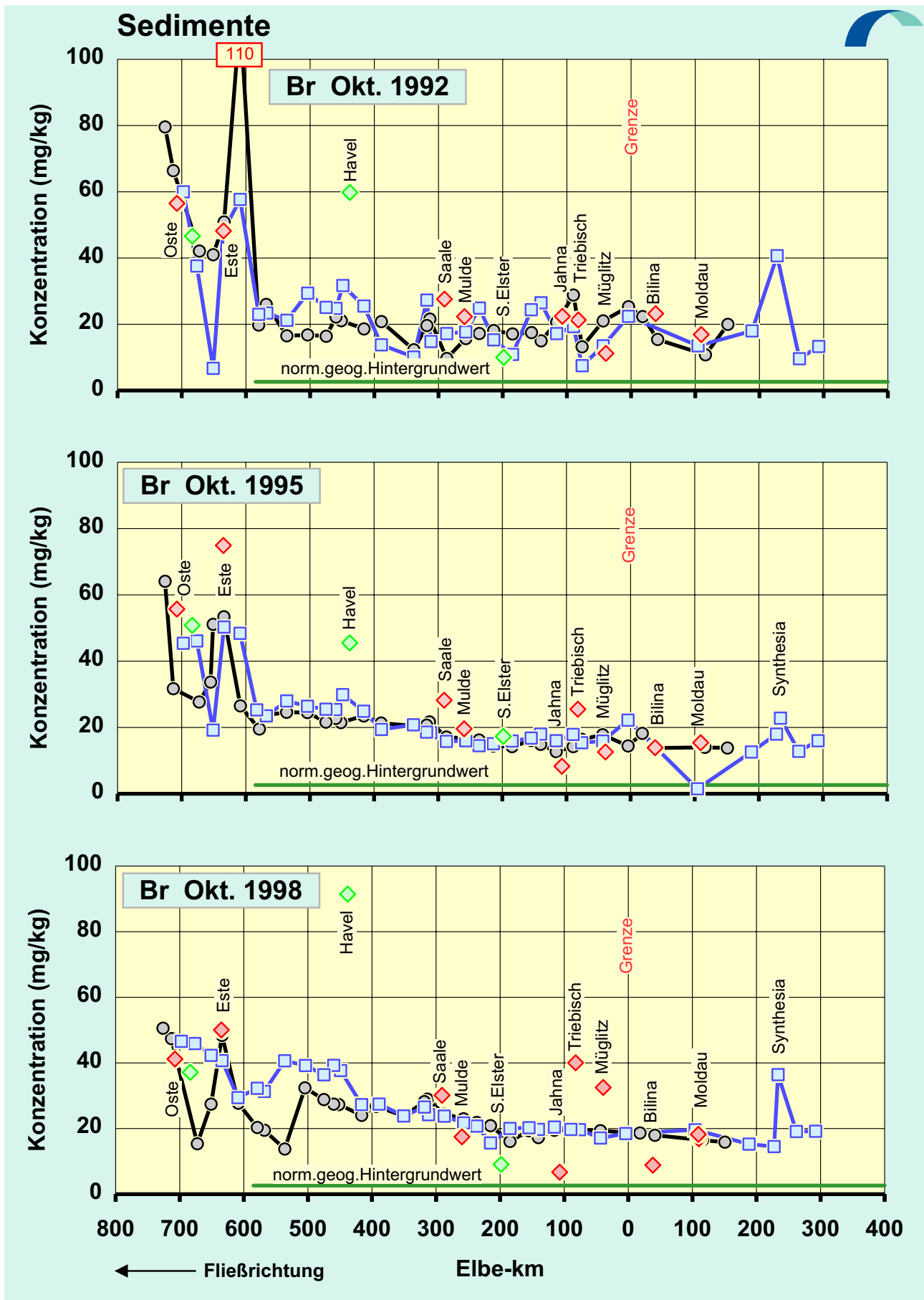


Abb.35e: Vergleich der **Brom**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

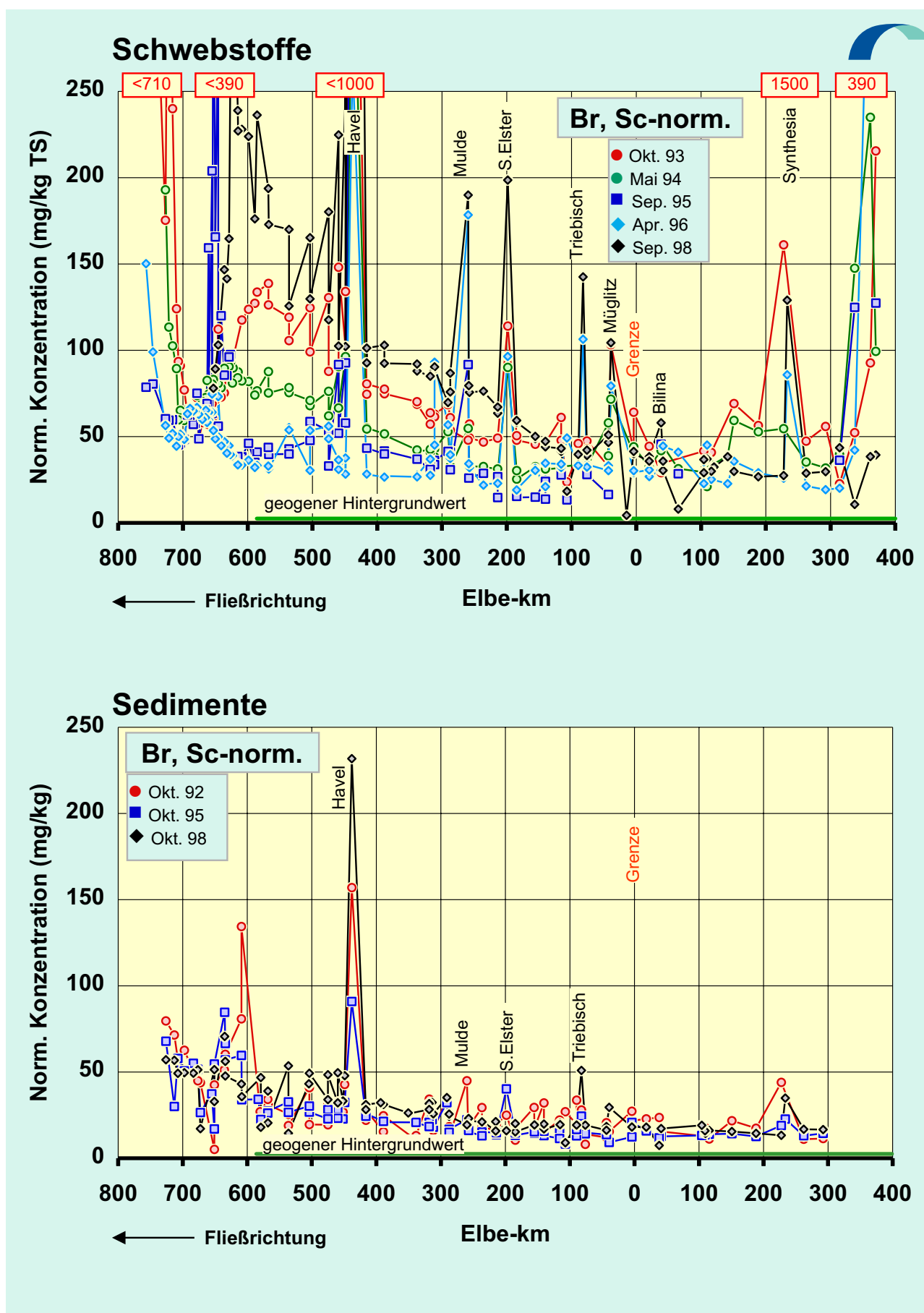


Abb.35f: Vergleich der Sc-normierten **Brom**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Br}^{norm} = C_{Br} / C_{Sc} \cdot C^0_{Sc}$, mit $C^0_{Sc} = 13 \text{ mg/kg}$

Rubidium

Rb

Partikulär gebunden tritt Rubidium in der Elbe meist in geogen bedingten Konzentrationen auf. Gelöst wird es aber auch anthropogen über die Nebenflüsse in die Elbe eingeleitet. Außer in der schwebstoffreichen Trübungszone wird es zu mehr als 60 % in gelöster Form transportiert.

In den **Filtraten** wurden Gehalte von etwa 1 bis 15 µg/L gemessen. Im Mittel wurden für 1993 die höchsten und für 1996 die niedrigsten Werte bestimmt. Höhere Konzentrationen wurden vor allem in den Bilinaproben (1995: 39 µg/L) gefunden, aber auch die Rubidiumgehalte der meisten übrigen Nebenflüsse lagen deutlich über denen der entsprechenden Elbeproben. Saale und Mulde leiteten größere Mengen gelöstes Rubidium in die Elbe ein, wie die Längsprofile erkennen lassen. Die Konzentrationen nahmen von der Quelle bis zur Staatsgrenze zu, blieben dann relativ konstant und erreichten nach dem Zufluss der Saale und Mulde ein etwas höheres Niveau; anschließend fielen sie wieder leicht ab (1993/'94) oder blieben konstant (1995/'96/'98). Im Salzwasserbereich schienen die Gehalte dann stark anzusteigen.

Für die **Schwebstoffe** lagen die ermittelten Rubidiumwerte zwischen 25 und 170 mg/kg. Die verschiedenen Längsprofile ähnelten denen des Scandiums. Höhere Konzentrationen traten bei Verdek, in der mittleren Elbe und in der Trübungszone auf. Gegenüber 1993/'94 nahmen die spezifischen Gehalte 1995/'96 zu, gingen aber im September 1998 wieder zurück.

In den **Sedimentproben** der Elbe von 1992 bis 1998 wurden Rubidiumkonzentrationen zwischen 80 und 190 mg/kg analysiert. Höhere Werte wurden in der Müglitz (1995: 460 mg/kg) gefunden. Die Profile zeigten einen in Fließrichtung schwach abfallenden Verlauf. Die Gehalte der Proben von 1995/'98 waren geringfügig gegenüber denen von 1992 gestiegen.

Wegen der hohen Korrelation zwischen Rubidium und Scandium ist das **Rb/Sc-Verhältnis** sowohl örtlich als auch zeitlich annähernd konstant. Nur die Werte für die Müglitz heben sich deutlich von den übrigen ab.

Rubidium

Rb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(7,2)	8,4	8,8	3,2	8,6
Mai 1994	(6,3)	6,8	5,2	3,5	6,3
Sept. 1995	(9,9)	7,0	5,6	4,0	6,8
April 1996	(6,2)	5,5	4,7	2,8	5,3
Sept. 1998	-	8,4	6,7	3,3	(7,4)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	116	69	79	70	78
Mai 1994	87	56	70	56	66
Sept. 1995	110	91	112	103	104
April 1996	103	91	97	110	96
Sept. 1998	-	66	86	103	81

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	116	104	113	116	112
Okt. 1995	116	118	128	130	125
Okt. 1998	101	114	122	126	120

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	100 - 239	132 - 177	145 - 195	100 - 239
Auensedimente / Mittelw.	137	153	170	153
normiert für Sedimente				112
normiert für Schwebstoffe				81

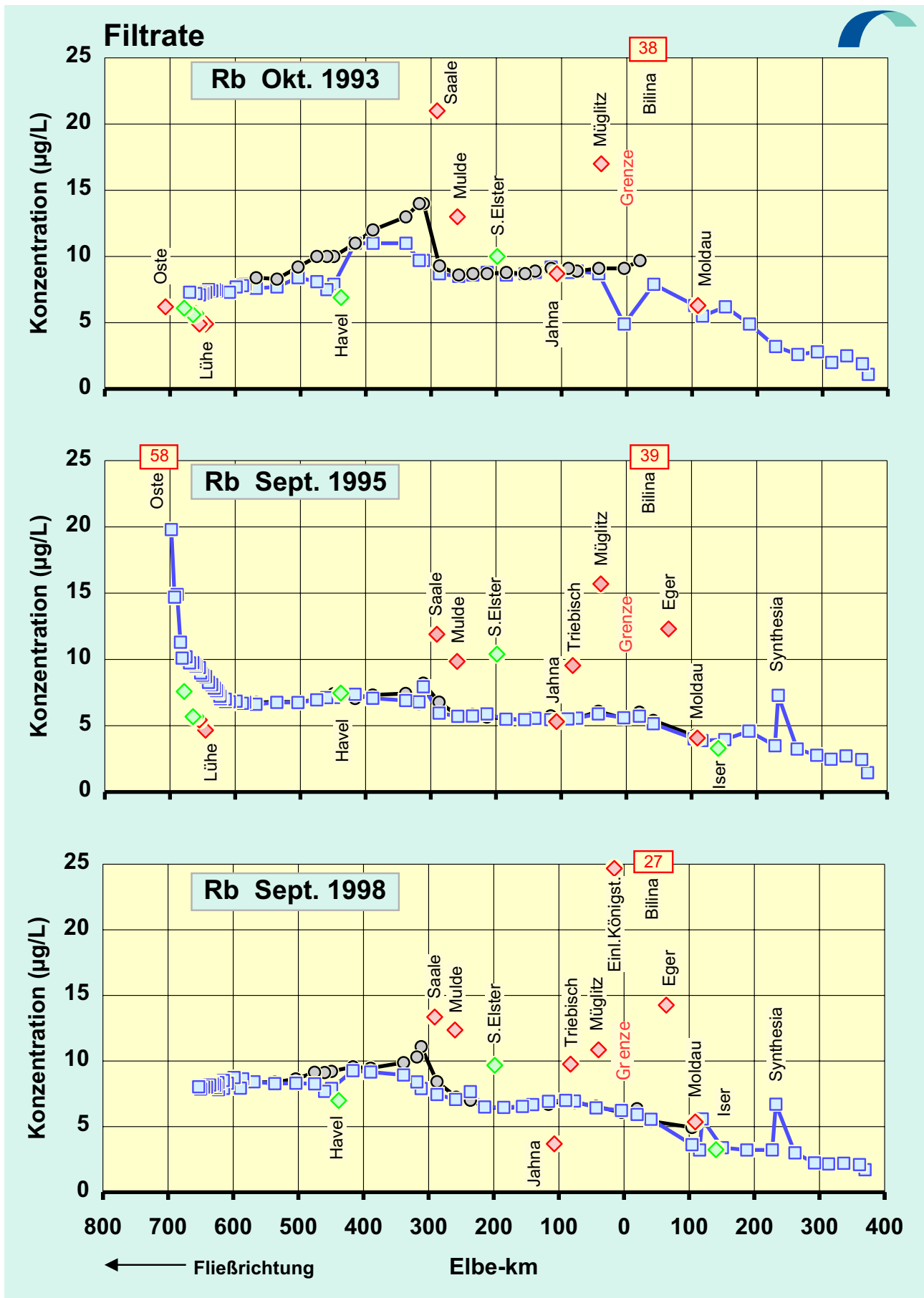


Abb.36a: Vergleich der **Rubidium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

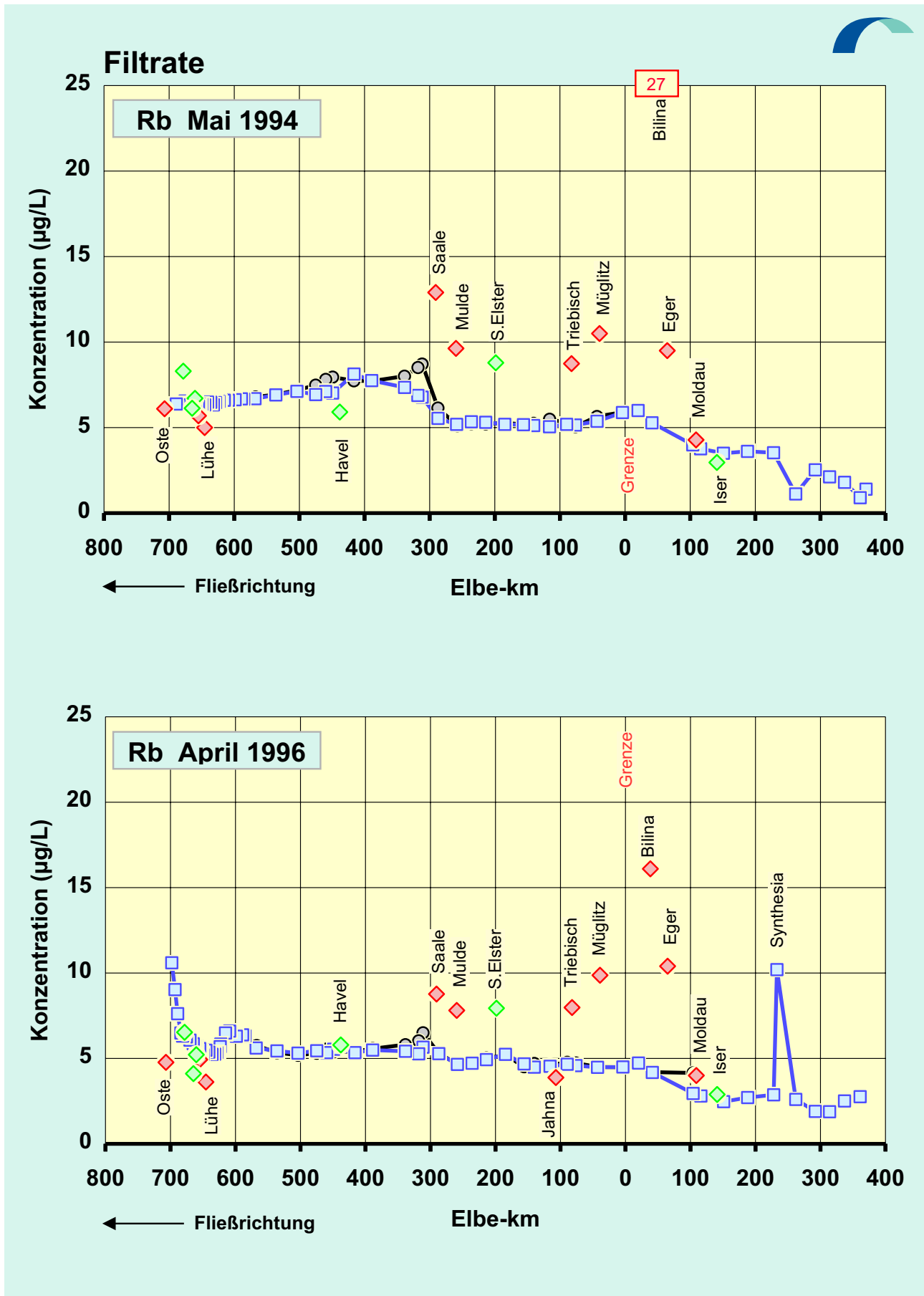


Abb.36b: Vergleich der **Rubidium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

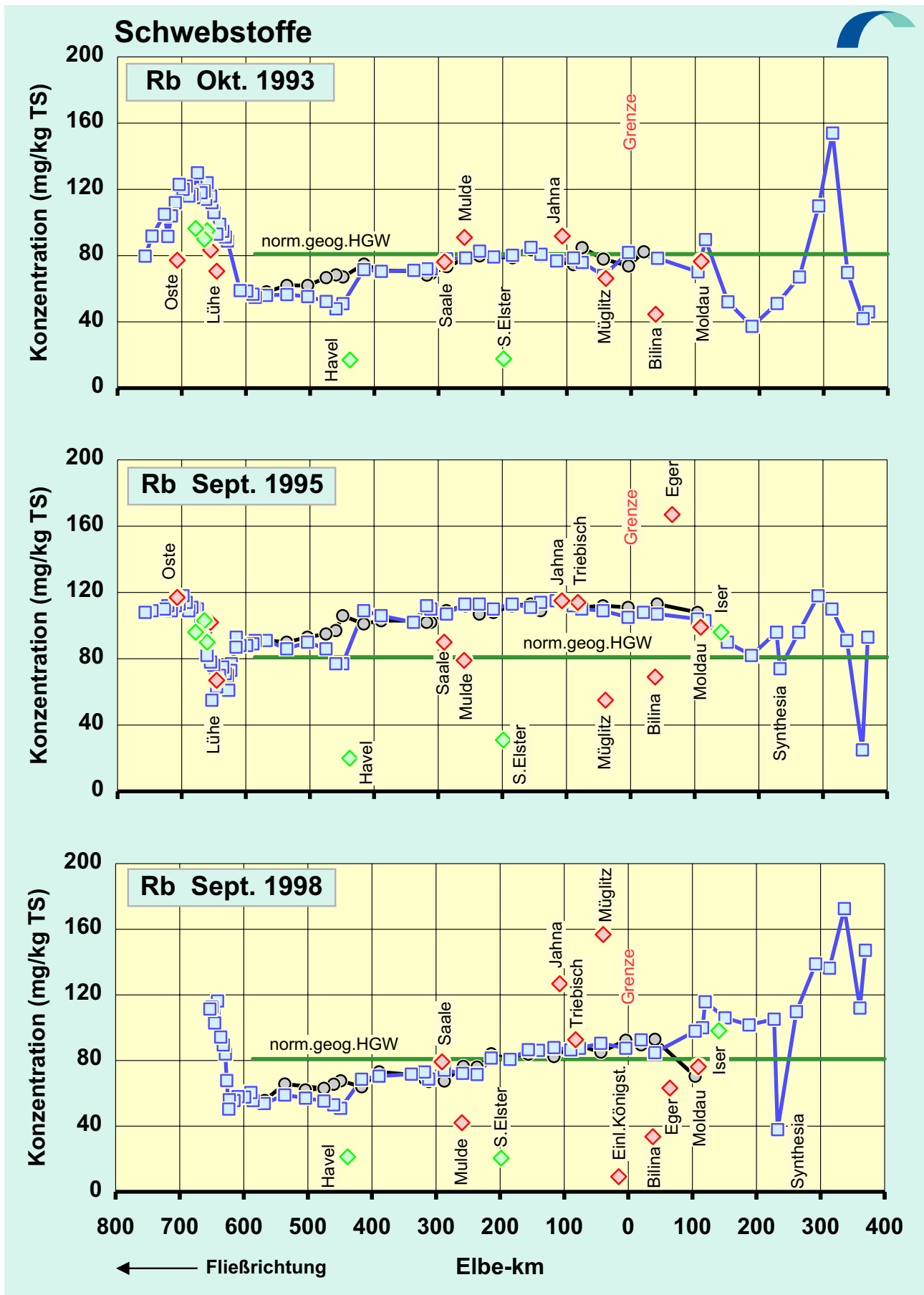


Abb.36c: Vergleich der **Rubidium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

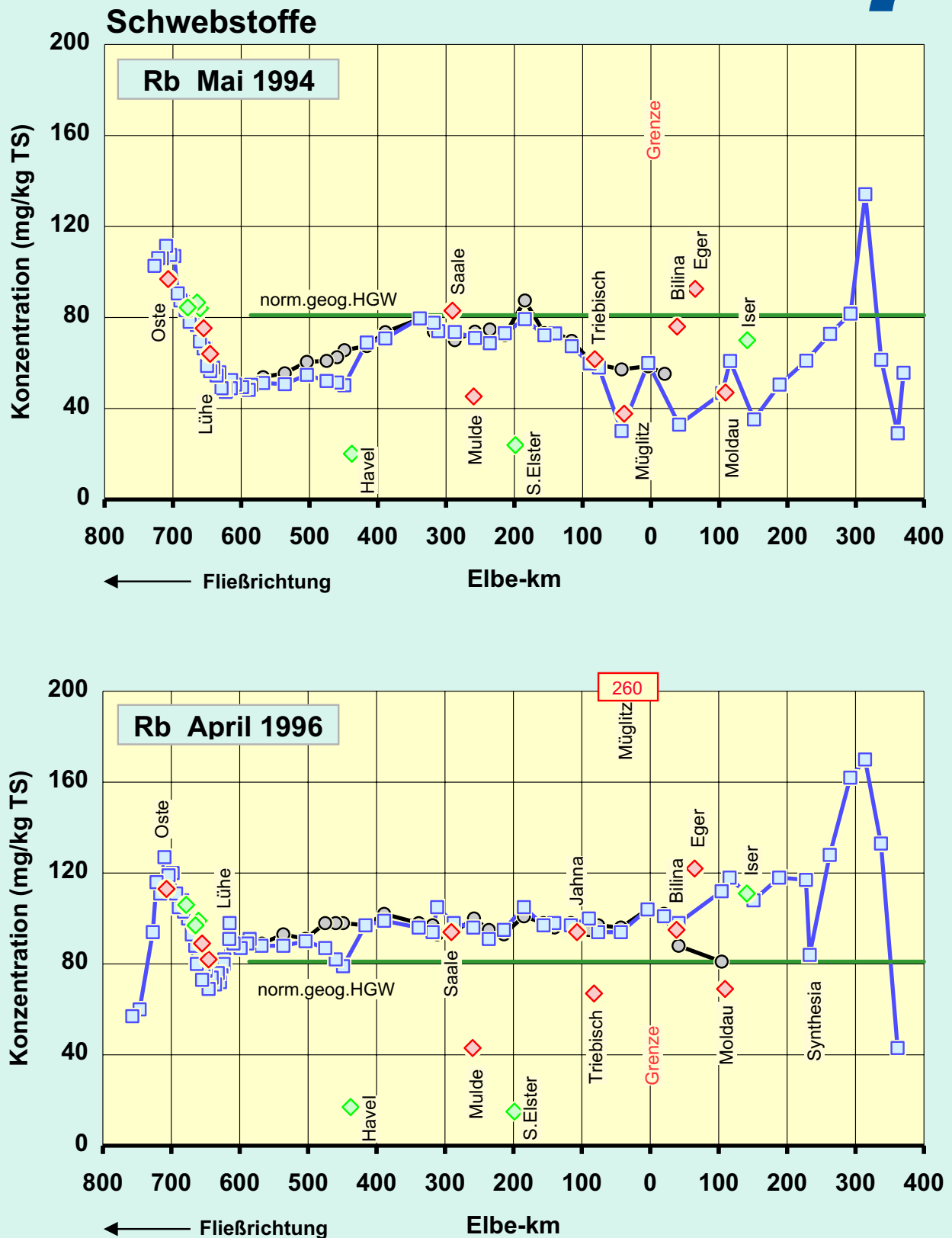


Abb.36d: Vergleich der **Rubidium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

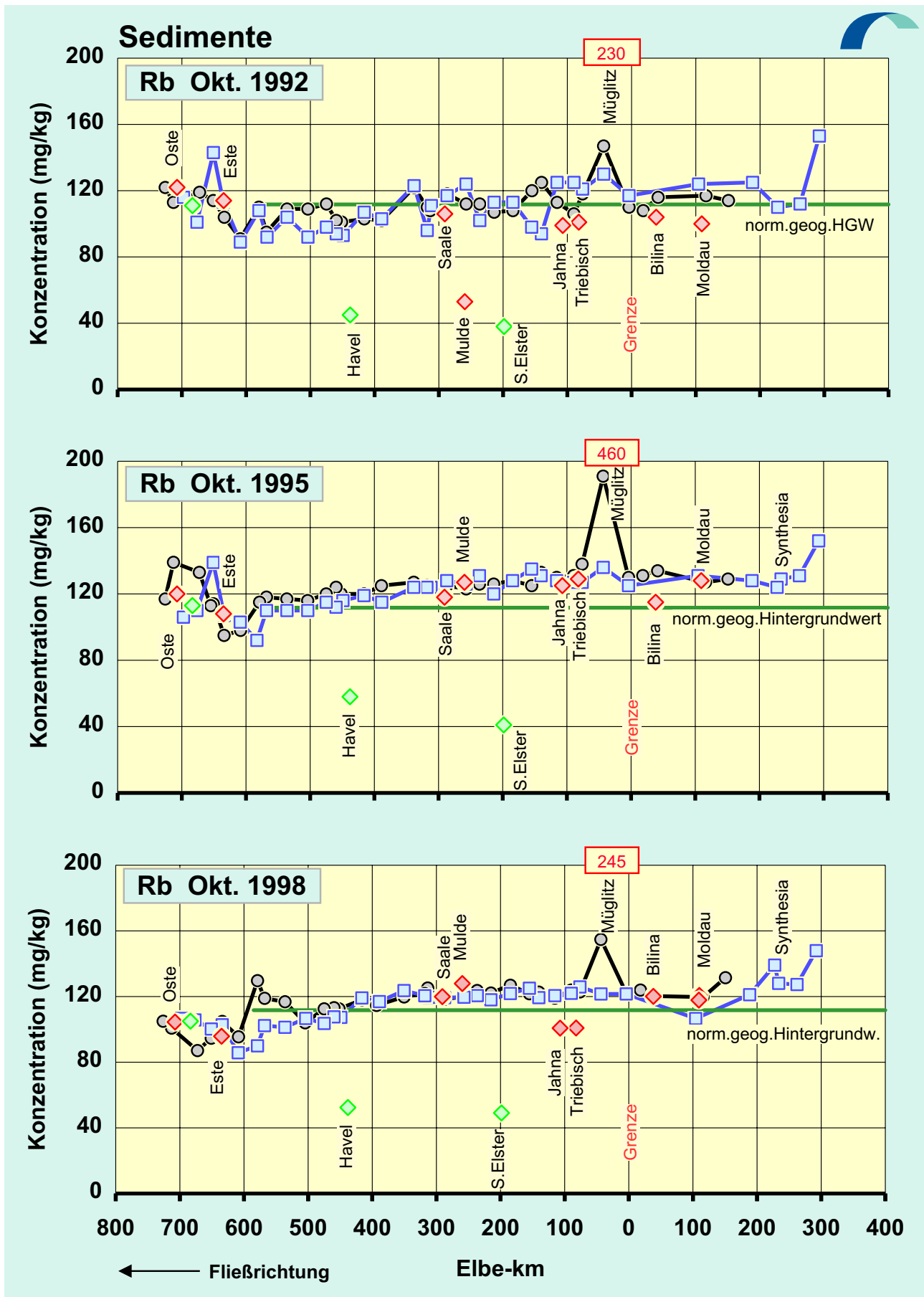


Abb.36e: Vergleich der **Rubidium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

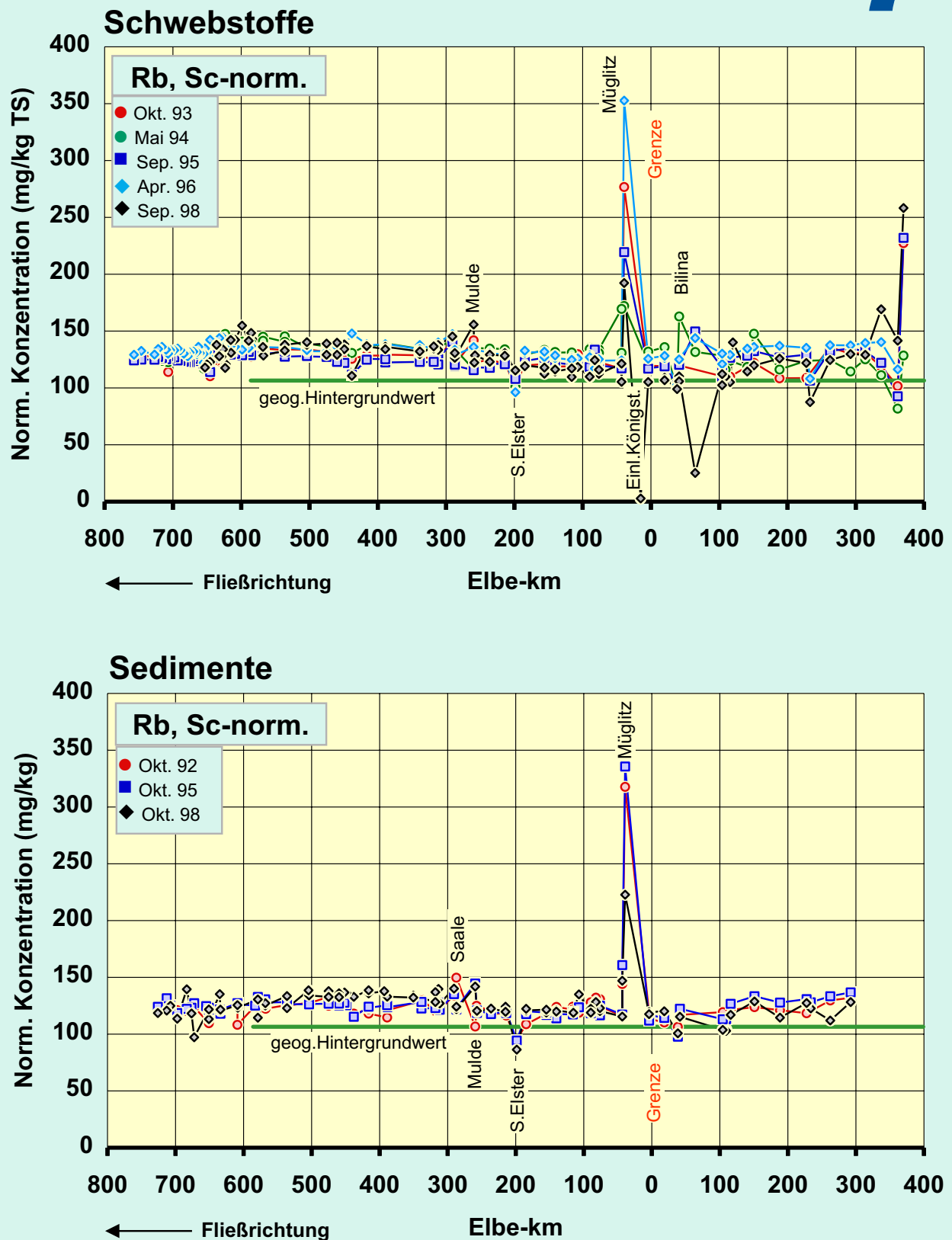


Abb.36f: Vergleich der Sc-normierten **Rubidium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Rb}^{norm} = C_{Rb} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Strontium



Sr

Strontium wird in der Tideelbe maritim und im mittleren Teil der Elbe stark durch die Saale beeinflusst, ähnlich wie die Elemente Natrium, Magnesium und Calcium. Das Element wird in der Elbe vor allem gelöst transportiert.

In den **Filtraten** der Elbe wurden Strontiumkonzentration von 7 µg/L im Quellbereich bis über 1,0 mg/L in der Salzwasserzone gefunden. Die Gehalte stiegen von der Quelle bis zur Moldaueinmündung zunächst an, wurden durch die Moldau abgesenkt, nahmen bis zur Saalemündung wieder ein wenig zu, wurden durch die Saale sprunghaft angehoben (besonders 1993, '94 und '98) und verblieben auf diesem Niveau etwa bis zum Salzwasserbereich. Die hohen Einträge der Saale in den Jahren 1993/'94 reduzierten sich 1995/'96 um ca. 30%, stiegen aber im Jahr 1998 wieder auf die alten Werte. Im deutschen Teil der Elbe, oberhalb des Saalezuflusses veränderten sich die Strontiumkonzentration während des Beprobungszeitraumes nur wenig und lagen konstant bei etwa 250 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die spezifische Strontiumkonzentrationen im Bereich von etwa 60 bis 300 mg/kg. Die Saale und 1998 auch die Eger brachten etwas stärker mit Strontium beladene Schwebstoffe in die Elbe ein. Ausgehend von den niedrigen Werten an der Quelle wuchsen die Gehalte zunächst deutlich an, zeigten dann bis zum Beginn der Tidezone einen annähernd konstanten Verlauf und nahmen schließlich noch einmal in Richtung Elbmündung zu.

Die Strontiumkonzentrationen der **Elbsedimente** lagen meist im Bereich von 150 bis 300 mg/kg, im Mittel etwas über denen der Schwebstoffe.

Nach der **Sc-Normierung** der Strontiumgehalte lagen die Konzentrationsverläufe der Schwebstoffproben von 1993 und '94 relativ eng beieinander, aber um etwa 50 % über den ebenfalls eng beieinander liegenden Verläufen der Proben von 1995 und '96. Der Verlauf für die 98er-Proben lag dazwischen. Dagegen fielen die normierten Profile der Sedimente von 1998 in etwa zusammen mit denen von 1995. Hohe Sr/Sc-Verhältnisse waren außer bei den Nebenflüssen Havel, Schwarze Elster u. a. noch im tschechischen Gebiet zwischen Lysa und Opatovice zu beobachten.

Strontium

Sr

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(432)	490	272	241	376
Mai 1994	(520)	579	297	257	518
Sept. 1995	(531)	350	207	208	337
April 1996	(420)	358	227	196	346
Sept. 1998	-	536	230	230	(318)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	206	177	171	180	181
Mai 1994	188	161	136	129	156
Sept. 1995	196	175	162	162	172
April 1996	199	160	152	136	155
Sept. 1998	-	144	158	168	149

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	222	242	211	229	229
Okt. 1995	202	204	183	198	197
Okt. 1998	209	191	178	169	182

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	125 - 190	92 - 145	101 - 154	92 - 190
Auensedimente / Mittelw.	150	125	122	132
normiert für Sedimente				96
normiert für Schwebstoffe				70

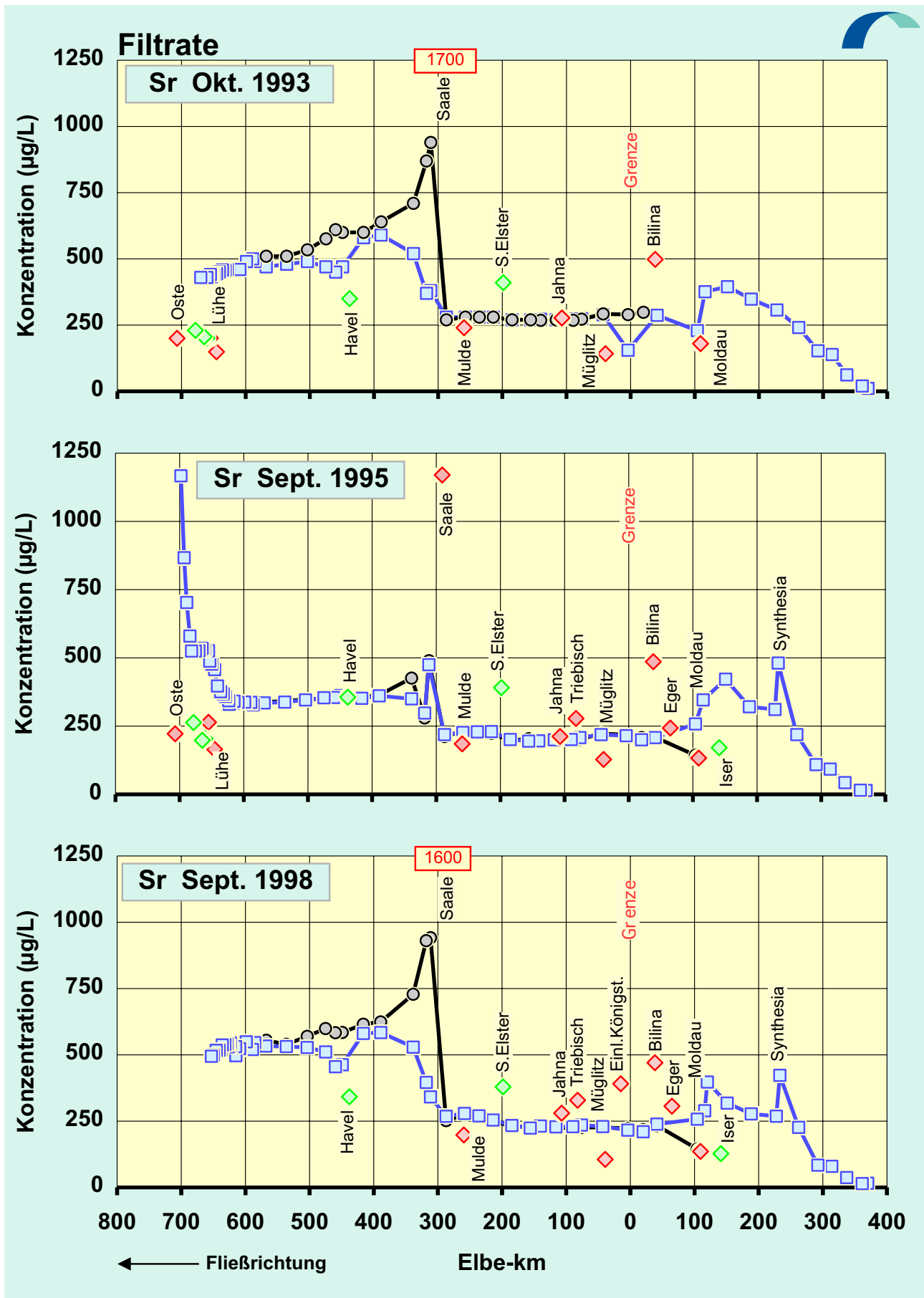


Abb.37a: Vergleich der **Strontium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

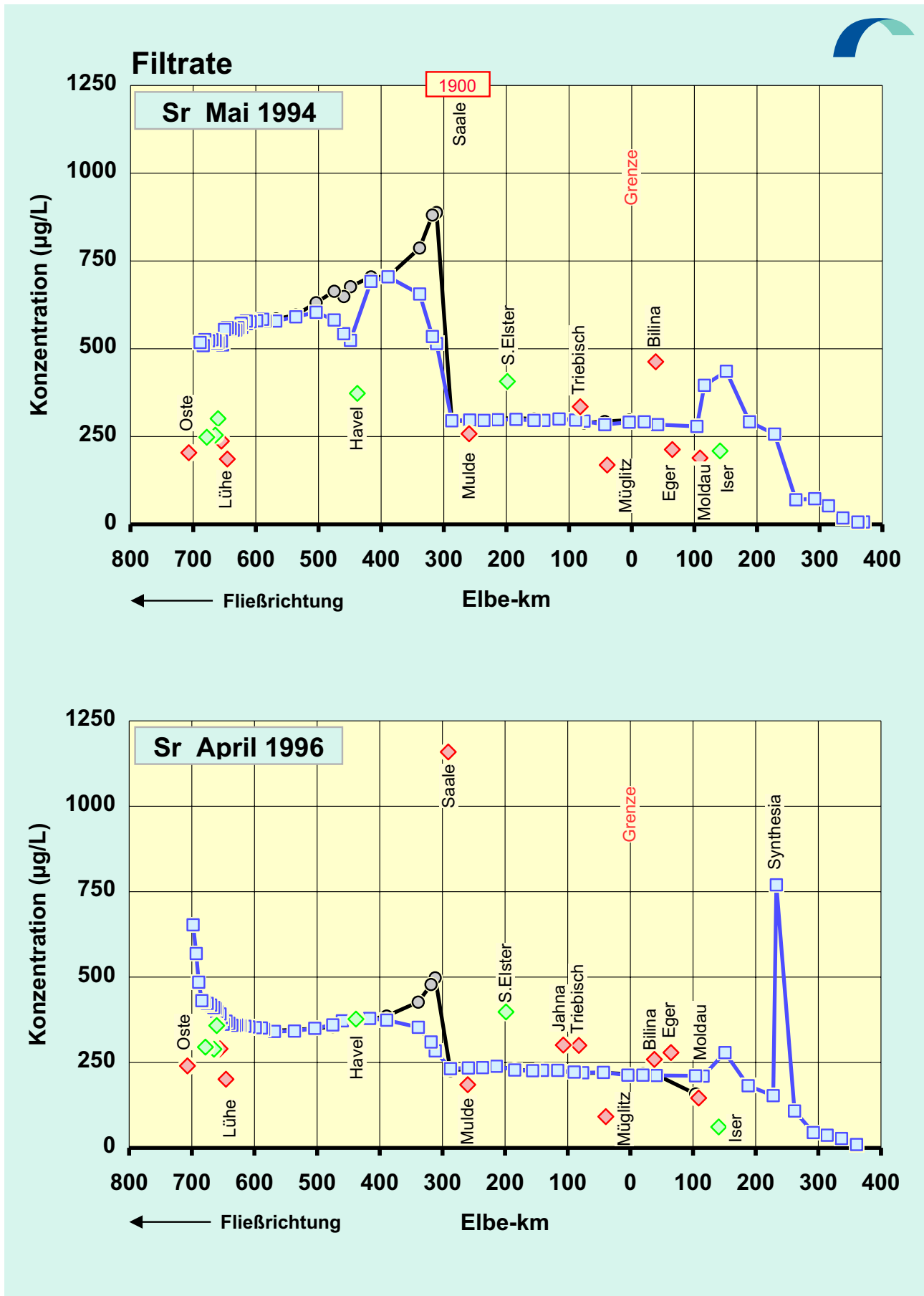


Abb.37b: Vergleich der **Strontium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

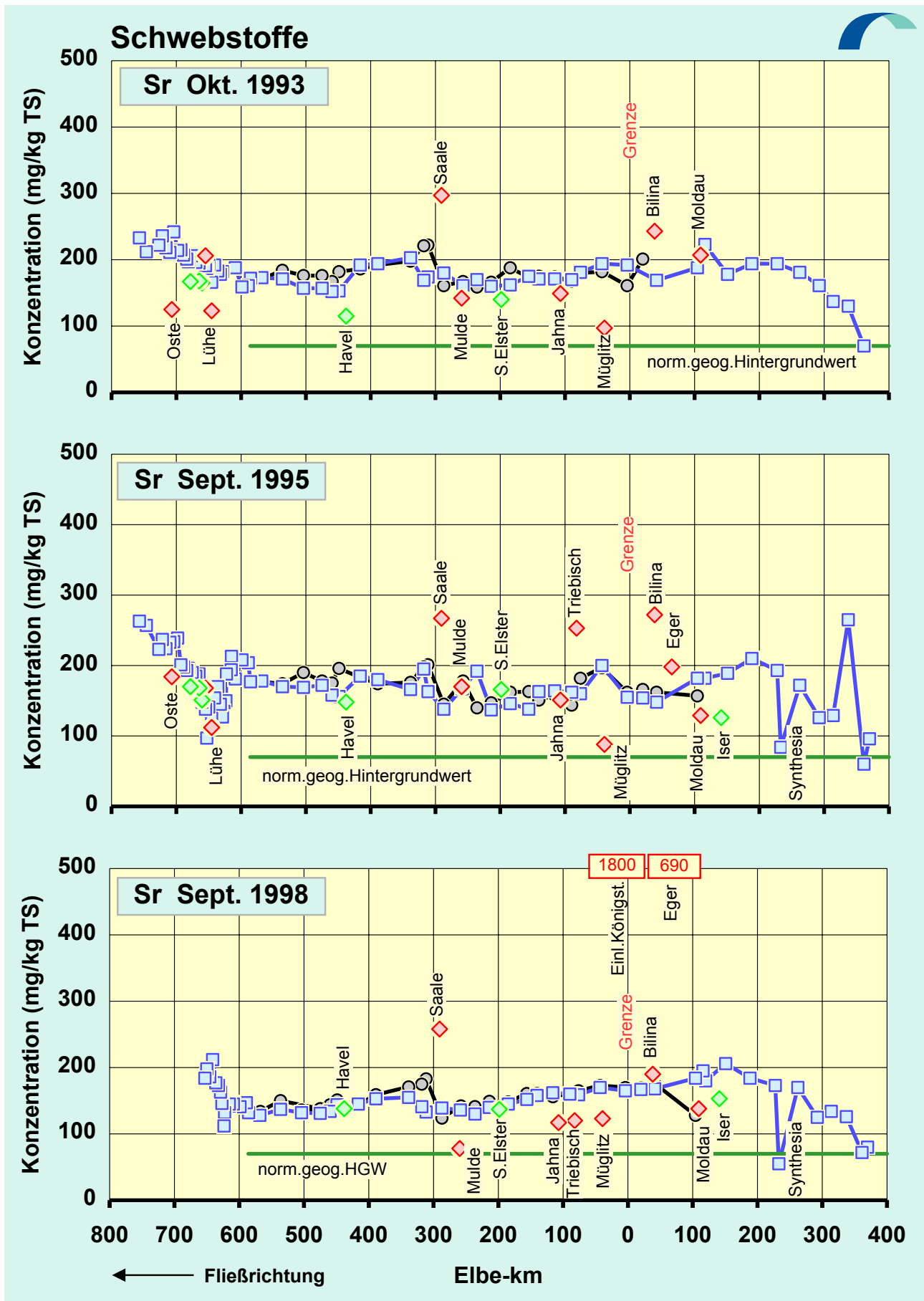


Abb.37c: Vergleich der **Strontium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

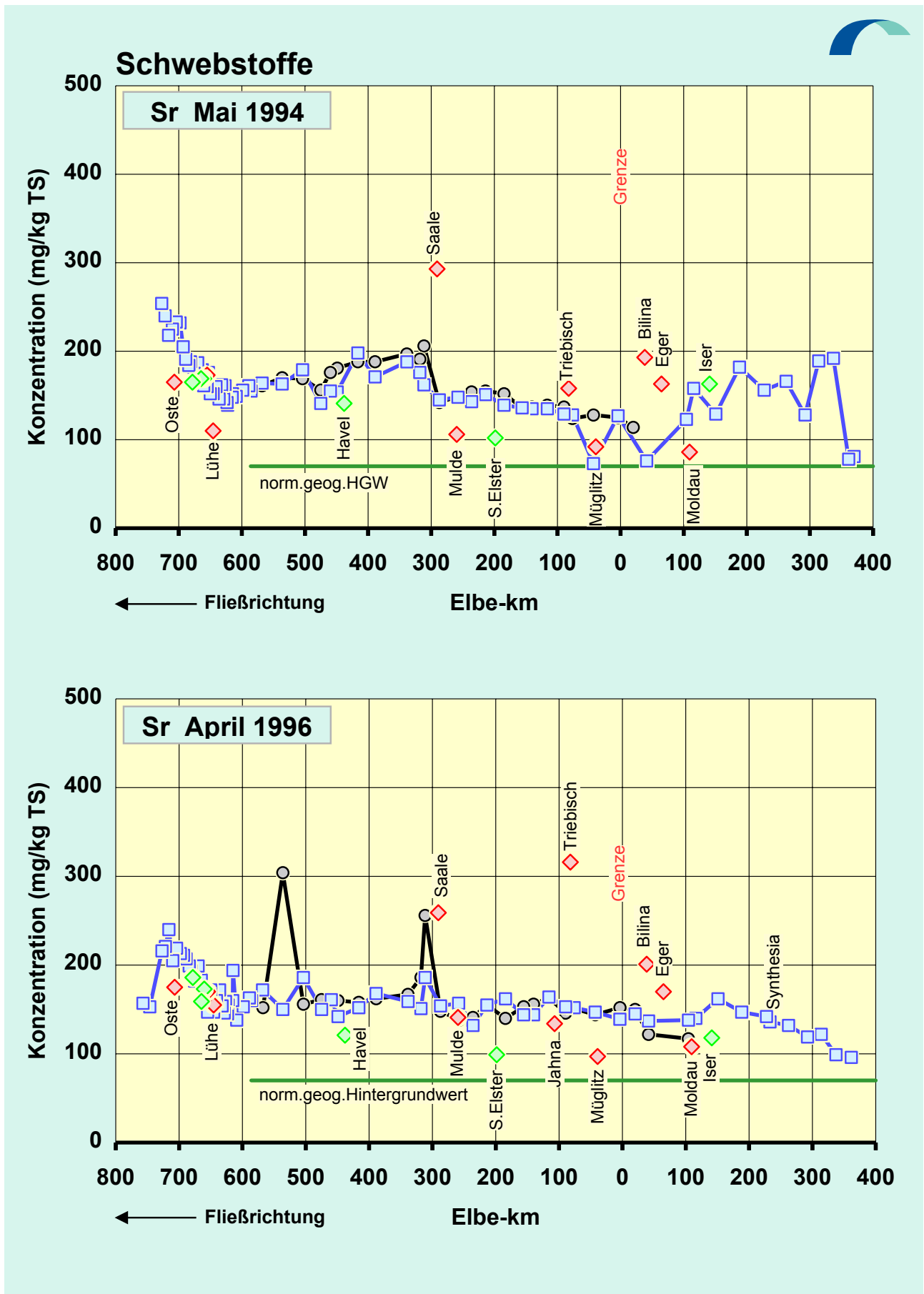


Abb.37d: Vergleich der **Strontium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

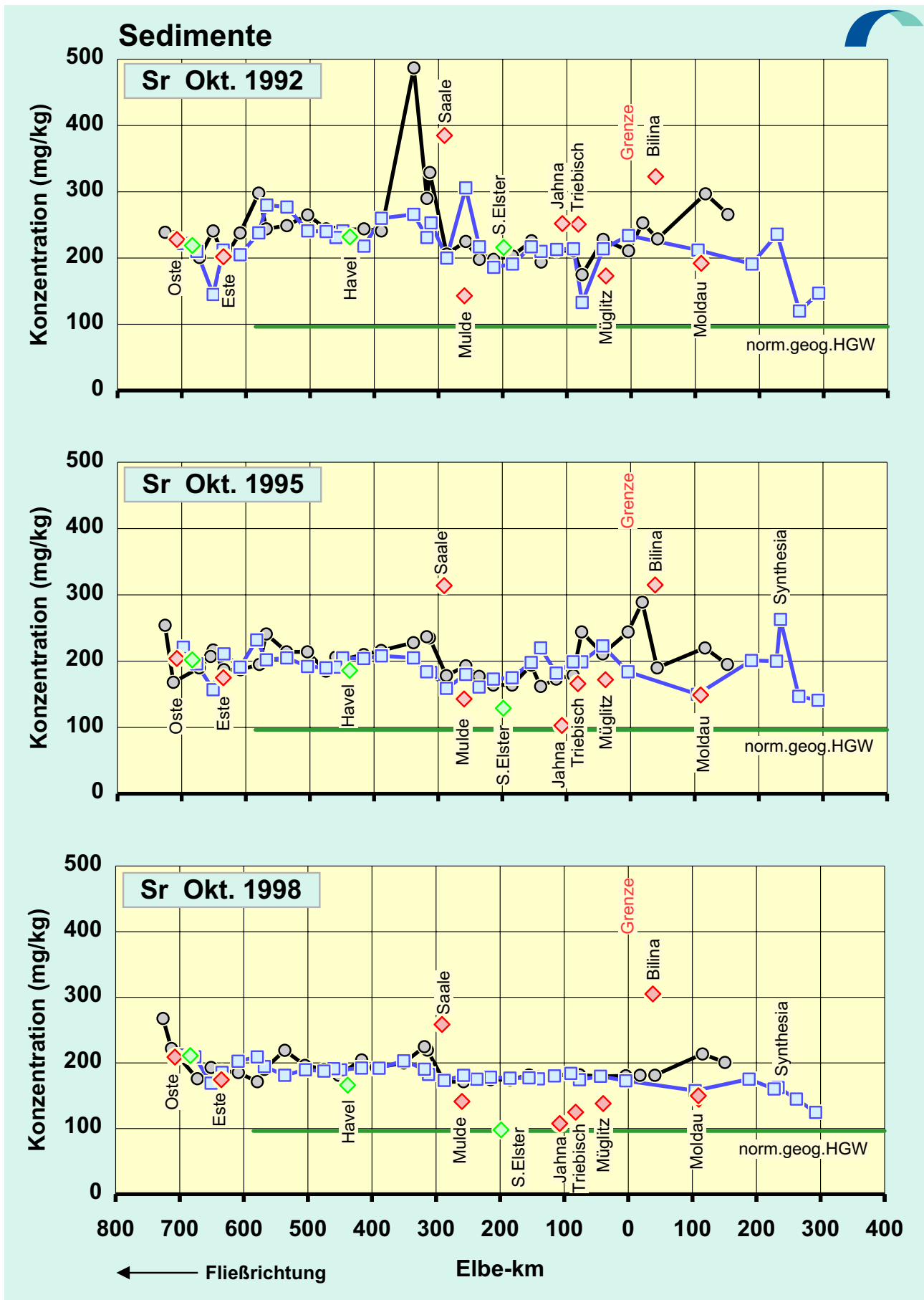


Abb.37e: Vergleich der **Strontium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

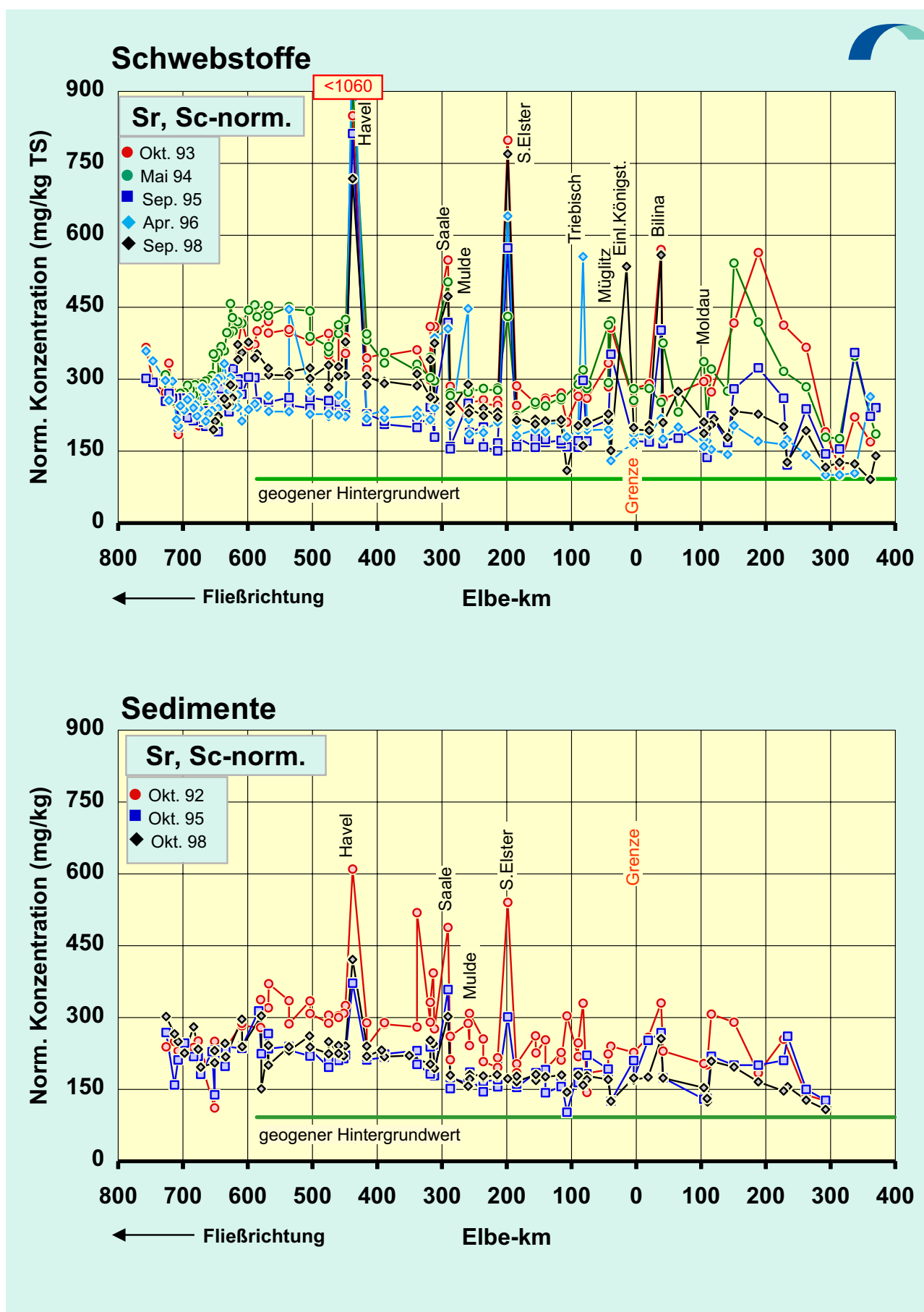


Abb.37f: Vergleich der Sc-normierten **Strontium**-Konzentrationen in der **Schwabstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Sr}^{norm} = C_{Sr} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Yttrium



Y

Yttrium ist in der Elbe im Wesentlichen geogen beeinflusst. Es wird zu über 85 % am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** konnte erst in den Proben ab 1995 Yttrium nachgewiesen werden. Es wurden meist Konzentrationen im Bereich von 0,02 µg/L (Nachweisgrenze) bis 0,1 µg/L gemessen. Nur im Quellbereich (1998: bis 8,1 µg/L) und vor allem direkt unterhalb des Synthesia-Einleiters (1995: 35 µg/L und 1996: 28 µg/L) wurden wesentlich höhere Werte gefunden. Ausgehend von hohen Werten an der Quelle fielen die Konzentrationen auf den ersten 100 km zunächst steil und dann bis zur Mündung nur noch langsam ab.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Konzentrationen von 7 bis meist 30 mg/kg, im Quellbereich bis 390 mg/kg ermittelt. Im Gegensatz zu den gelösten waren die partikulär gebundenen Yttriumgehalte bei den Synthesia-Werken wenig auffällig. Dafür wurde bei dem 1998 beprobten Einleiter unterhalb von Königstein mit 3,1 g/kg ein sehr hoher Wert aufgefunden. Ähnlich wie die Filtrat- so fielen auch die spezifischen Schwebstoffgehalte auf den ersten 100 km stark und anschließend deutlich langsamer ab. In der Trübungszone nahmen sie wieder zu. Im deutschen Teil der Elbe ähnelten die Konzentrationsverläufe des Yttriums denen anderer geogen beeinflusster Elemente. Im Mittel wurden 1994 die niedrigsten und 1995 die höchsten spezifischen Gehalte gemessen.

Für die Konzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** wurden Werte im Bereich von etwa 20 bis 45 mg/kg ermittelt. Der Verlauf der Längsprofile zeigte einen kontinuierlichen Abfall in Fließrichtung, wobei die Gehalte für 1998 und '95 über denen von 1992 lagen.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Yttriumkonzentrationen von Schwebstoffen und Sedimenten zeigen gegenüber denen der unnormierten einen deutlich geglätteten Verlauf. Der geogene Charakter des Elements kommt durch den im Allgemeinen annähernd konstanten Wert des Y/ Sc-Verhältnisses zum Ausdruck. Wie auch bei vielen Lanthanoiden heben sich nur die Werte im Quellbereich, im Bereich der Synthesia-Werke und in den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde von denen der übrigen deutlich ab.

Yttrium

Y

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,1
Mai 1994					< 0,1
Sept. 1995	(0,040)	0,054	0,064	0,060	0,058
April 1996	(0,039)	0,050	0,079	0,095	0,055
Sept. 1998	-	0,027	0,036	0,058	0,030

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	20	15	19	25	18
Mai 1994	19	13	17	32	16
Sept. 1995	22	22	26	25	24
April 1996	22	19	19	23	19
Sept. 1998	-	15	22	24	18

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	23	26	27	26	26
Okt. 1995	28	32	33	33	32
Okt. 1998	29	28	34	30	31

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	17 - 63	31 - 45	23 - 49	17 - 63
Auensedimente / Mittelw.	39	40	37	38
normiert für Sedimente				28
normiert für Schwebstoffe				20

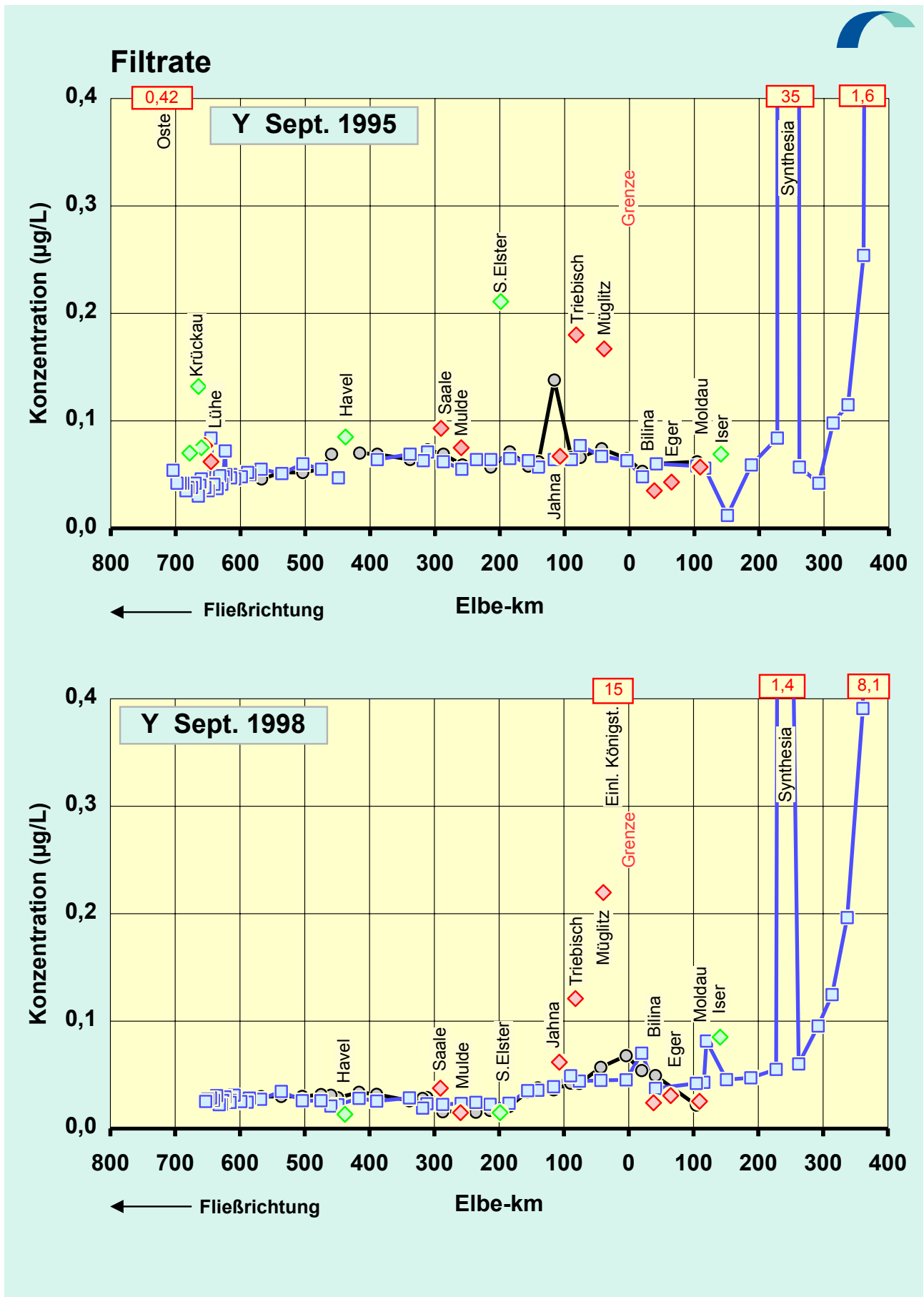


Abb.38a: Vergleich der **Yttrium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Oktober 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

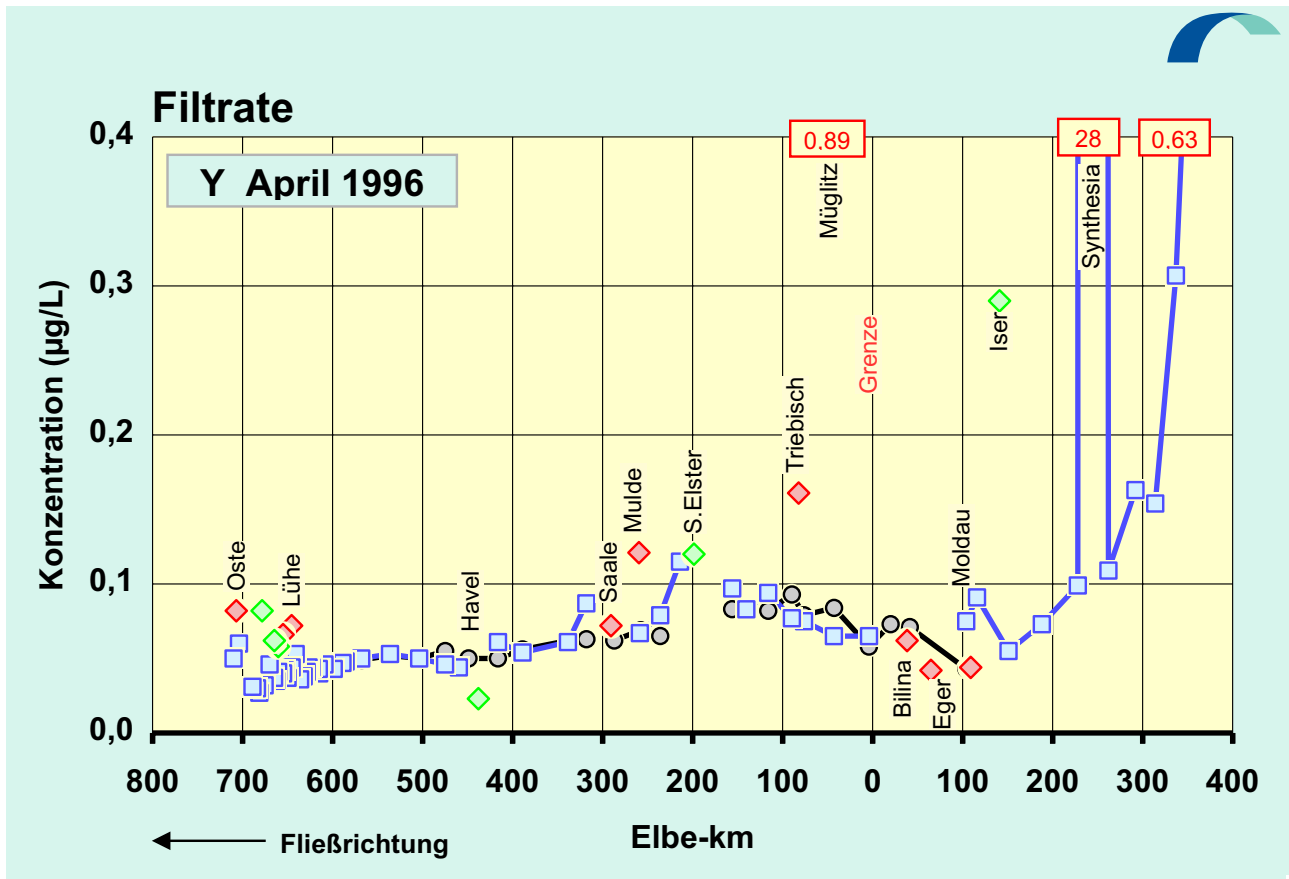


Abb.38b: Yttrium-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

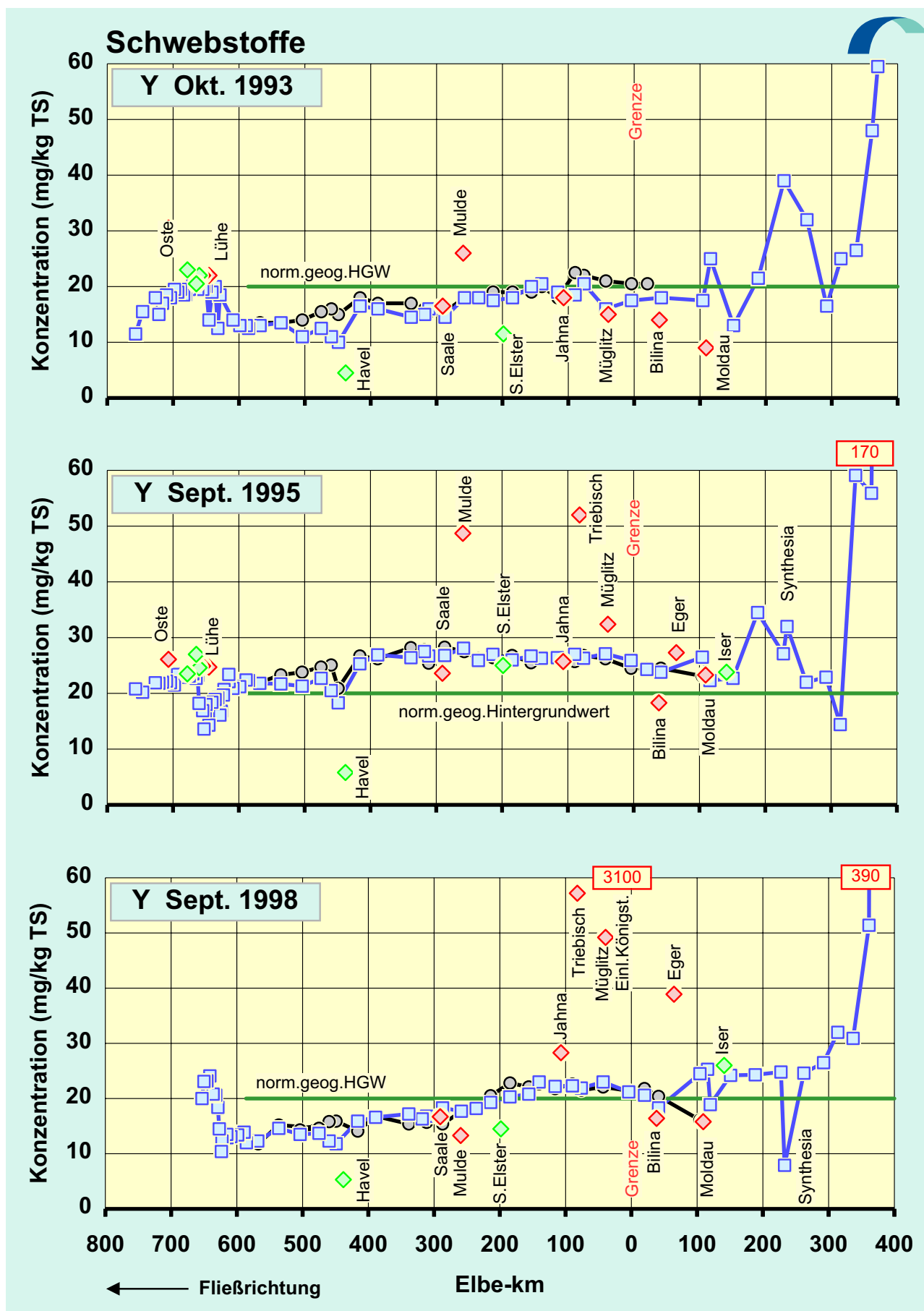
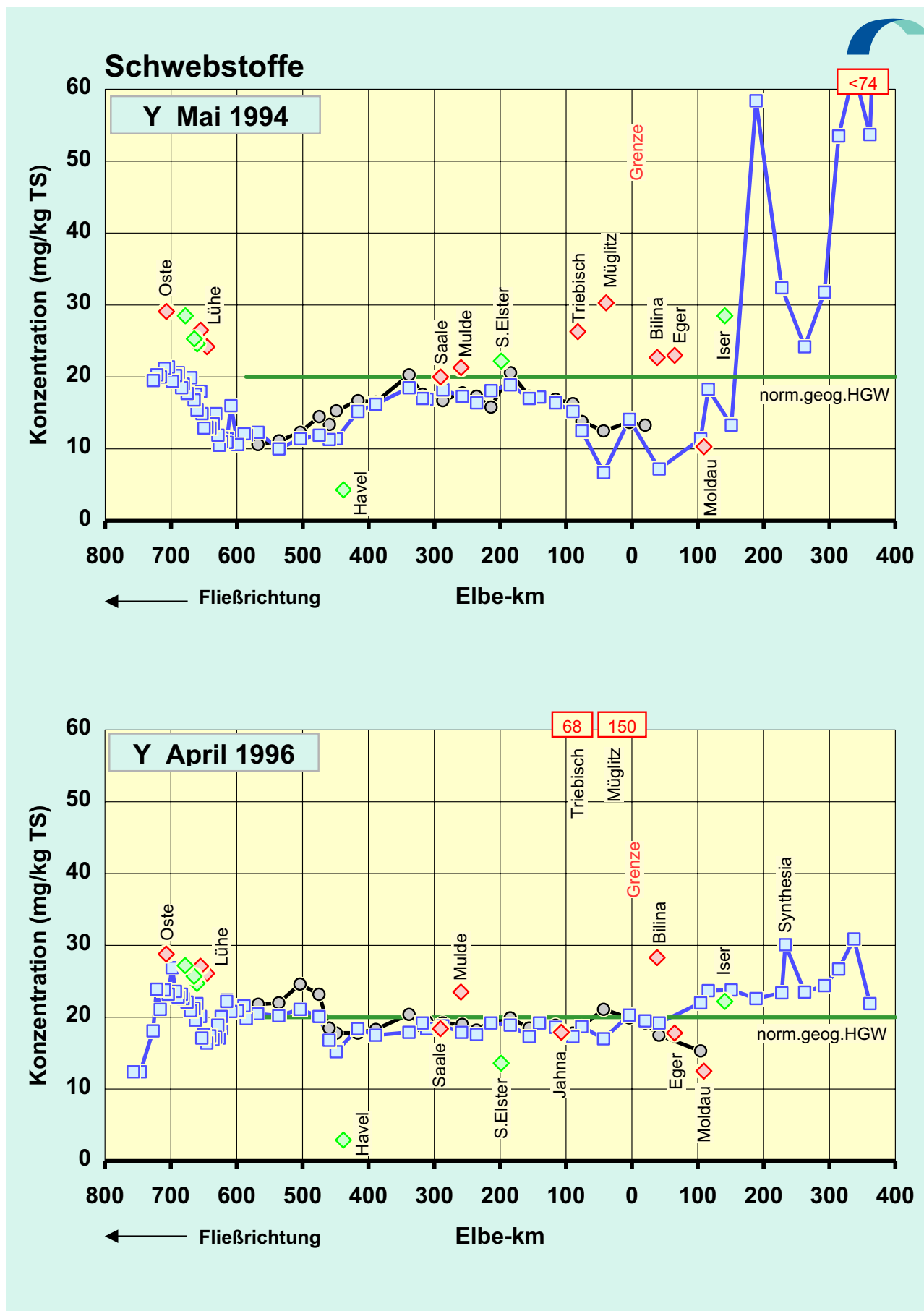


Abb.38c: Vergleich der **Yttrium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



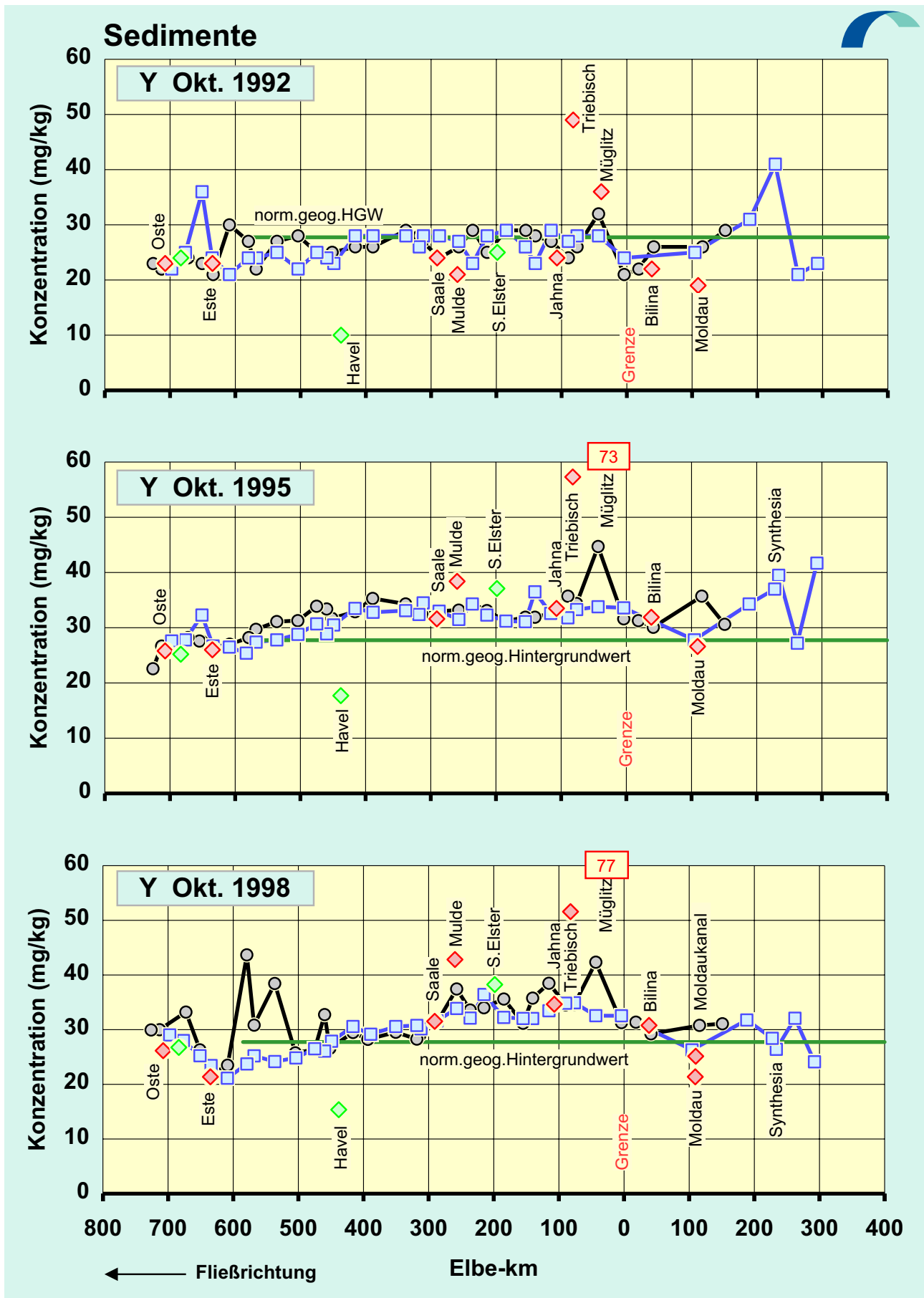


Abb.38e: Vergleich der **Yttrium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

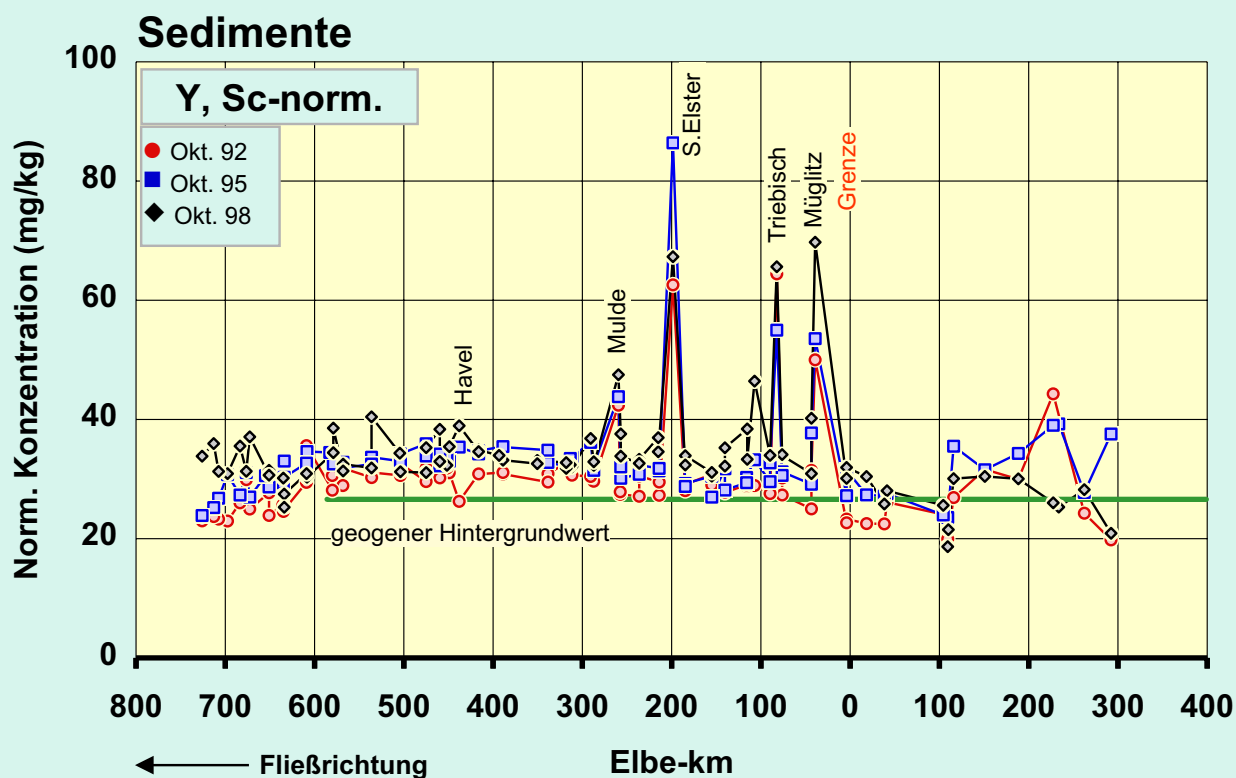
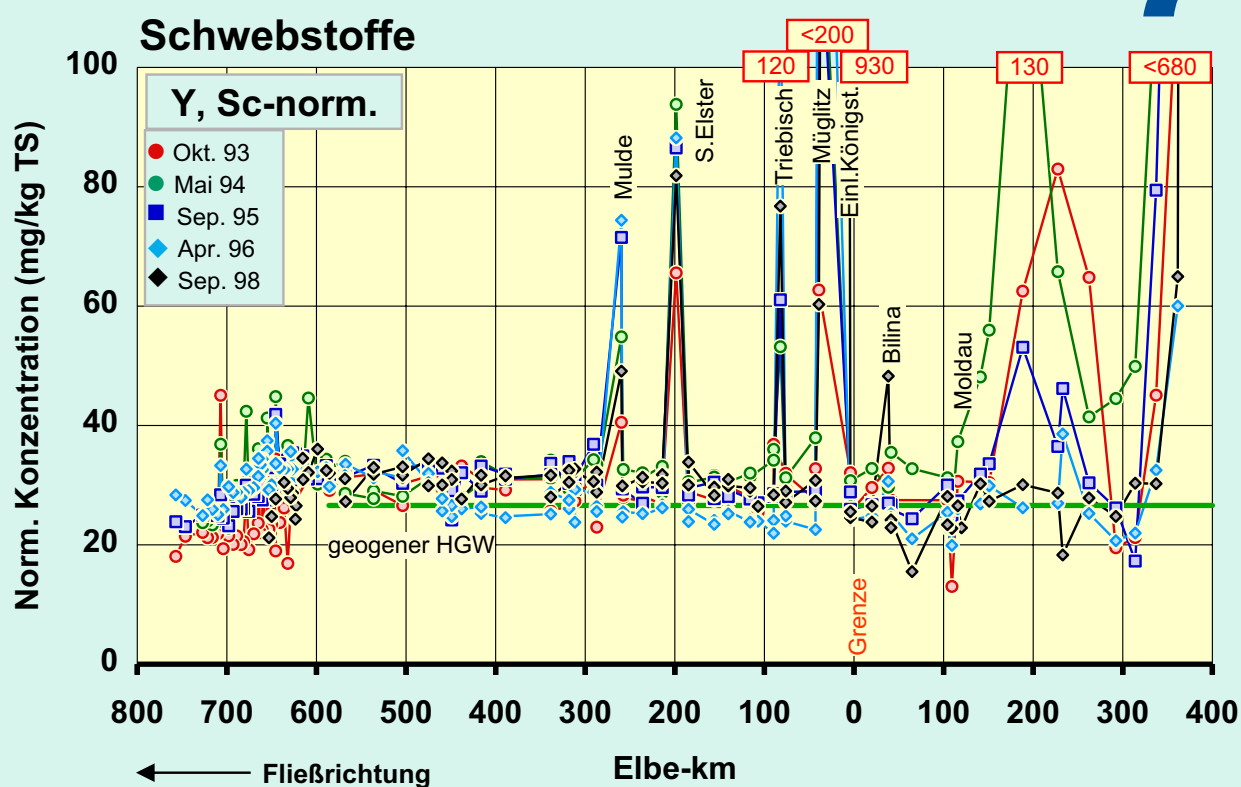


Abb.38f: Vergleich der Sc-normierten **Yttrium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_Y^{norm} = C_Y / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Zirkonium



Zr

Zirkonium kann für die Elbe im Allgemeinen als geogen beeinflusstes Element betrachtet werden. Es ist zu über 90 % partikulär gebunden. Zirkonium ist in der Natur mit Hafnium vergesellschaftet.

In den **Filtraten** war Zirkonium aufgrund der niedrigen Konzentrationen in vielen Proben nicht bestimmbar ($< 0,04 \mu\text{g/L}$). Wesentlich höhere Gehalte wurden aber bei den Synthesia-Werken gefunden (1995: $1,1 \mu\text{g/L}$, 1996: $9,0 \mu\text{g/L}$). Die zeitliche und örtliche Varianz war, soweit feststellbar, gering.

Die spezifischen Zirkoniumkonzentrationen der **Elbschwebstoffe** erstreckten sich von 40 bis 400 mg/kg. Wie auch bei anderen geogen beeinflussten Elementen, waren die relativ hohen Werte in der Trübungszone typisch. Im gesamten Elbverlauf lagen die Gehalte der Schwebstoffe von 1995/'96 aufgrund einer Reduzierung organischer Einleitungen deutlich über denen der Jahre 1993/'94. Die Werte und das Profil der Proben von Herbst 1998 ähnelten allerdings wieder denen von Oktober 1993.

In den **Sedimenten** wurden Gehalte im Bereich von 120 bis 550 mg/kg gemessen. 1995 war dabei das Konzentrationsniveau etwas höher als 1992 und 1998. Die Profile glichen einander und ähnelten denen der Schwebstoffe.

Die **Scandium-Normierung** der Zirkoniumkonzentrationen glättet die Längsprofile der verschiedenen Kampagnen und bringt sie enger zusammen. Es ist ein langsamer Anstieg von der Quelle bis zum Ästuar zu beobachten. Für die Schwebstoffe der Tideelbe sind die Frühjahrs- und Herbstkampagnen deutlich voneinander zu unterscheiden. Während für die Schwebstoffe vom Mai '94 bzw. April '96 aus der Trübungszone besonders hohe Zr/Sc-Verhältnisse gefunden werden, fallen die entsprechenden Werte für Oktober '93 bzw. September '95 und '98 kaum aus dem Rahmen der übrigen.

Zirconium

Zr

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,07
Mai 1994					< 0,07
Sept. 1995	0,040	0,065	0,055	0,041	0,055
April 1996	(0,054)	0,054	0,058	0,040	0,054
Sept. 1998					< 0,07

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	139	135	179	124	148
Mai 1994	218	124	162	116	147
Sept. 1995	159	175	222	153	184
April 1996	202	193	201	192	196
Sept. 1998	-	125	168	150	142

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	257	238	243	223	242
Okt. 1995	319	260	298	244	282
Okt. 1998	433	241	254	226	242

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	146 - 400	264 - 391	143 - 451	143 - 451
Auensedimente / Mittelw.	268	325	296	296
normiert für Sedimente				216
normiert für Schwebstoffe				157

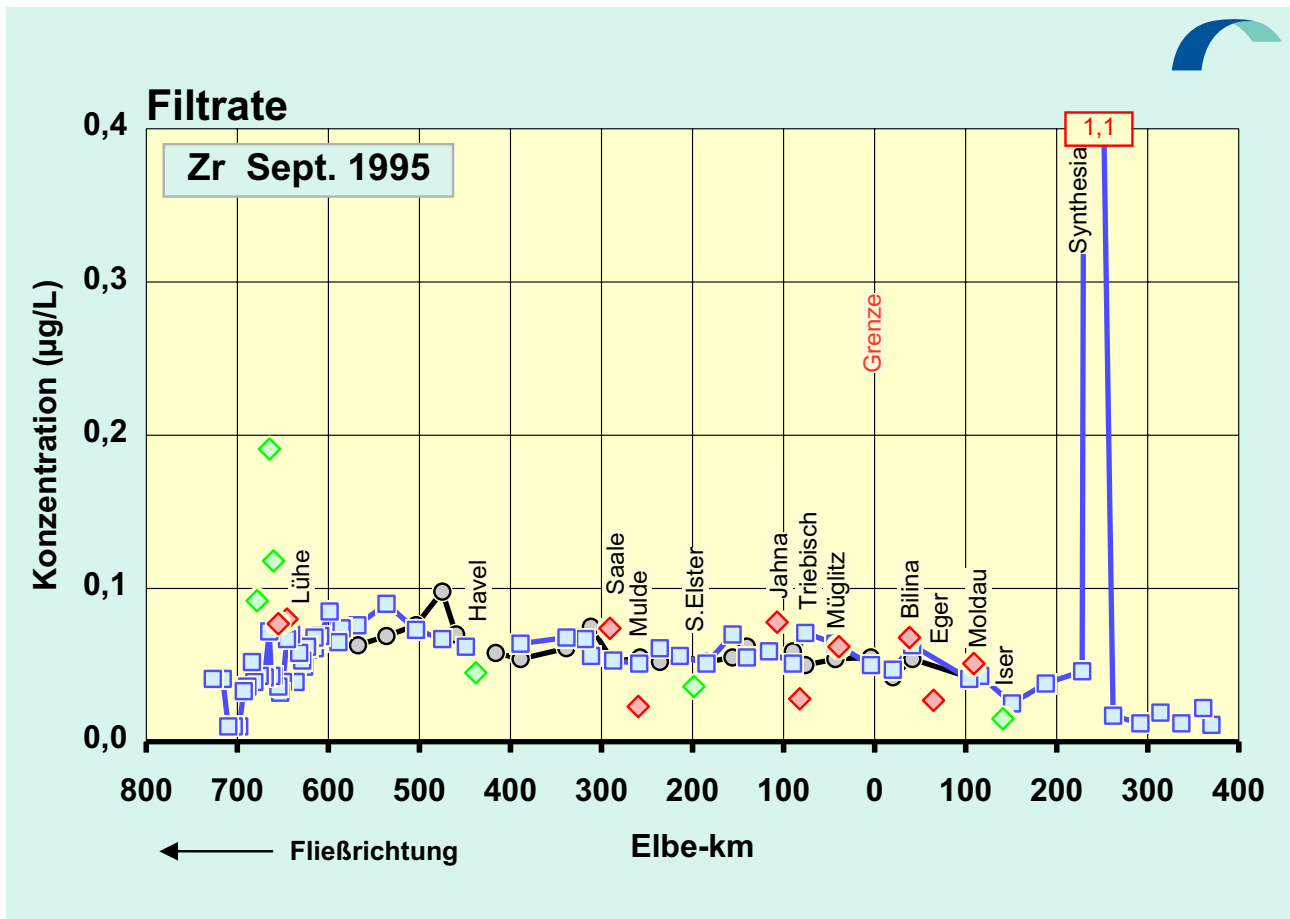


Abb.39a: Zirkonium-Konzentrationen in den Filtraten der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / (Okt. 1993 und Sept. 1998 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

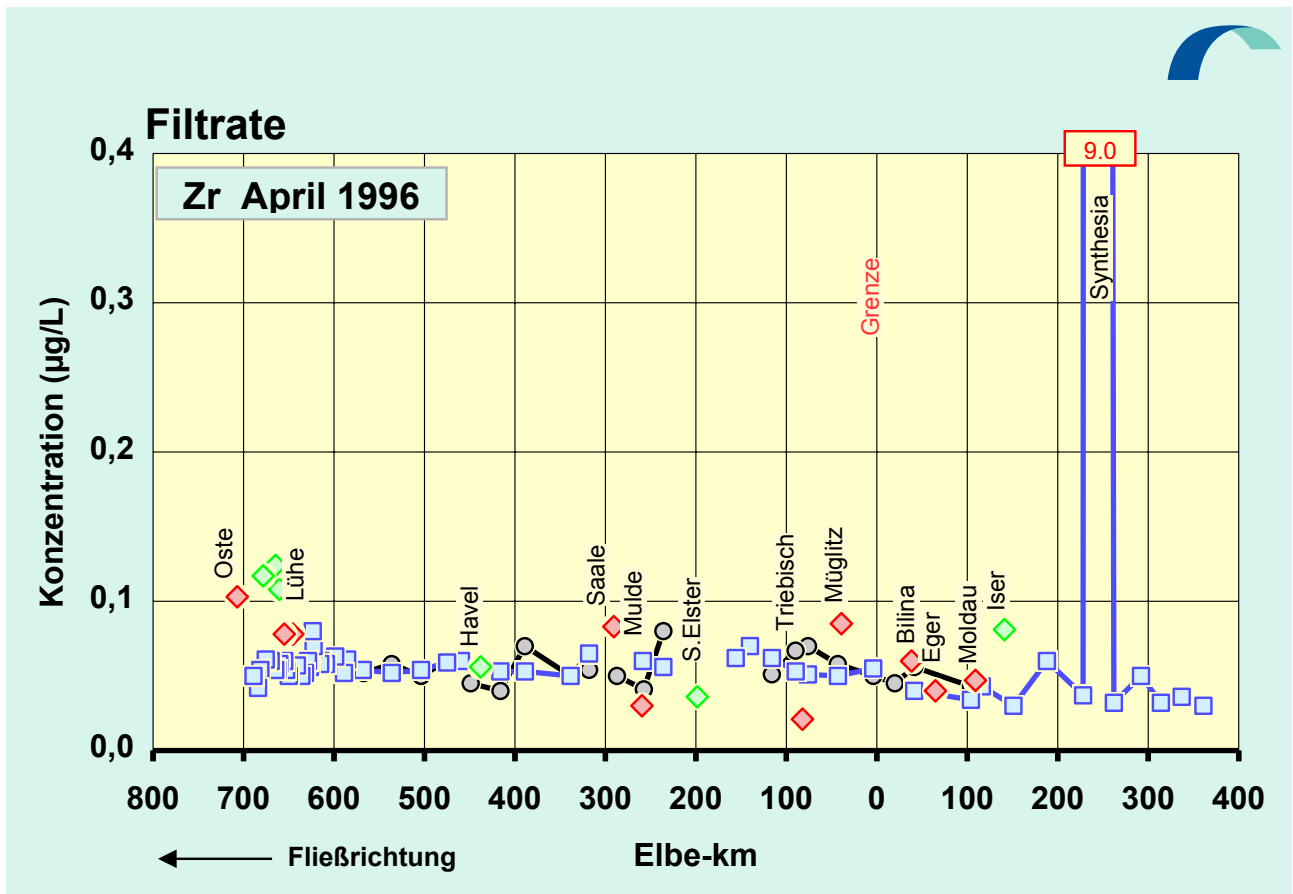


Abb.39b: Zirkonium-Konzentrationen in den Filtraten der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

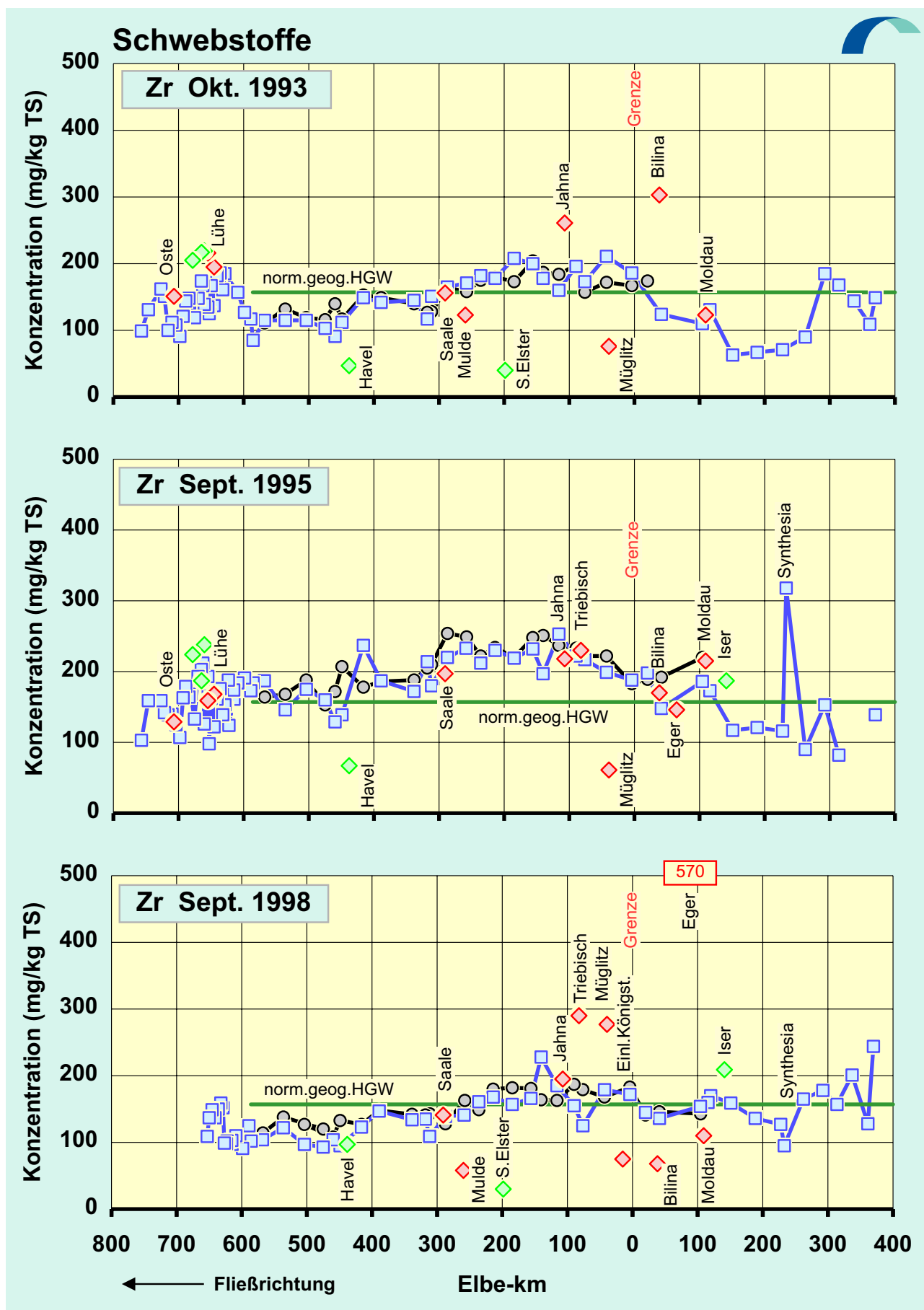
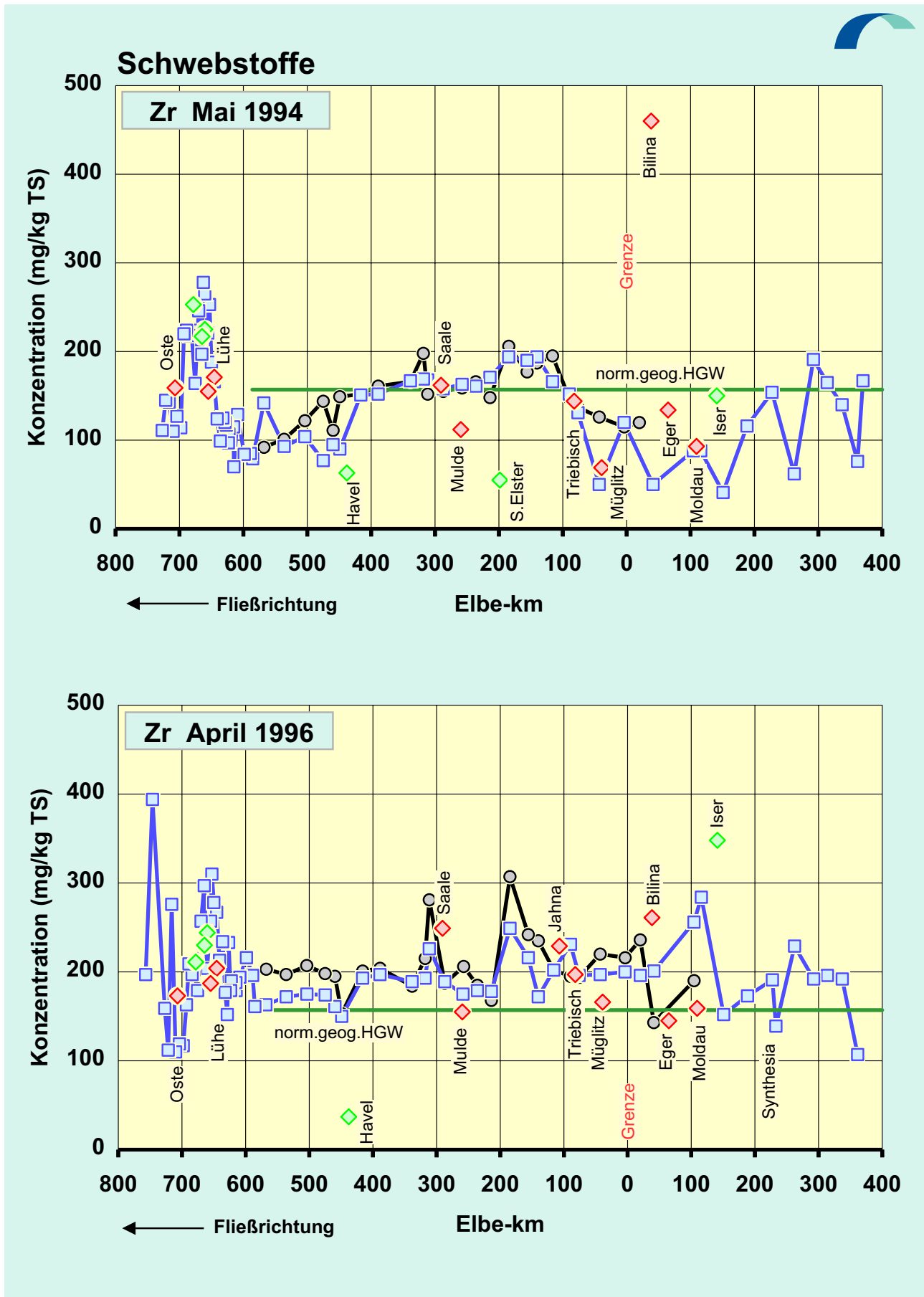


Abb.39c: Vergleich der **Zirkonium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



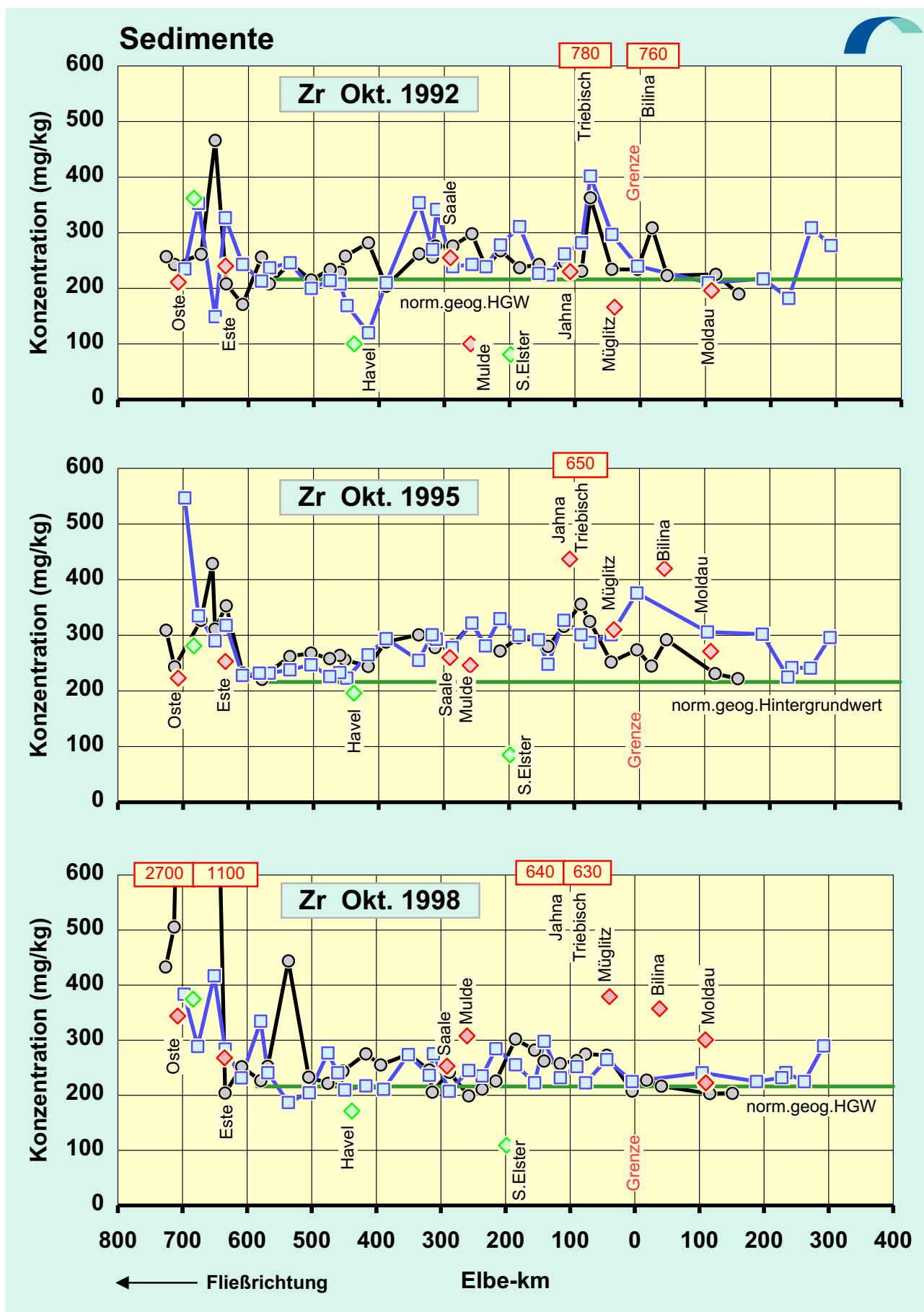


Abb.39e: Vergleich der **Zirkonium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

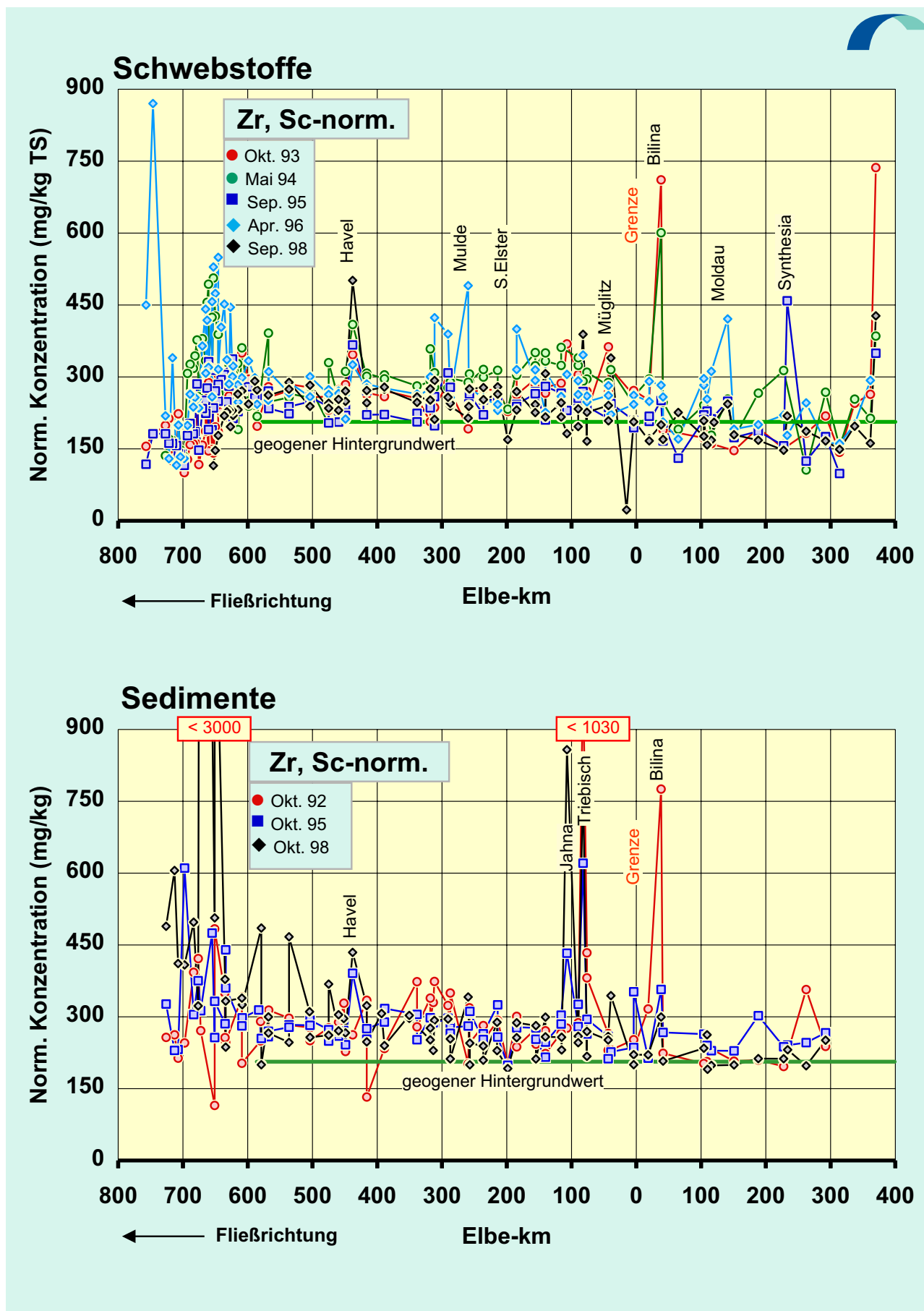


Abb.39f: Vergleich der Sc-normierten **Zirkonium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Zr}^{norm} = C_{Zr} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Niob

Nb

Niob wird in der Elbe meist geogen beeinflusst. Es wird in der Wasserphase fast ausschließlich partikulär gebunden transportiert.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen fast immer unterhalb der Bestimmungsgrenze der ICP-MS (0,05 µg/L). Bei den Synthesia-Werken wurden jedoch 1995 und 1996 sehr hohe Niobkonzentrationen von 0,9 bzw. 4,8 µg/L gefunden.

Die Gehalte in den **Schwebstoffen** reichten von 2,6 bis 18 mg/kg. Die Längsprofile zeigten den von anderen geogenen Elementen bekannten Verlauf. Dies bedeutete relativ hohe Werte um Verdek, in der mittleren Elbe und in der Trübungszone der Tideelbe, wobei die Ausprägung des Profils bis 1996 deutlich nachließ und die Konzentrationen über weite Bereiche der Elbe nur noch wenig streuten. Die Synthesia-Werke leiteten Niob, zumindest zeitweise, auch in hohem Maße partikulär gebunden in die Elbe ein (1993: 153 mg/kg).

Für die **Sedimente** wurden Gehalte von 14 bis 30 mg/kg gemessen. Die Konzentrationslängsprofile stiegen bis Pillnitz schwach an und fielen dann bis zur Mündung der Elbe langsam ab.

Die **Sc-normierten** Längsprofile von Niob streuen etwas mehr als von anderen geogenen Elementen bekannt. Die starke anthropogene Beeinflussung durch die Synthesia-Werke wird aber sehr deutlich.

Niob

Nb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	13	10	13	10	12
Mai 1994	12	8	11	8	11
Sept. 1995	13	12	16	12	13
April 1996	12	13	14	14	13
Sept. 1998	-	8	13	11	11

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	18	21	24	24	22
Okt. 1995	17	20	23	20	20
Okt. 1998	15	16	18	15	16

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	20 - 29	14 - 22	14 - 26	14 - 29
Auensedimente / Mittelw.	23	21	20	21
normiert für Sedimente				15
normiert für Schwebstoffe				11

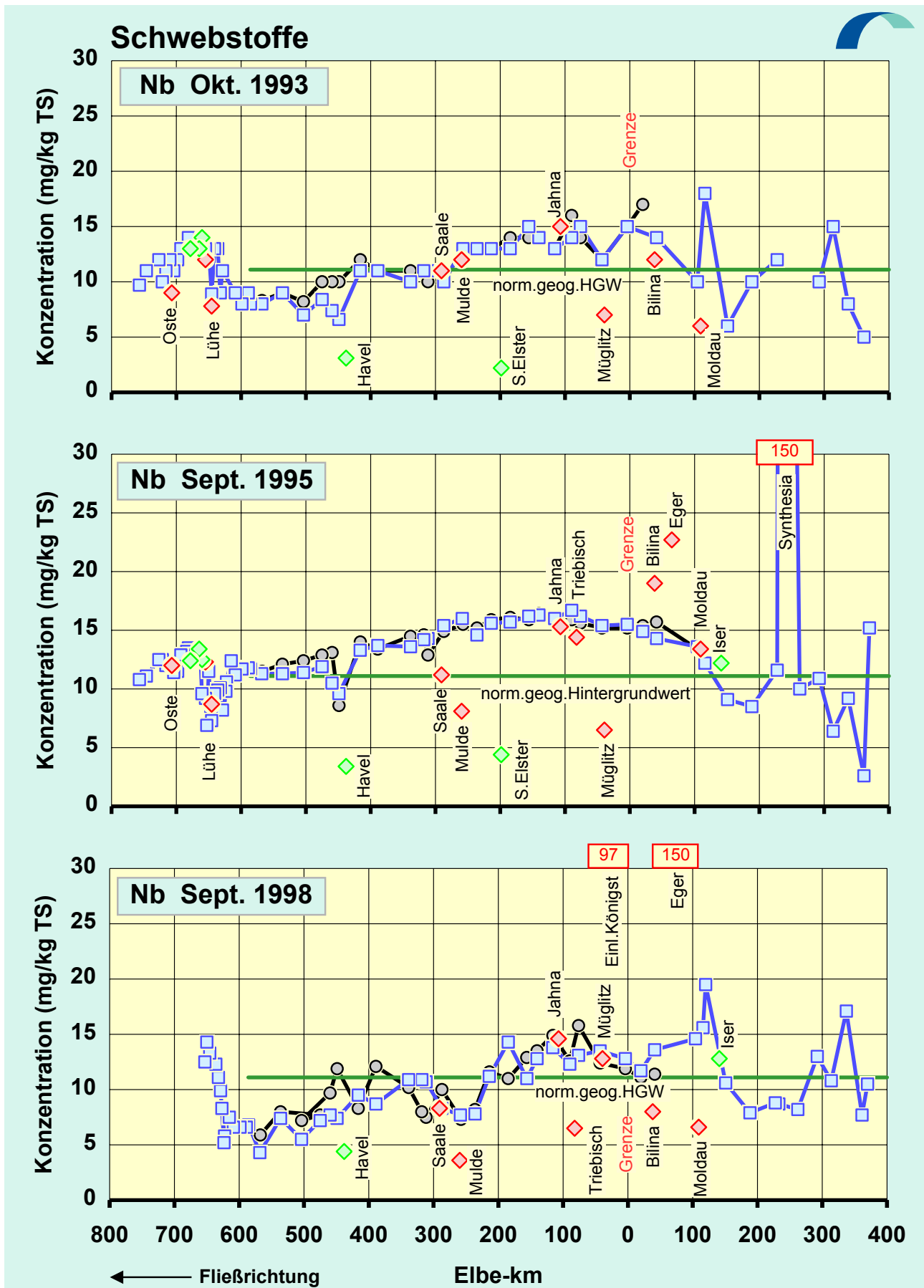


Abb.40c: Vergleich der **Niob**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

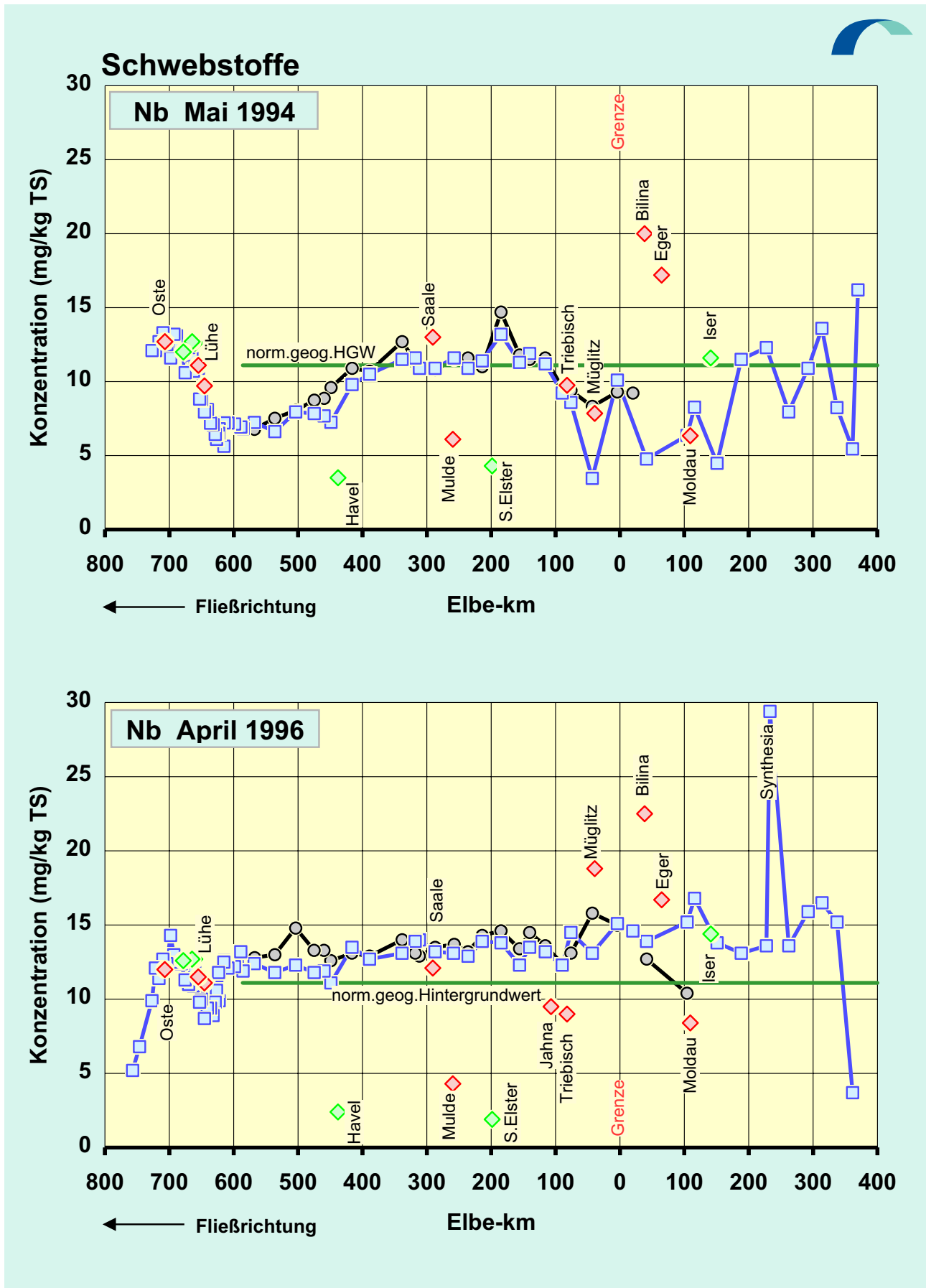


Abb.40d: Vergleich der **Niob**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

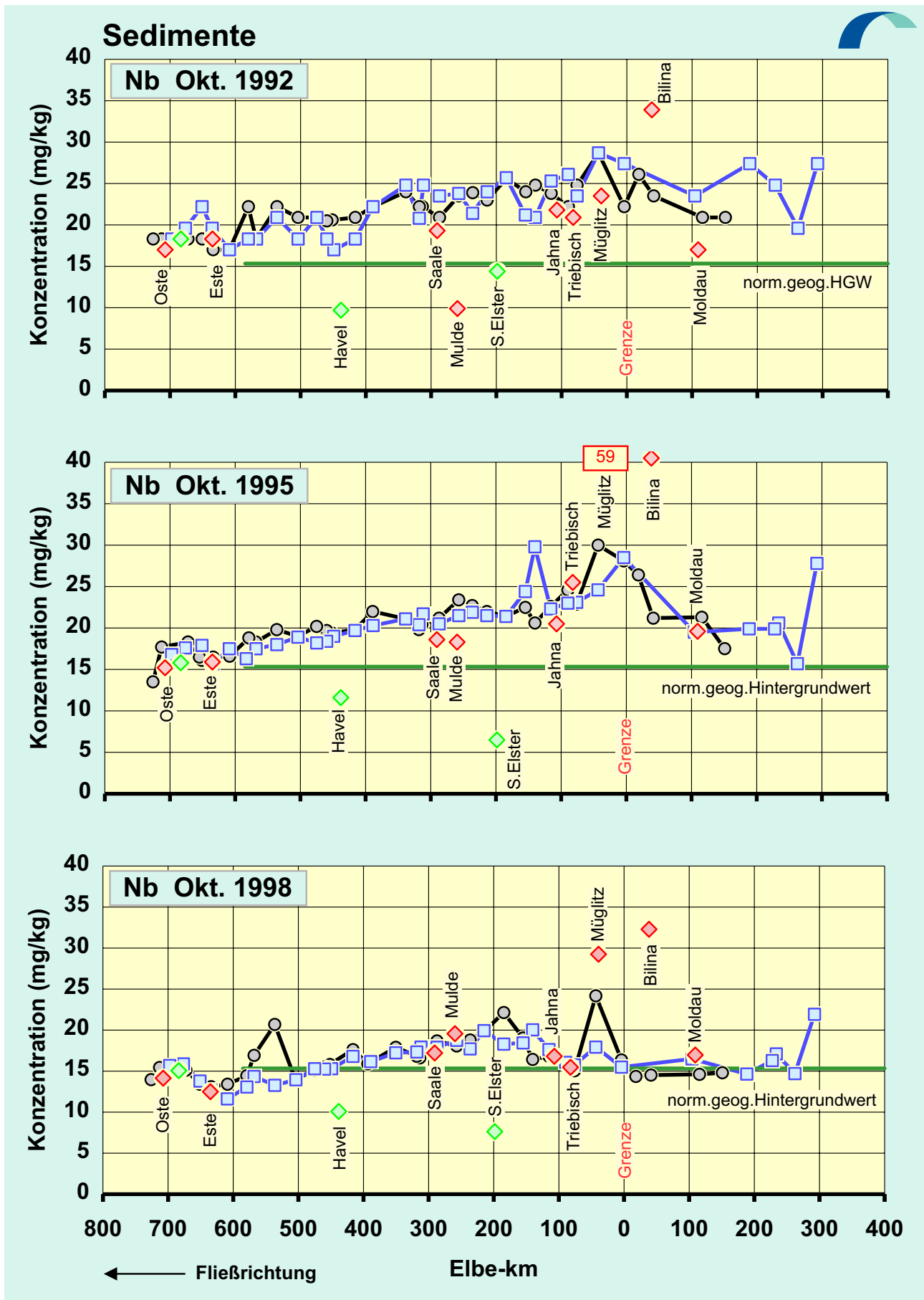


Abb.40e: Vergleich der **Niob**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

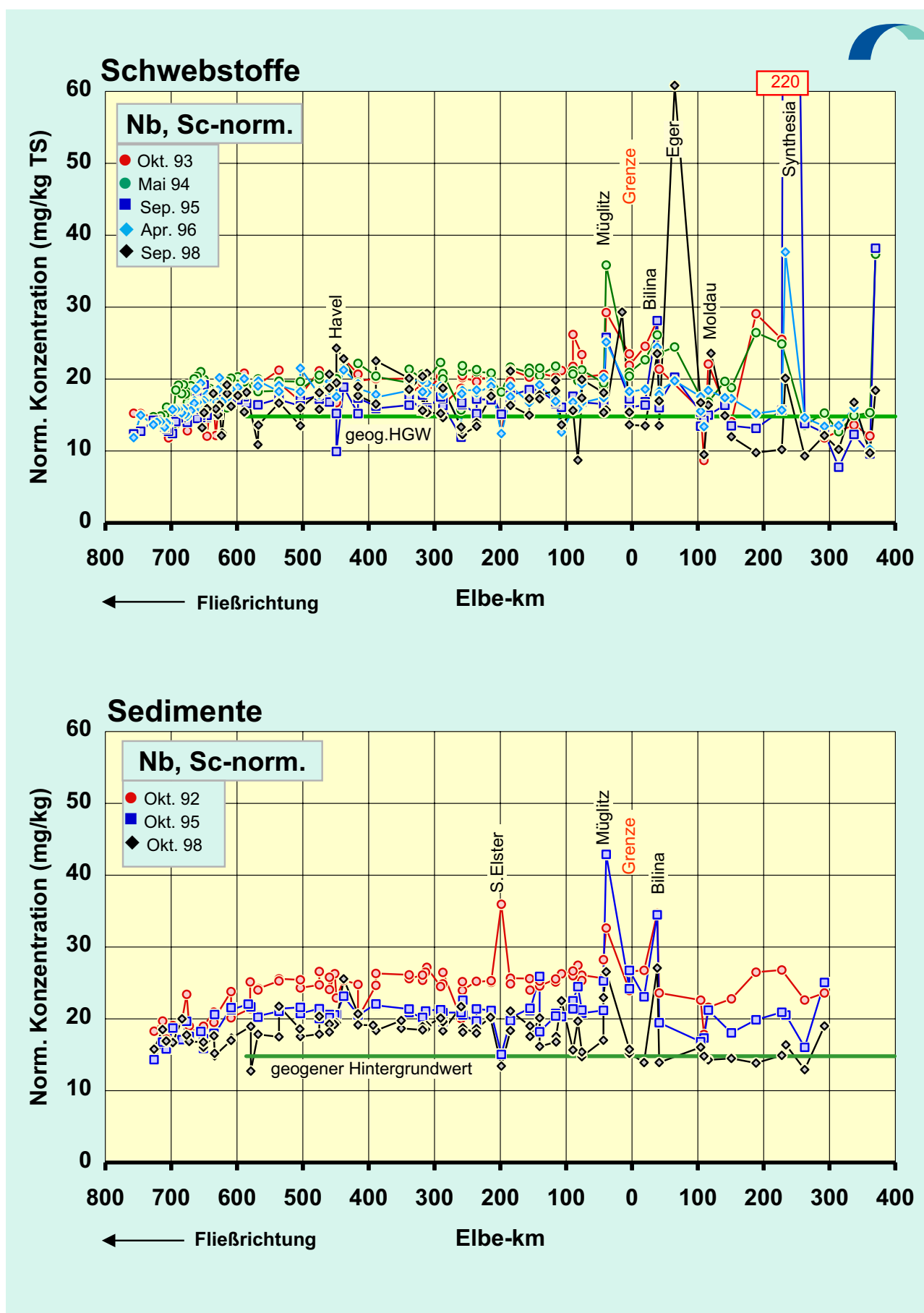


Abb.40f: Vergleich der Sc-normierten **Niob**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Nb}^{norm} = C_{Nb} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Molybdän

Mo

Eine anthropogene Beeinflussung des Molybdän ist für die Elbe und ihre Nebenflüsse typisch. Das Element wird überwiegend in gelöster Form transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Konzentrationen von 0,1 µg/L (knapp oberhalb der Nachweisgrenze) bis meist unter 3 µg/L bestimmt. In Nähe der Synthesia- und der Spolana-Neratovice-Werke allerdings wurden höhere Werte bis etwa 8 µg/L (1998) nachgewiesen. Noch höhere Gehalte bis etwa 14 µg/L wurden in den Nebenflussmündungen der Bilina und der Müglitz gefunden. Die Konzentrationen in der Elbe wuchsen unterhalb des Moldauzuflusses bis zur Mündung meist kontinuierlich an. Unterhalb des Saalezuflusses war in der Regel ein etwas höherer Konzentrationssprung zu beobachten, der durch die relativ hohen Molybdänfrachten von Saale und Mulde bedingt war. Im Mittel wurden im Mai 1996 die niedrigsten und im Herbst 1993 und 1998 die höchsten Gehalte in den Filtraten ermittelt.

Das am **Schwebstoff** gebundene Molybdän wurde im Elbwasser meist in einem Konzentrationsbereich von 0,3 bis 3 mg/kg nachgewiesen. Höhere Gehalte in der Elbe wurden vor allem in Nähe der Synthesia-Werke (1998: 11 mg/kg) gefunden. Bei den Nebenflüssen fielen hauptsächlich Müglitz und Mulde durch höhere Molybdänwerte auf. Die Elbelängsprofile zeigten von der Quelle zur Mündung hin schwach abfallende Konzentrationsverläufe, wobei der Gradient in der Tidezone etwas steiler ausfiel. Im Untersuchungszeitraum reduzierten sich die Werte etwas.

Bei den **Sedimenten** wurden meist Molybdänkonzentrationen im Bereich von 0,5 bis 4 mg/kg bestimmt; allerdings wurden sehr viele Ausreißer mit zum Teil beträchtlich höheren Werten gefunden. Im Mittel sank die Molybdänbeladung der Sedimente von 1992 bis 1995 und blieb dann bis 1998 etwa gleich.

Die **Sc-normierten** Längsprofile lassen die anthropogene Beeinflussung der Molybdänkonzentrationen insgesamt deutlicher erkennen. Auch lässt sich ein Rückgang der Beladungen im Zeitraum von 1993 bis 1995 ausmachen.

Molybdän

Mo

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(2,0)	2,2	2,2	2,3	2,2
Mai 1994	(1,2)	1,3	1,3	1,1	1,3
Sept. 1995	(2,3)	1,6	1,3	1,3	1,5
April 1996	(1,4)	1,1	0,9	0,6	1,0
Sept. 1998	-	2,3	2,0	1,6	2,2

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	1,1	2,3	2,4	2,6	2,3
Mai 1994	1,0	1,4	1,3	1,6	1,4
Sept. 1995	1,0	2,1	1,6	1,5	1,7
April 1996	0,9	(1,6)	1,5	1,3	1,4
Sept. 1998	-	1,5	1,9	1,6	1,7

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,2	3,2	3,0	1,9	3,0
Okt. 1995	0,8	2,0	2,0	1,4	1,9
Okt. 1998	0,9	2,1	1,9	1,5	1,9

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,5 - 1,4	0,3 - 3,0	0,3 - 3,6	0,3 - 3,6
Auensedimente / Mittelw.	1,0	0,8	0,8	0,9
normiert für Sedimente				0,7
normiert für Schwebstoffe				0,5

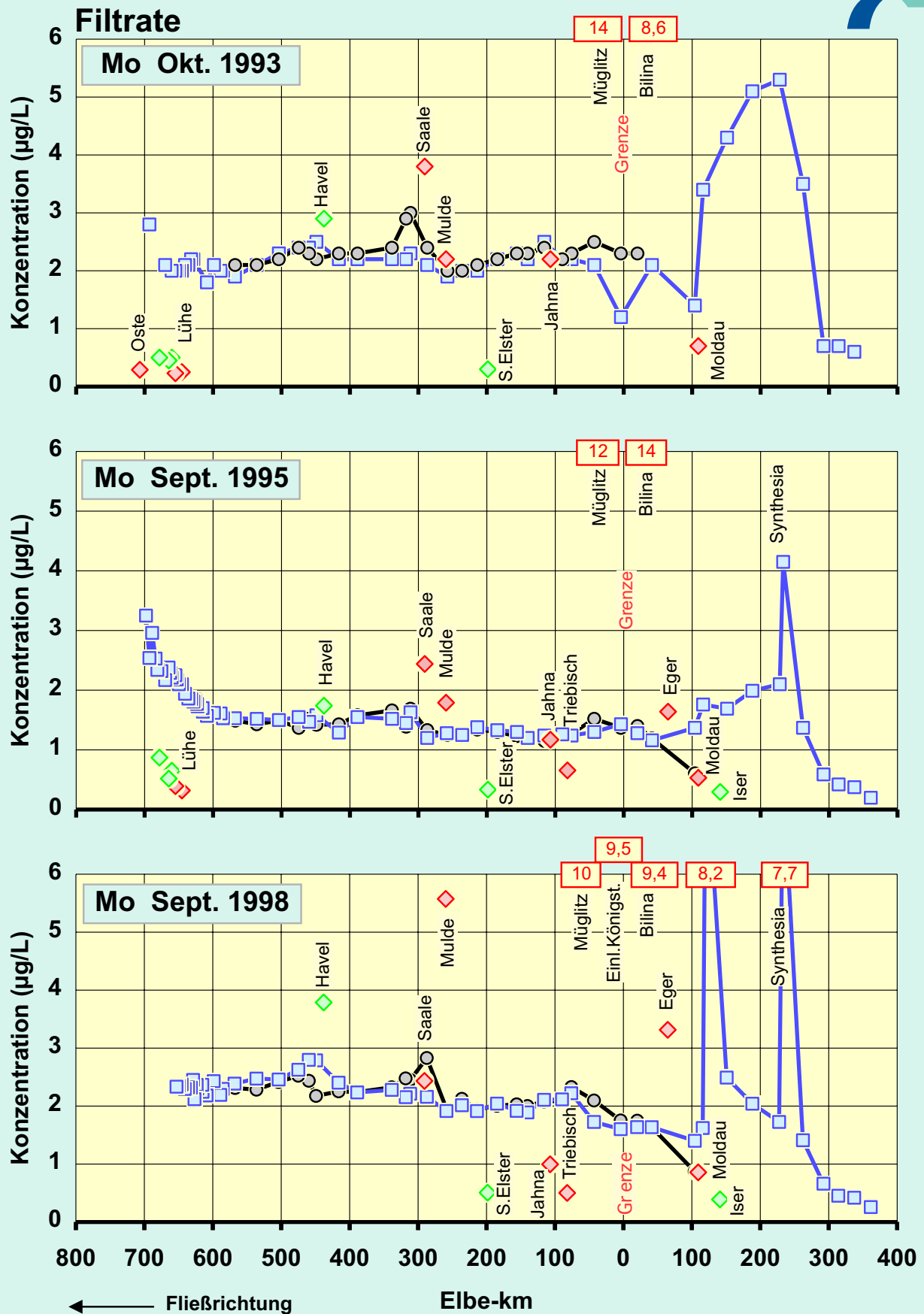


Abb.41a: Vergleich der **Molybdän**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

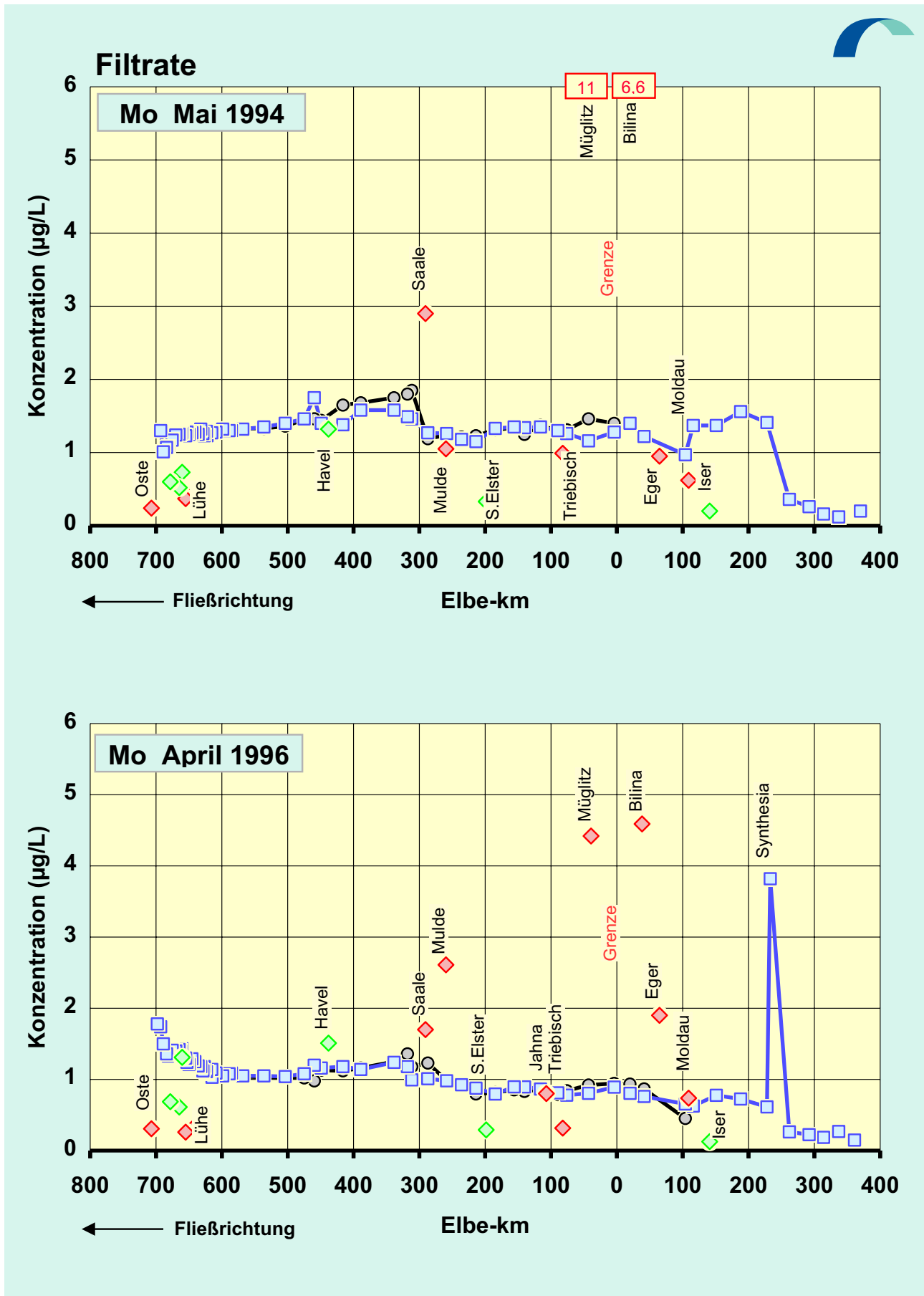


Abb.41b: Vergleich der **Molybdän**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

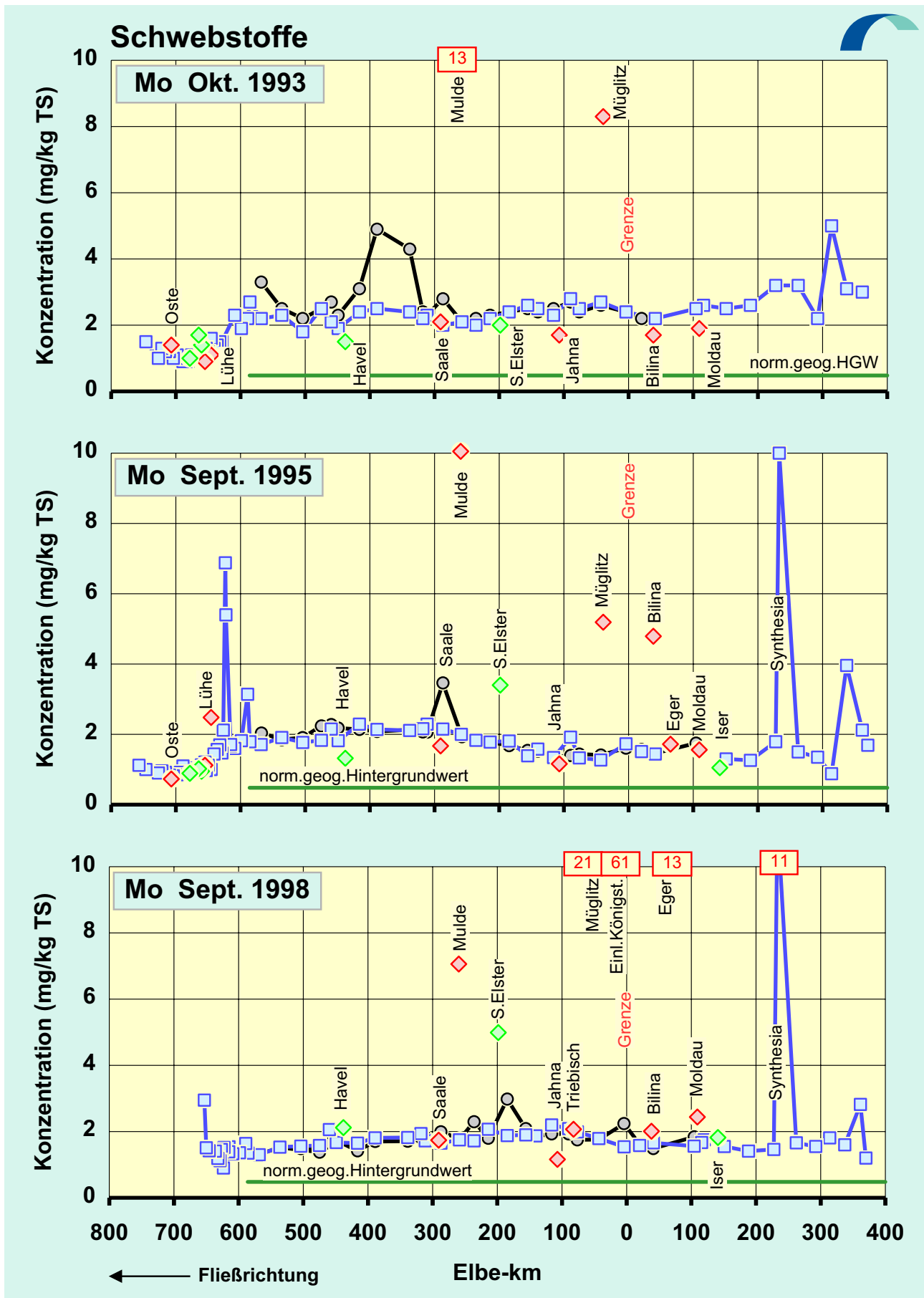


Abb.41c: Vergleich der **Molybdän**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

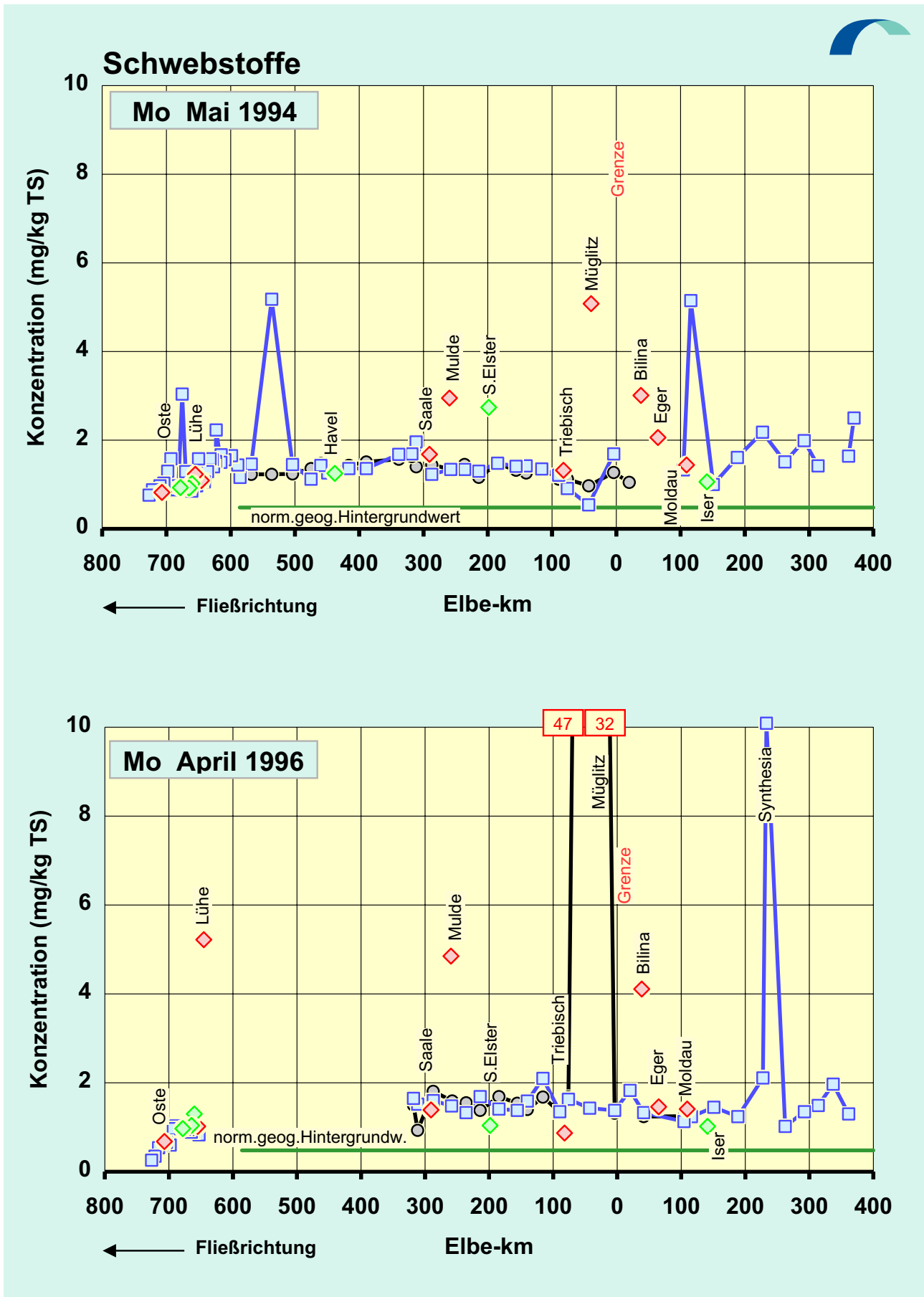


Abb.41d: Vergleich der **Molybdän**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

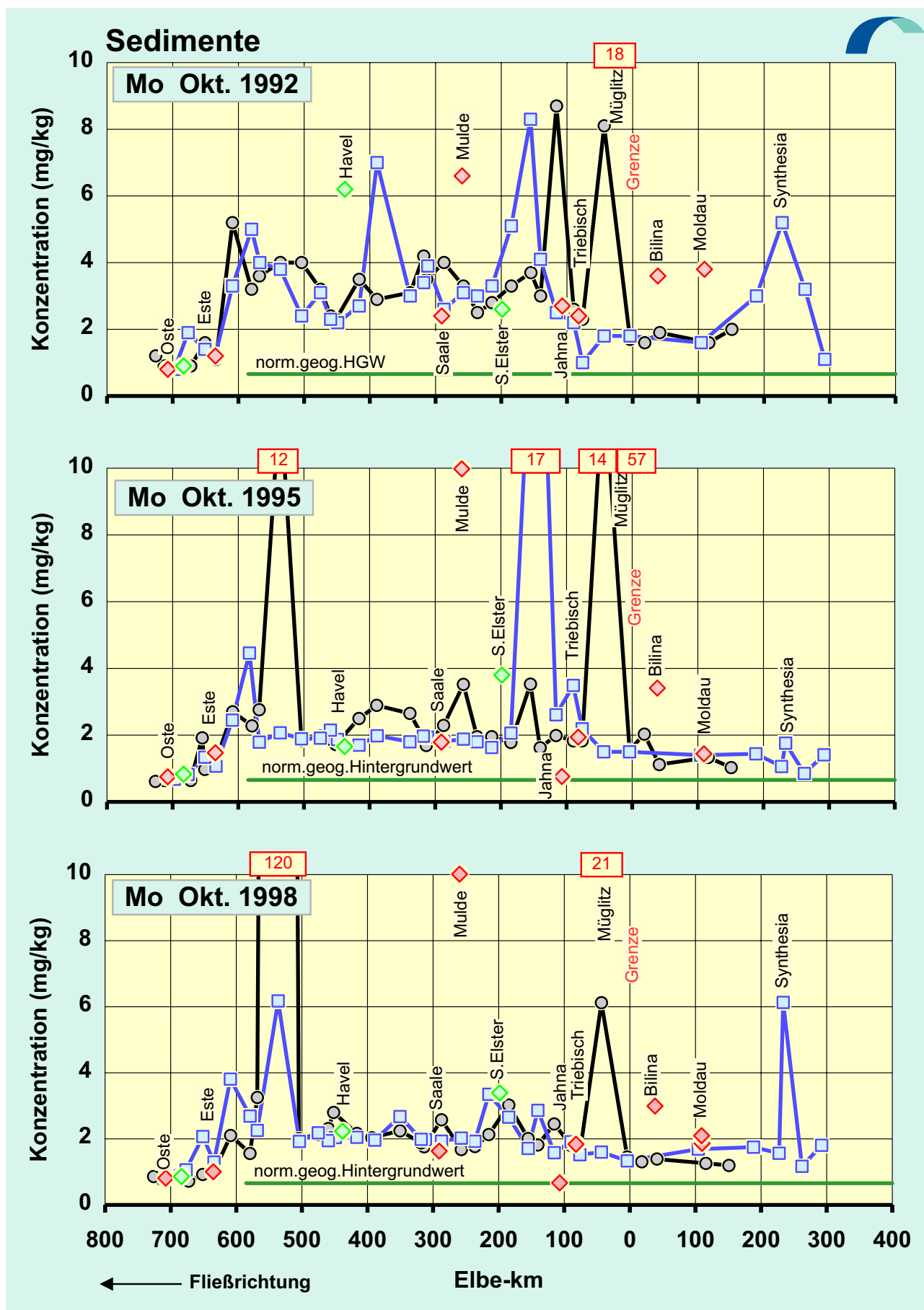


Abb.41e: Vergleich der **Molybdän**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

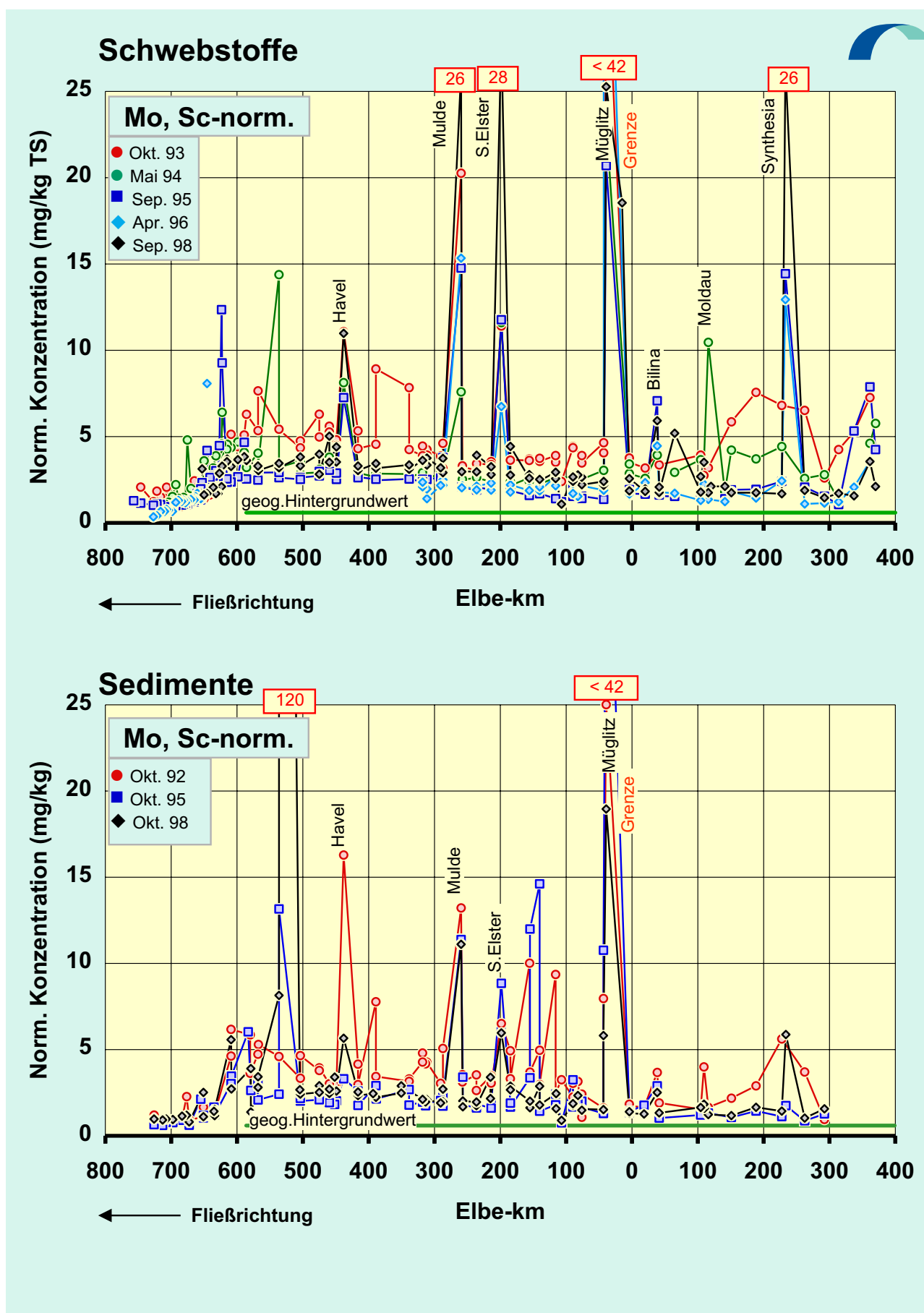


Abb.41f: Vergleich der Sc-normierten **Molybdän**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Mo}^{norm} = C_{Mo} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Silber

Ag

Silber kommt in der Elbe und ihren Nebenflüssen als anthropogen beeinflusstes Element vor.

In den **Elbwasserfiltraten** lag die Silberkonzentration unter der Bestimmungsgrenze von etwa 0,01 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Silbergehalte von 0,5 bis 19 mg/kg bestimmt. Die höchsten Konzentrationen wurden im tschechischen Teil der Elbe (Synthesia-Werke), in der Bilina und der Moldau (1993) gemessen. Unterhalb der Staatsgrenze nahmen die Werte 1993 und 1998 ab; 1994 bis 1996 blieben sie auf niedrigen Niveau. Im Tidebereich sanken die Beladungen zur Mündung hin stark ab. Vom Oktober '93 zum Mai '94 nahmen die Silbergehalte der Schwebstoffe kräftig ab; in den darauf folgenden Jahren gab es nur noch geringe Konzentrationsveränderungen.

Für die **Sedimente** wurden Gehalte zwischen 0,3 und 19 mg/kg gemessen. Die Längsprofilverläufe zeigten höhere Werte im Bereich der Synthesia-Werke (CZ km 233) und oberhalb des Geesthachter Wehrs. Die Gehalte der Proben vom linken und rechten Ufer streuten bei der Kampagne von 1992 auffällig stark. In der Tidezone fielen die Konzentrationen in Richtung Nordsee rasch ab. Bei den Nebenflüssen wurden nur für die Moldau und die Mulde höhere Silbergehalte gefunden als in der Elbe. Vom Oktober 1993 bis zum Oktober 1998 gingen die mittleren Konzentrationen in der Elbe deutlich zurück.

Die **Sc-normierten** Längsprofile für die Schwebstoffe und Sedimente aus der Elbe zeigten im Untersuchungszeitraum eine deutliche Abnahme der Silberbelastungen. Aber auch noch 1998 waren die Synthesia-Werke und die Bilina als starke Einleiter von Silber auszumachen.

Silber

Ag

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,01
Mai 1994					< 0,01
Sept. 1995					< 0,01
April 1996					< 0,01
Sept. 1998					< 0,01

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,8	4,1	5,2	5,0	4,5
Mai 1994	1,5	2,5	2,8	3,4	2,5
Sept. 1995	0,9	3,2	3,2	3,5	3,1
April 1996	1,4	2,7	3,2	2,8	2,7
Sept. 1998	-	2,3	3,1	3,3	< 2,6

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,9	9,2	6,4	8,4	7,1
Okt. 1995	0,6	4,2	4,2	5,5	4,2
Okt. 1998	0,7	3,3	3,5	3,8	3,4

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,30 - 0,51	0,24 - 0,42	0,22 - 0,53	0,22 - 0,53
Auensedimente / Mittelw.	0,33	0,37	0,32	0,34
normiert für Sedimente				0,22
normiert für Schwebstoffe				0,16

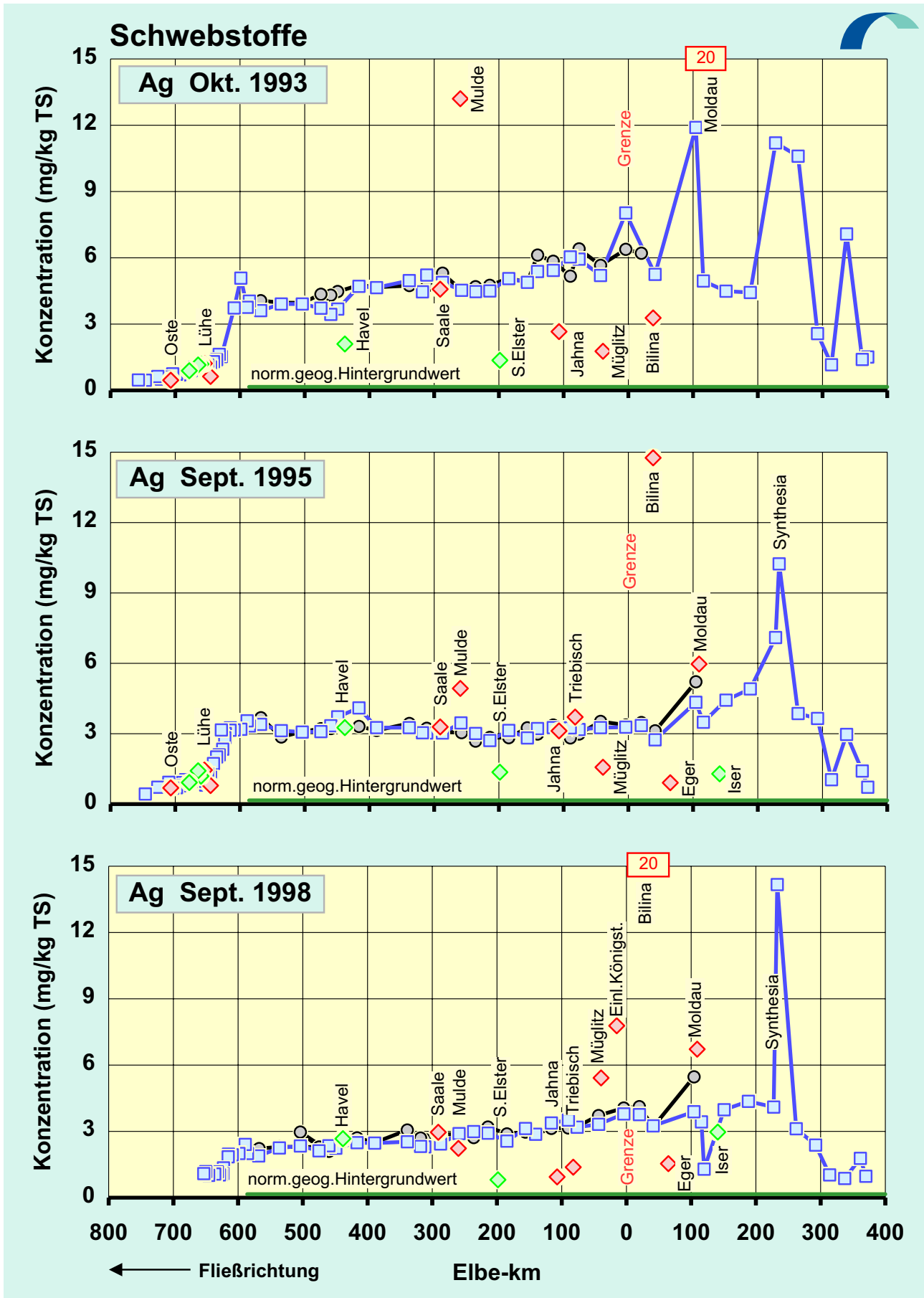


Abb.42c: Vergleich der **Silber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

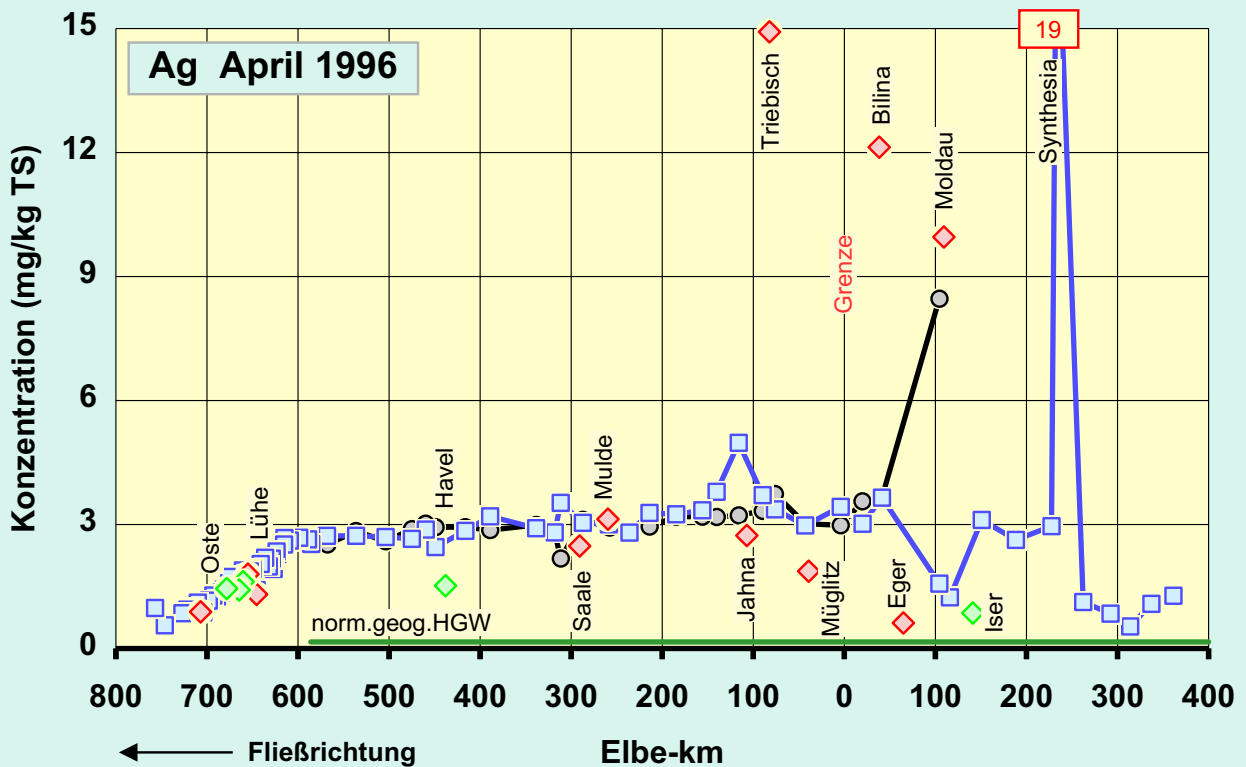
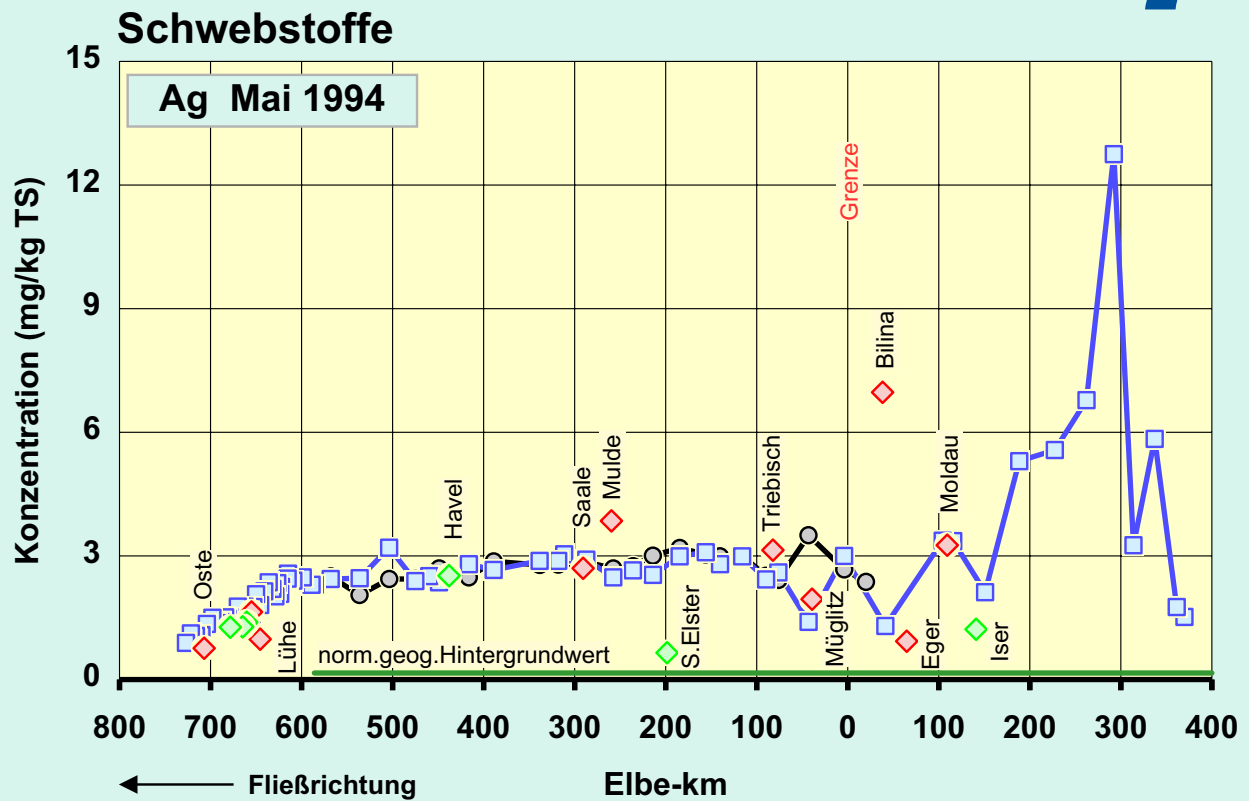


Abb.42d: Vergleich der **Silber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

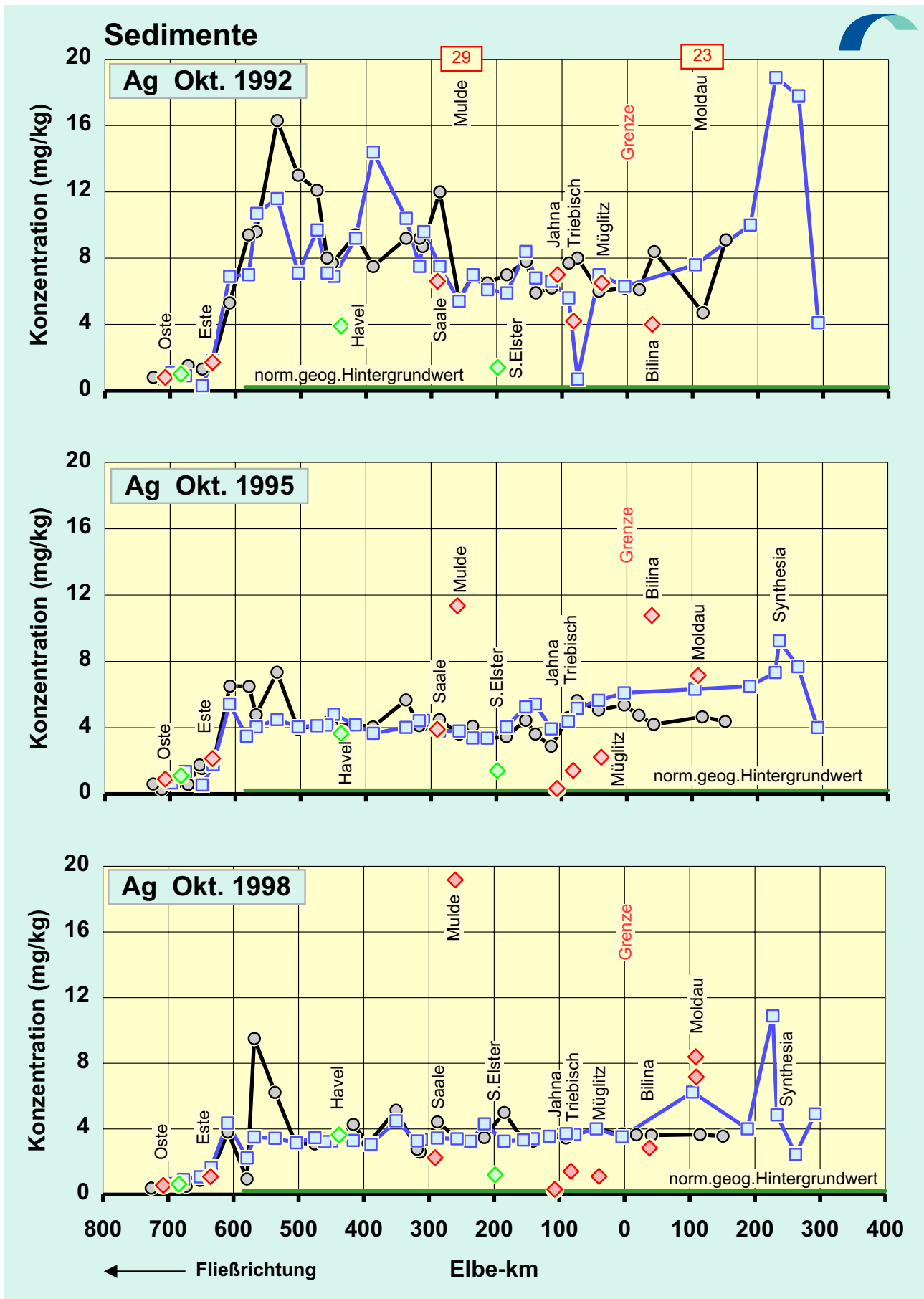


Abb.42e: Vergleich der **Silber**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

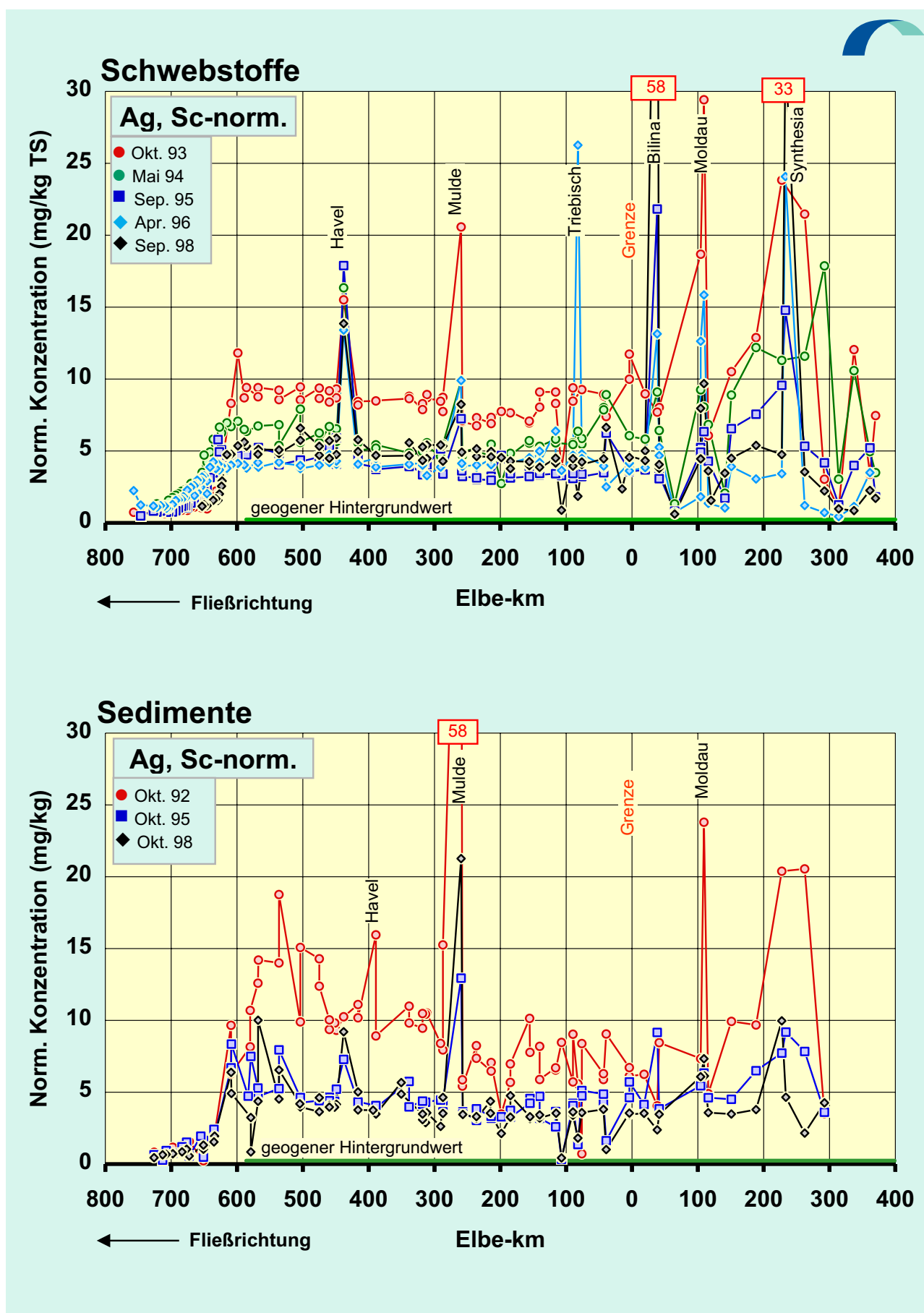


Abb.42f: Vergleich der Sc-normierten **Silber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ag}^{norm} = C_{Ag} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Cadmium

Cd

Cadmium ist in der Elbe ein typisch anthropogen beeinflusstes Element, das zu ca. 60% am Schwebstoff gebunden ist.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen zwischen Werten unterhalb der Nachweisgrenze von 0,02 µg/L und 0,3 µg/L. Wesentlich höhere Werte wurden vor allem in der Triebisch (4,3 bis 8,1 µg/L), aber auch in der Mulde (1994: 1,3 µg/L) und in der Müglitz gefunden. Da die gemessenen Cadmiumgehalte relativ hohe analytische Fehler enthielten und sehr stark streuten, war eine Beurteilung der zeitlichen Entwicklung schwierig.

Bei den **Schwebstoffen** lagen die spezifischen Beladungen zwischen 0,4 und etwa 20 mg/kg. Ein einzelner, noch höherer Wert von 38 µg/L wurde in der Elbe allerdings noch im September 1998 bei Opatovice gefunden. Die Längsprofile zeigten hohe Konzentrationen im Quellbereich, niedrige Werte von etwa Valy bis Wittenberg und wieder hohe von etwa Sandau bis zur Tideelbe. Von den Nebenflüssen brachte vor allem die Triebisch mit Cadmium hoch beladene Schwebstoffe in die Elbe ein. Aber auch die Schwebstoffe der Mulde besaßen höhere Cadmiumgehalte als die der Elbe. Im Längsprofil vom September 1998 war besonders im Bereich von der Saalemündung bis Geesthacht ein deutlicher Konzentrationsrückgang gegenüber den früheren Jahren zu erkennen.

Die Cadmiumkonzentrationen der **Sedimente** lagen im Bereich von 0,3 - 21 mg/kg. Höhere Werte wurden in der Mündung der Triebisch (67 bis 230 mg/kg) und der Mulde (ca. 30 mg/kg) bestimmt. Die Profile der Sedimente verliefen ähnlich wie die der Schwebstoffe: von der Quelle bis zum Geesthachter Wehr stiegen die Werte an, anschließend fielen sie dann rasch ab. Insgesamt nahm die Cadmiumbelastung der Elbe vom Oktober 1992 bis Oktober 1998 deutlich ab.

Die Darstellung der **Sc-normierten** Längsprofile zeigt (ähnlich wie beim Element Zink) eine deutliche Verringerung der Cd-Beladungen der Schwebstoffe von 1995 bis 1998 gegenüber denen von 1993/94. Die immer noch sehr hohen Belastungen werden vor allem durch die Mulde und andere Nebenflüsse eingebracht. Die normierten Profile der Sedimente bekräftigen diesen Sachverhalt.

Cadmium

Cd

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					n.b.
Mai 1994	(0,10)	0,09	0,10	(0,15)	0,100
Sept. 1995	0,04	0,02	0,03	0,04	0,034
April 1996	0,03	0,02	0,04	(0,05)	0,028
Sept. 1998	-	0,05	0,04	0,07	0,045

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(1,0)	10,6	6,2	5,3	6,6
Mai 1994	2,4	8,3	5,1	3,9	5,5
Sept. 1995	1,6	9,7	5,2	4,1	5,2
April 1996	2,0	8,3	3,9	2,9	4,2
Sept. 1998	-	5,6	4,5	3,9	< 4,8

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,9	13,5	8,4	6,3	9,4
Okt. 1995	1,2	10,5	5,0	3,3	5,3
Okt. 1998	1,0	6,3	3,8	2,5	4,0

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,1 - 0,6	0,1 - 0,8	0,2 - 1,3	0,1 - 1,3
Auensedimente / Mittelw.	0,29	0,38	0,59	0,42
normiert für Sedimente				0,29
normiert für Schwebstoffe				0,21

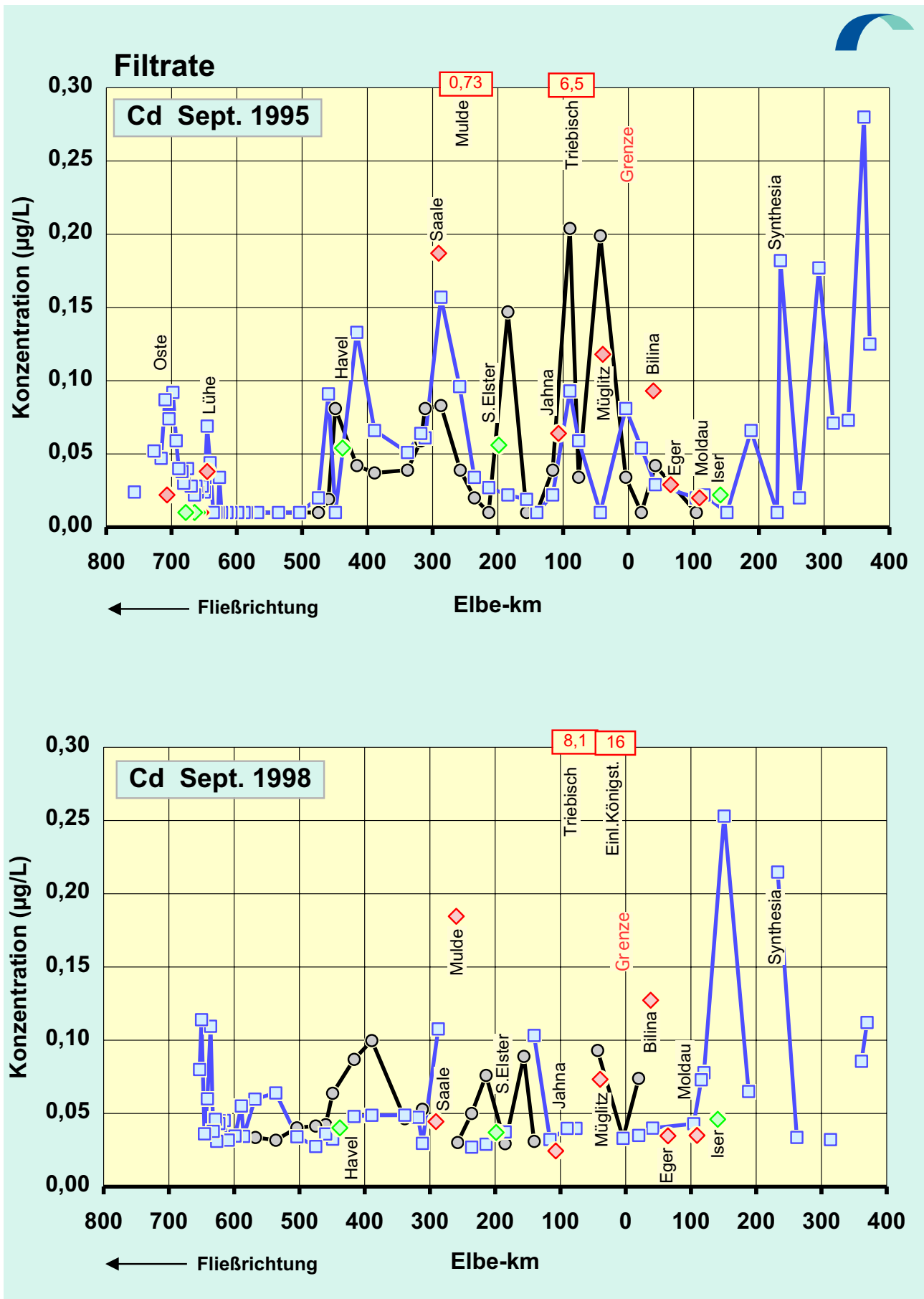


Abb.43a: Vergleich der **Cadmium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Okt. 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

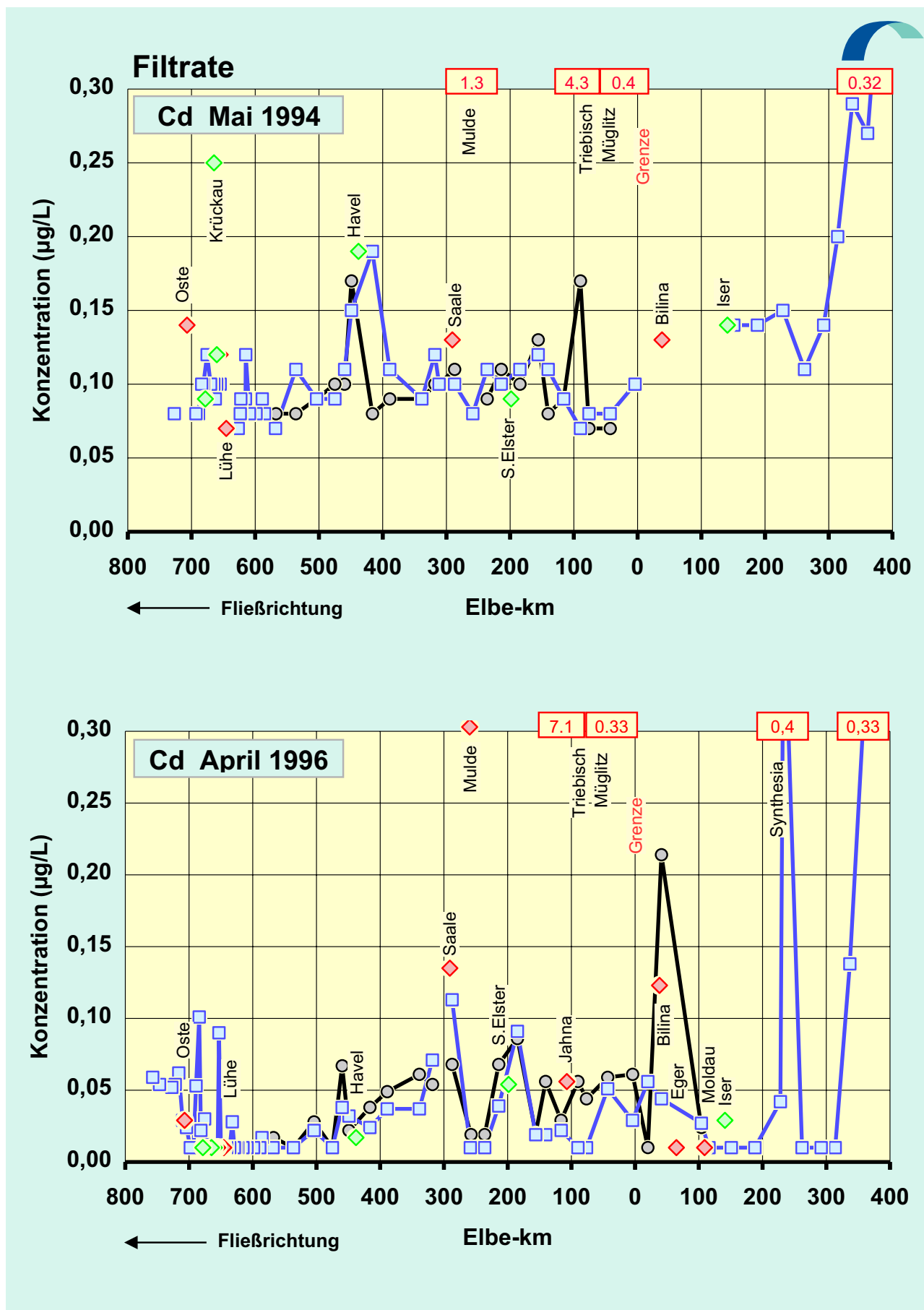


Abb.43b: Vergleich der **Cadmium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

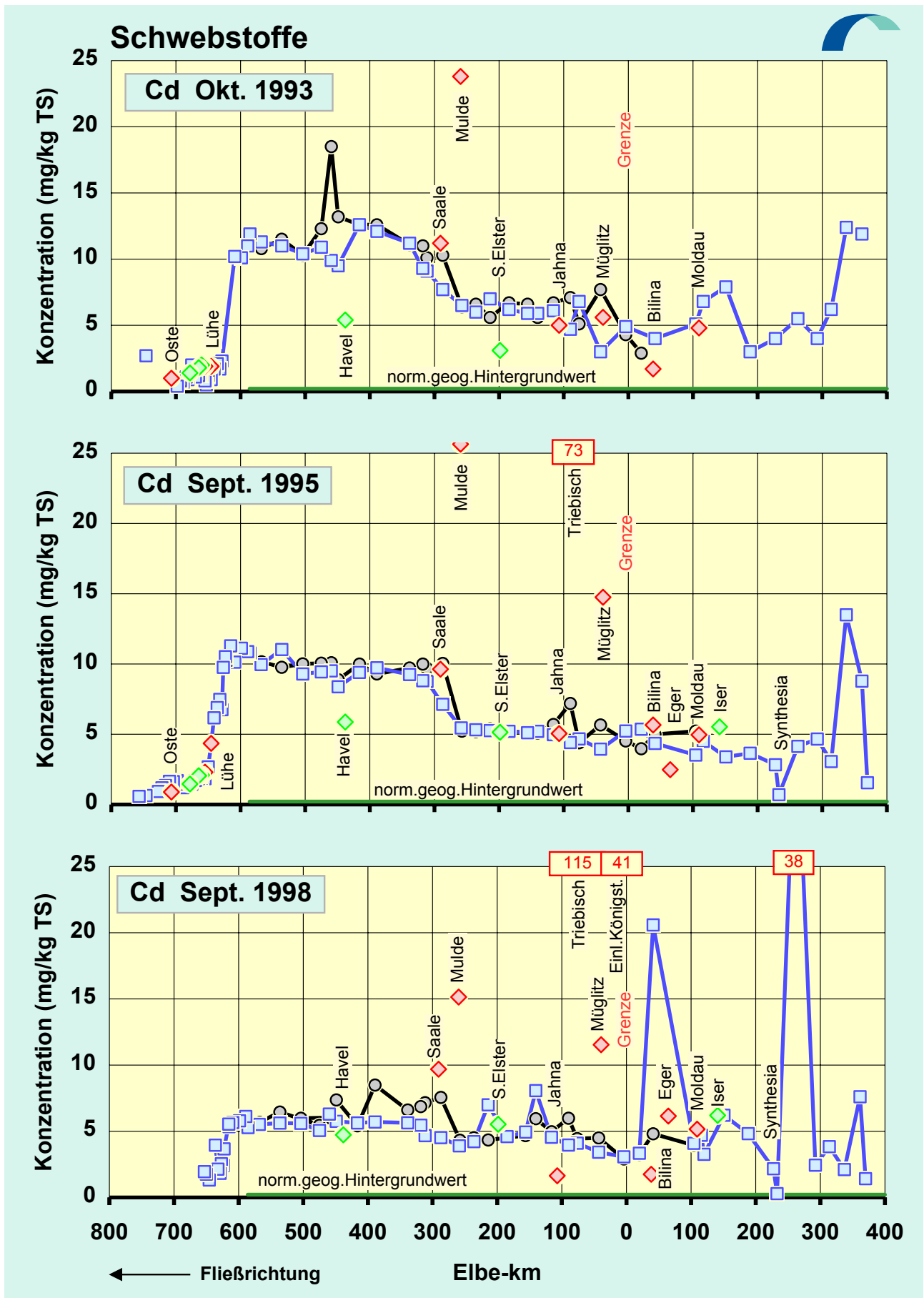


Abb.43c: Vergleich der **Cadmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

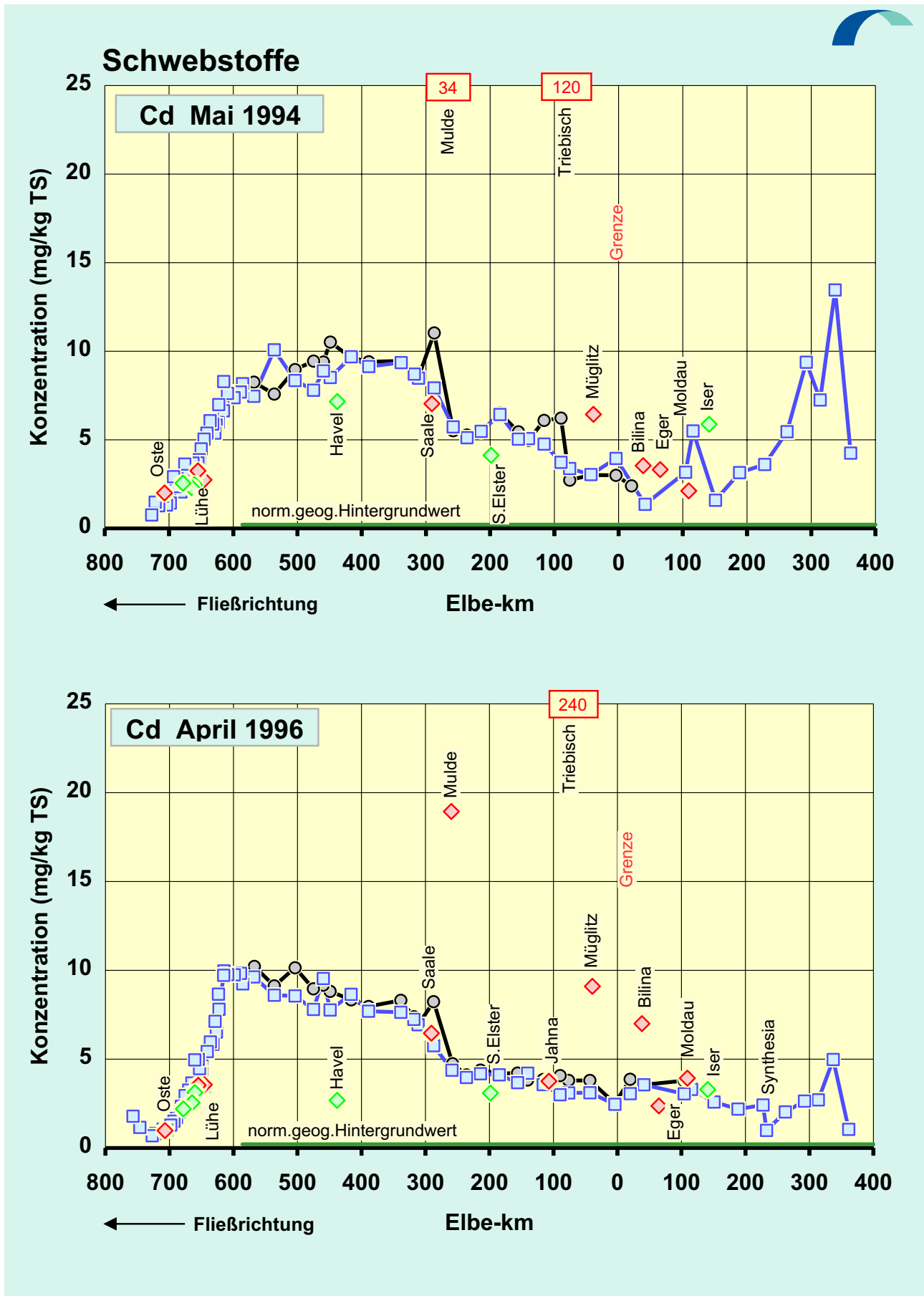


Abb.43d: Vergleich der **Cadmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

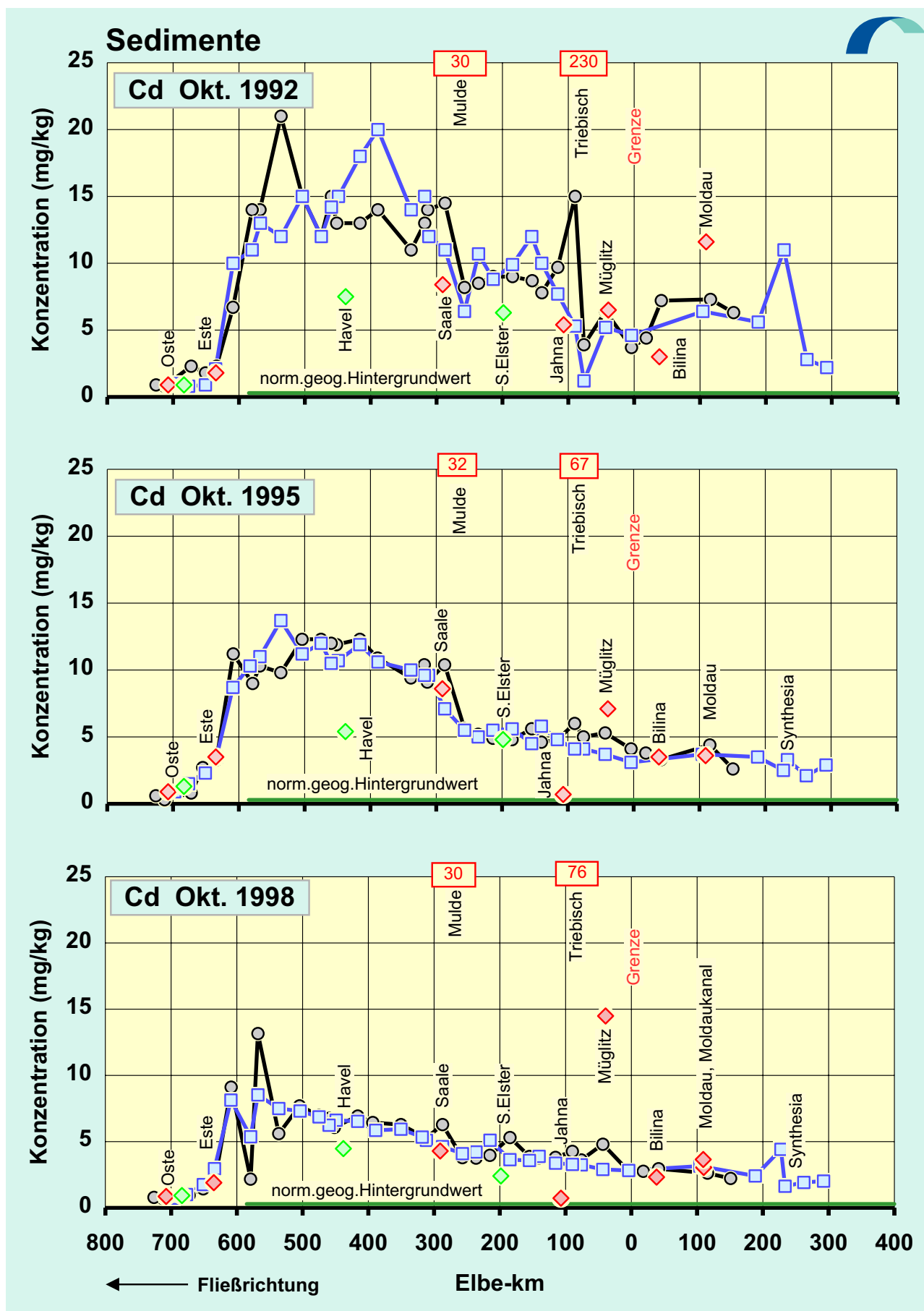


Abb.43e: Vergleich der **Cadmium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

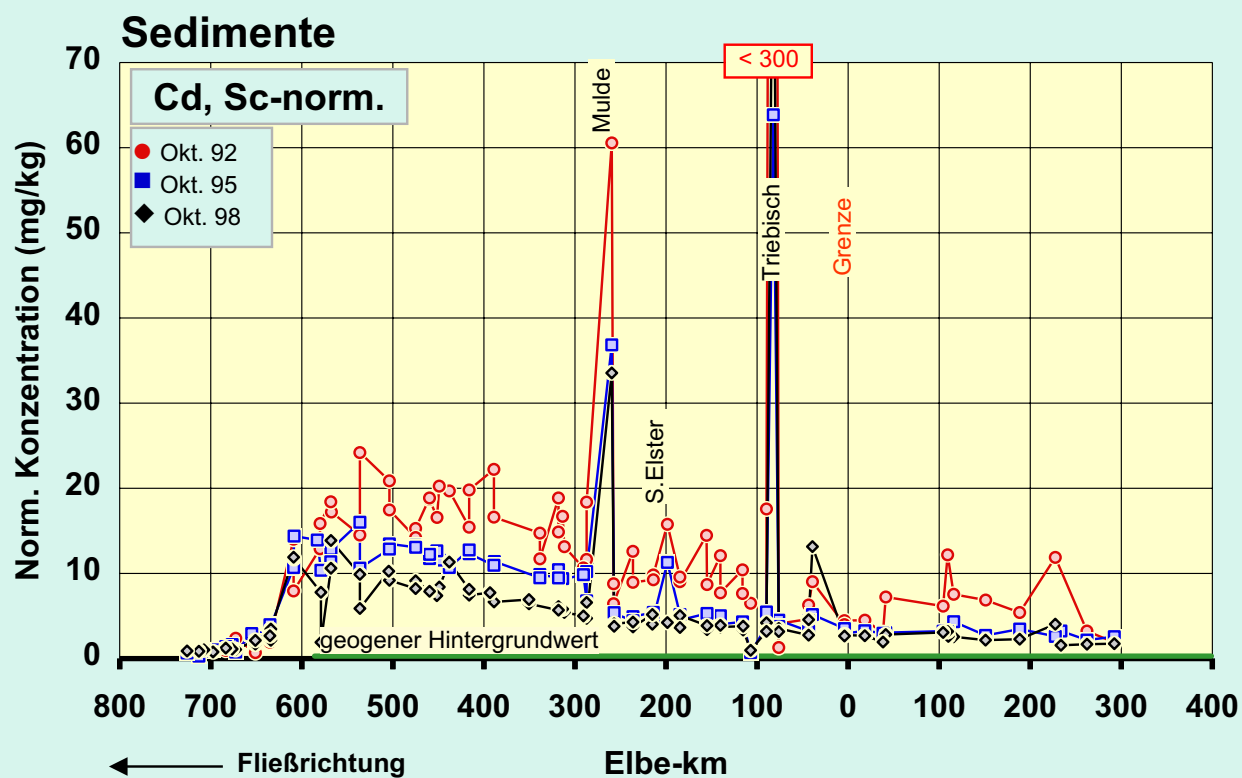
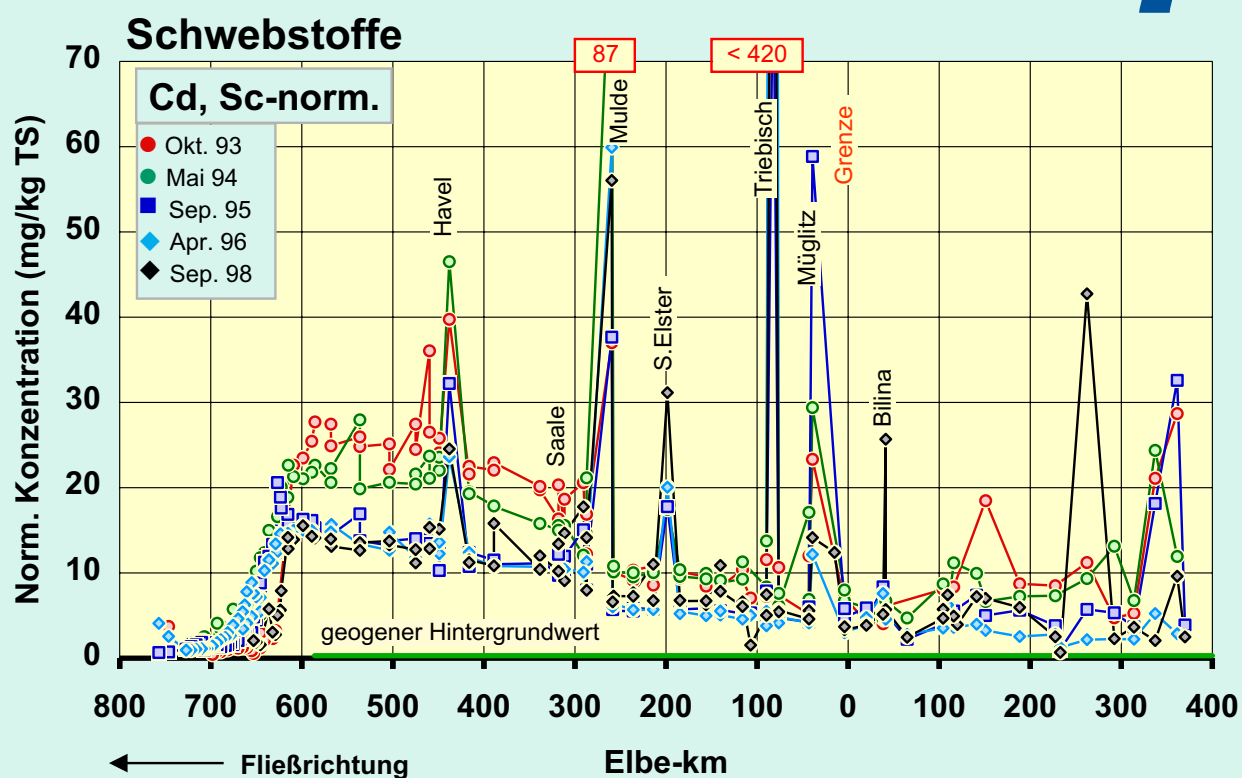


Abb.43f: Vergleich der Sc-normierten **Cadmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Cd}^{norm} = C_{Cd} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Zinn

Sn

Zinn ist ein in der Elbe anthropogen beeinflusstes Element, das hauptsächlich am Schwebstoff gebunden ist. Es ist besonders in der Bindungsform der Zinnorganyle bedeutend für die anthropogene Belastung der Elbe und ihrer Nebenflüsse.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen meist unterhalb der Bestimmungsgrenze der ICP-MS von 0,1 µg/L. Bei den Synthesia-Werken wurde 1996 jedoch ein Wert von etwa 0,4 µg/L nachgewiesen.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Zinnkonzentrationen von 4 bis 40 mg/kg analysiert. Höhere Gehalte wurden in den Nebenflüssen Müglitz (1998: 74 mg/kg) und Mulde (1993: 318 mg/kg) gefunden. Bei den Längsprofilen der Jahre 1993 bis 1995 konnte direkt unterhalb des Muldezuflusses ein steiler Anstieg der Konzentrationen beobachtet werden. In Fließrichtung blieben die Gehalte dann zunächst bis zum Hamburger Hafen auf hohem Niveau und fielen schließlich im Elbe-Ästuar auf niedrige Werte ab. Im deutschen Teil der Elbe wurden 1993 die höchsten und 1996 und '98 die niedrigsten Konzentrationen registriert.

Auch für die **Sedimente** konnte eine zeitliche Reduzierung der Zinnbelastung (5 bis etwa 75 mg/kg) festgestellt werden. Dies zeigte sich beim Vergleich der verschiedenen Kampagnen nicht nur an den im Laufe der Zeit gesunkenen Medianwerten, sondern auch am deutlich abgeflachten Anstieg der Zinngehalte im Bereich von der Quelle bis zur Tidezone. Trotzdem wurden gerade 1995 in den Sedimenten der Müglitz und 1998 in denen der Mulde die größten Zinngehalte gefunden.

Die Darstellung der **Sc-normierten** Konzentrationen betont noch einmal die positive zeitliche Entwicklung der Zinnbelastungen von Schwebstoffen und Sedimenten aus der Elbe. Auch ein Rückgang bei den Hauptbelastungsquellen Müglitz und Mulde kann festgestellt werden.

Zinn

Sn

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,2
Mai 1994					< 0,2
Sept. 1995					< 0,2
April 1996					< 0,2
Sept. 1998					< 0,2

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	8,0	25,0	14,0	17,5	15,0
Mai 1994	9,4	12,6	7,8	7,6	10,6
Sept. 1995	8,3	15,8	10,4	9,8	11,2
April 1996	8,1	8,9	8,3	7,9	8,3
Sept. 1998	-	10,1	10,2	11,0	10,6

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	6,9	37,5	19,5	15,0	21,0
Okt. 1995	7,2	20,1	15,4	11,0	17,4
Okt. 1998	6,4	17,0	14,2	14,3	14,7

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	3,1 - 7,2	4,7 - 5,5	4,7 - 9,5	3,1 - 9,5
Auensedimente / Mittelw.	3,5	4,9	6,3	4,9
normiert für Sedimente				3,6
normiert für Schwebstoffe				2,6

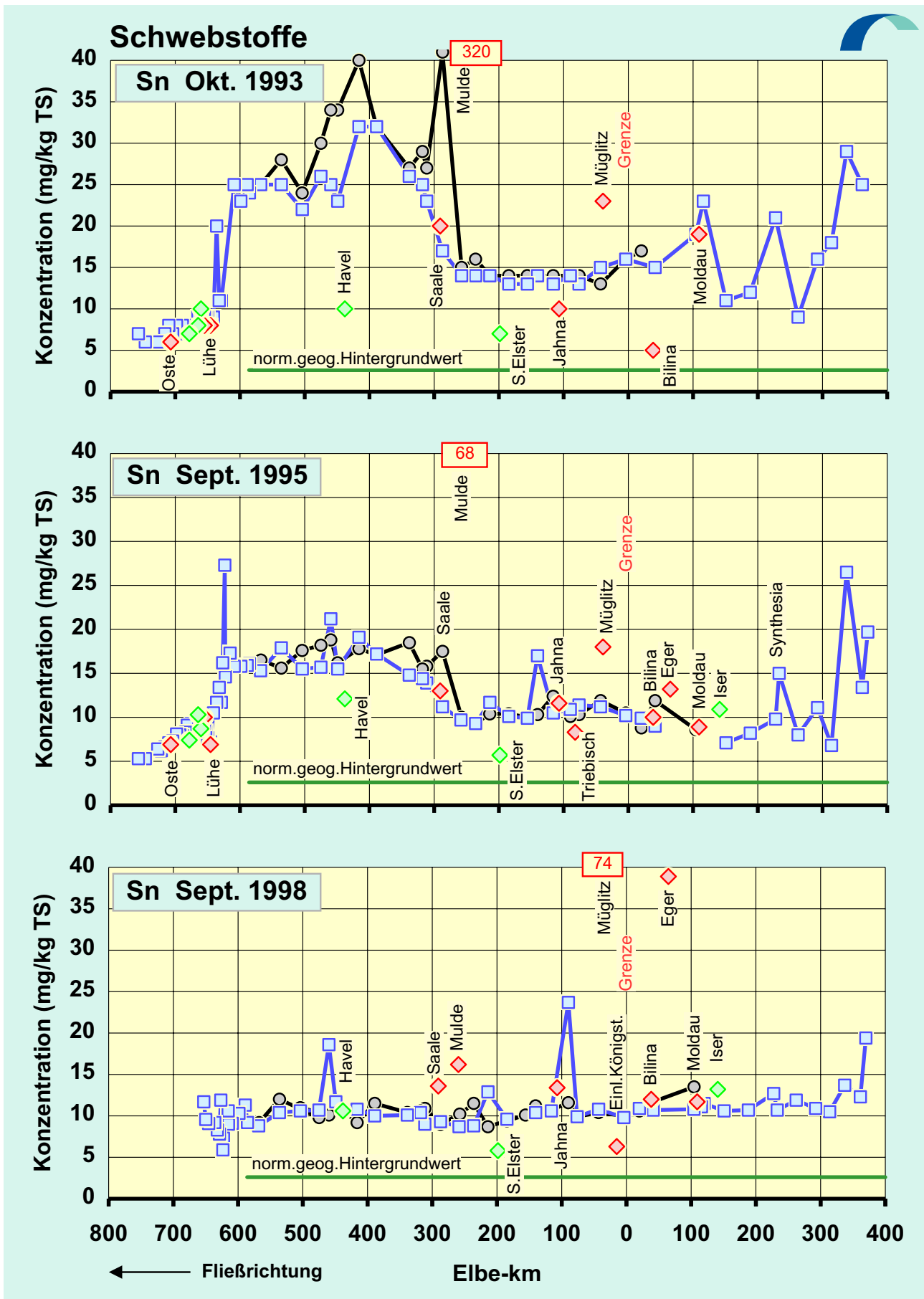


Abb.44c: Vergleich der **Zinn**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

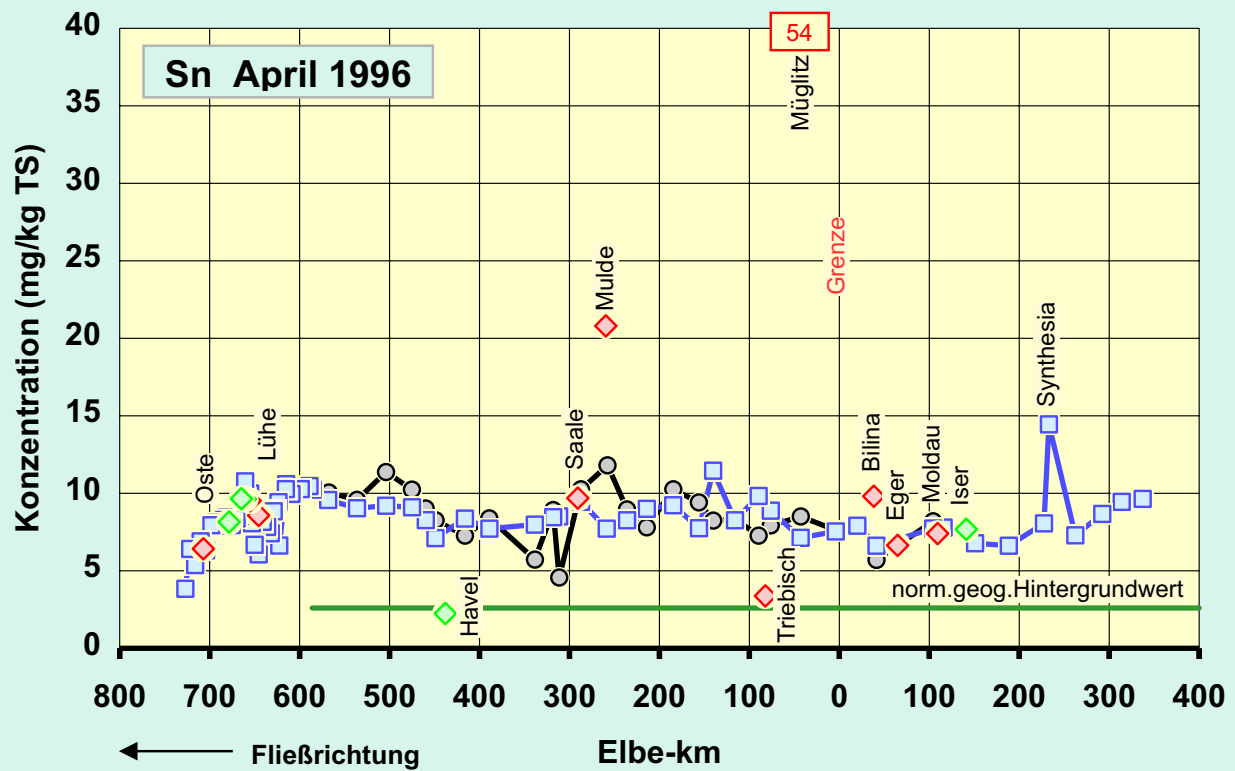
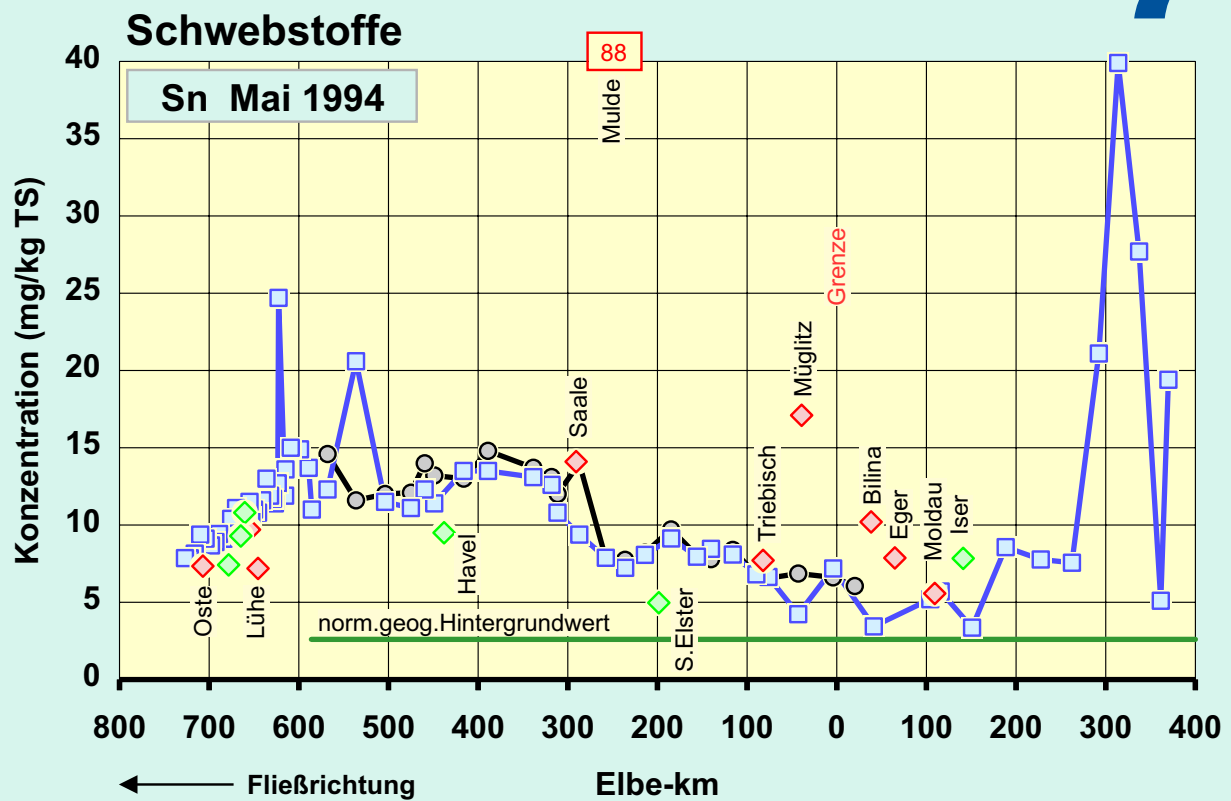


Abb.44d: Vergleich der **Zinn**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

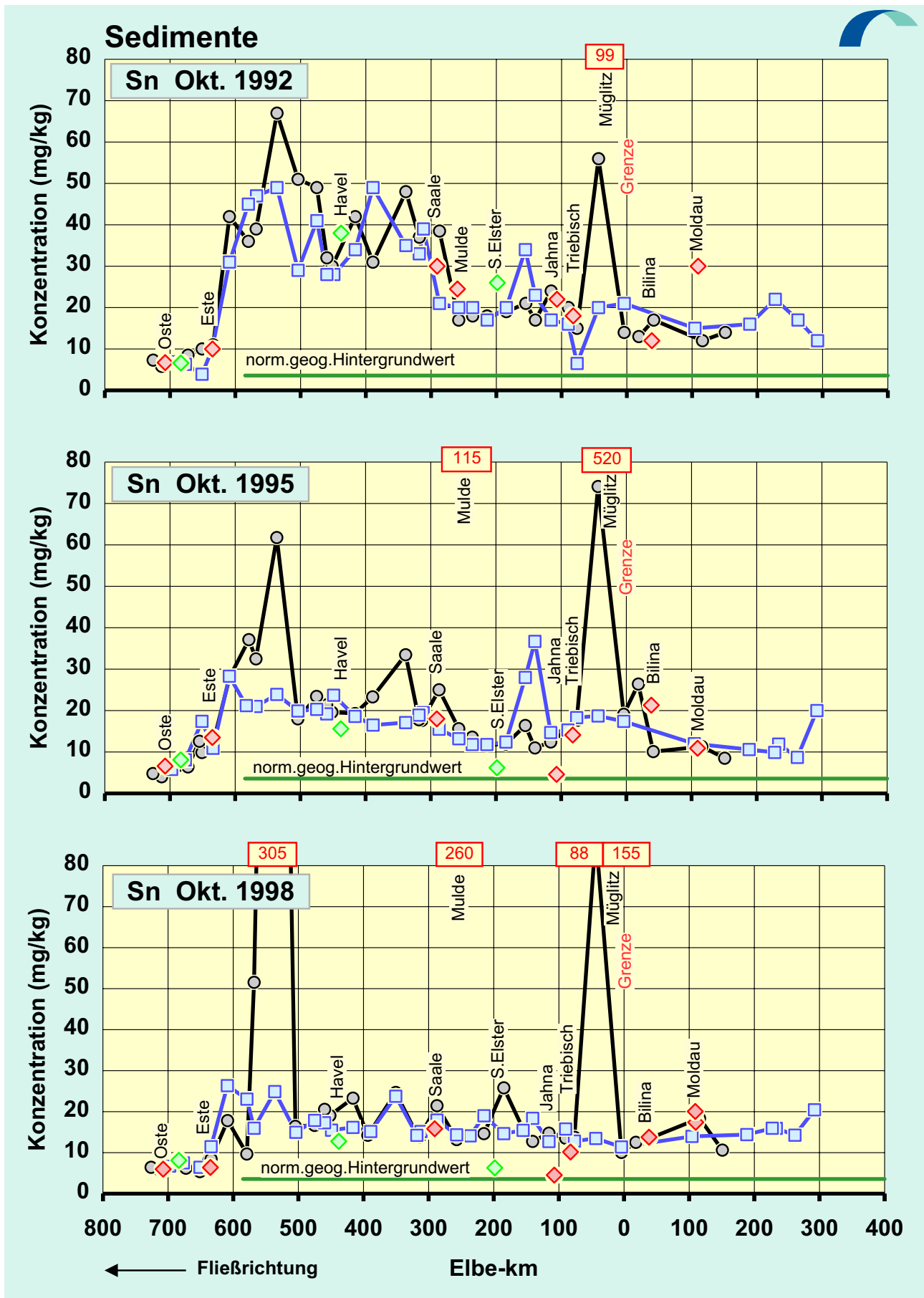


Abb.44e: Vergleich der **Zinn-Konzentrationen** der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

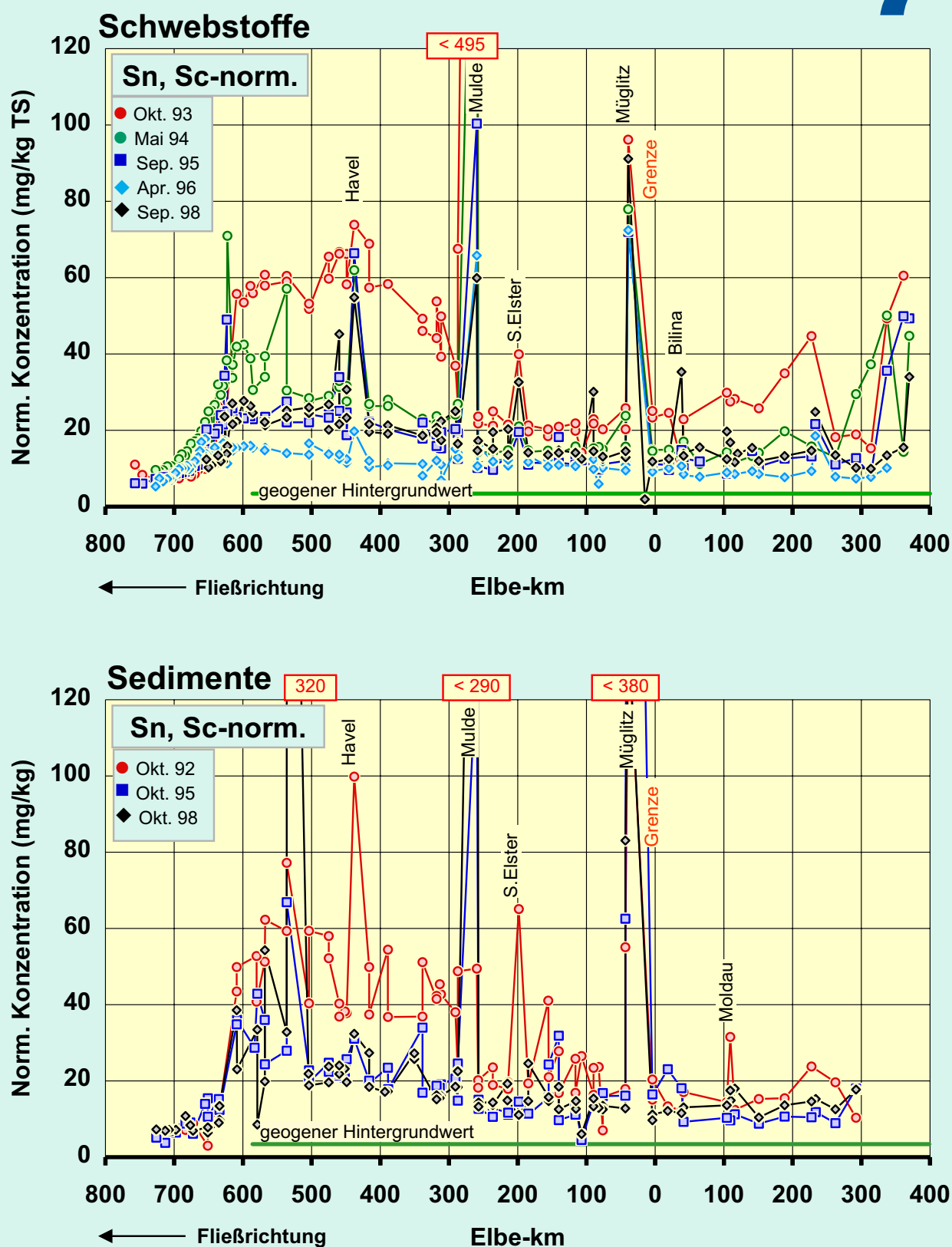


Abb.44f: Vergleich der Sc-normierten **Zinn**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Sn}^{norm} = C_{Sn} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Antimon

Sb

Antimon liegt in der Elbe als ein anthropogen beeinflusstes Element vor. Es wird hauptsächlich gelöst transportiert.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen zwischen 0,04 und 1,2 µg/L. Höhere Werte wurden in der Elbe bei den Synthesia-Werken (1996: 1,9 µg/L), in der Bilina (1995: 8,4 µg/L), in der Müglitz, Triebisch (1995: 1,5 µg/L), Mulde (1995: 1,2 µg/L) und der Oste gefunden. Im Allgemeinen nahmen die Antimonkonzentrationen von der Quelle bis zur Mündung zu. Besonders auffällig waren die gegenüber den anderen Jahren deutlich höheren Konzentrationen für September 1995. Auch die Filtrate vom September 1998 enthielten relativ viel gelöstes Antimon.

Die **Schwebstoffkonzentrationen** in der Elbe lagen meist zwischen 1 und 5 mg/kg. Im September 1998 wurden aber bei Schmilka Werte bis 8,9 mg/kg gefunden. Im tschechischen Teil der Elbe wurden in allen Jahren die höchsten Konzentrationen gemessen. Unterhalb der Staatsgrenze nahmen die Gehalte bis zum Hamburger Hafen langsam ab und sanken dann bis zur Elbmündung stärker. Die mittleren Konzentrationen verringerten sich im Mai 1994 gegenüber Oktober 1993 relativ stark, stiegen aber im September 1995 wieder kräftig an. Im Frühjahr 1996 und Herbst 1998 wurden dann wieder ähnliche Konzentrationswerte gefunden wie im Herbst 1993.

Die gemessenen Konzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** lagen meist zwischen etwa 1 und 10 mg/kg. Höhere Werte wurden in der Elbe bei Neu Darchau (1998: 68 mg/kg) und in der Mündung der Müglitz (1995: 33 mg/kg) gefunden. Bei den Proben vom Oktober 1992 schwankten die ermittelten Gehalte längs der Elbe, aber auch zwischen rechtem und linkem Ufer auffällig stark. Im Mittel lagen die Konzentrationen der Sedimente vom Herbst 1998 am niedrigsten. Sie bewegten sich bis zum Hamburger Hafen auf einem annähernd konstanten Niveau von etwa 4 mg/kg und fielen dann auf etwa 1 mg/kg ab.

Die **Sc-Normierung** der Sedimentkonzentrationen verdeutlicht, dass die Antimonbelastung von 1993 bis 1998 gesunken ist. Bei den Schwebstoffprofilen ist eine Abnahme nur bis zum April 1996 zu verfolgen, im September 1998 liegen die normierten Werte wieder ähnlich hoch wie in den Jahren 1994/'95. Die Schwebstoff- und Sedimentproben der meisten Nebenflüsse besitzen höhere Sb/Sc-Verhältnisse als die Elbeproben.

Antimon

Sb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(0,51)	0,51	0,54	(0,60)	(0,52)
Mai 1994	0,33	0,35	0,29	(0,21)	0,33
Sept. 1995	0,70	0,85	0,70	0,48	0,72
April 1996	0,41	0,42	0,36	0,30	0,40
Sept. 1998	-	0,58	0,57	0,43	0,57

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	1,3	2,9	3,7	3,4	3,0
Mai 1994	1,4	2,1	2,2	2,8	2,1
Sept. 1995	1,3	3,6	4,0	3,9	3,7
April 1996	1,6	2,9	3,3	3,6	3,1
Sept. 1998	-	2,4	3,9	3,7	3,0

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,4	5,0	4,7	4,2	4,6
Okt. 1995	1,5	4,3	4,6	4,3	4,3
Okt. 1998	1,2	3,9	3,8	3,7	3,8

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	1,2 - 2,5	1,1 - 1,9	1,2 - 2,7	1,1 - 2,7
Auensedimente / Mittelw.	1,5	1,6	1,9	1,7
normiert für Sedimente				1,2
normiert für Schwebstoffe				0,9

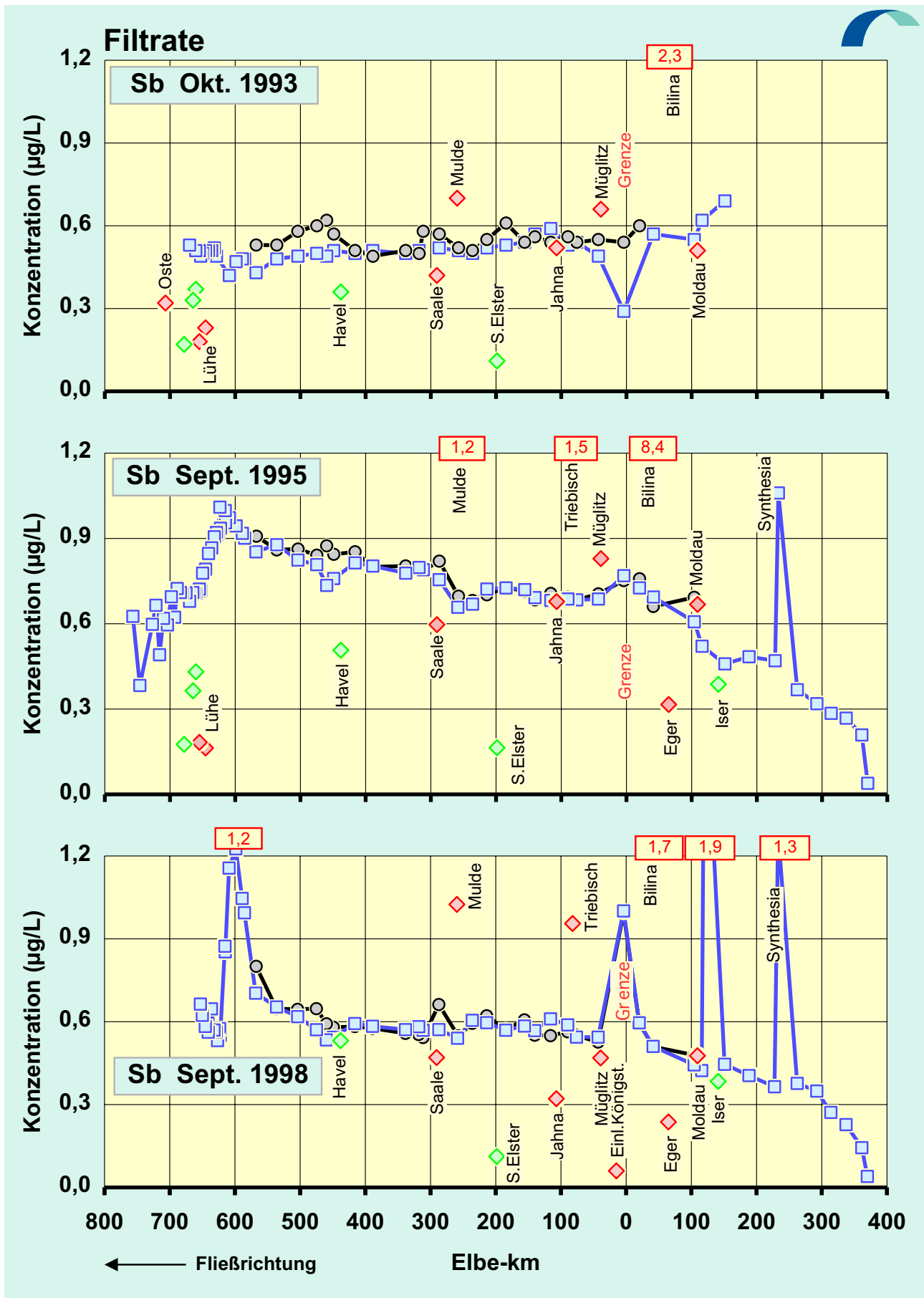


Abb.45a: Vergleich der **Antimon**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

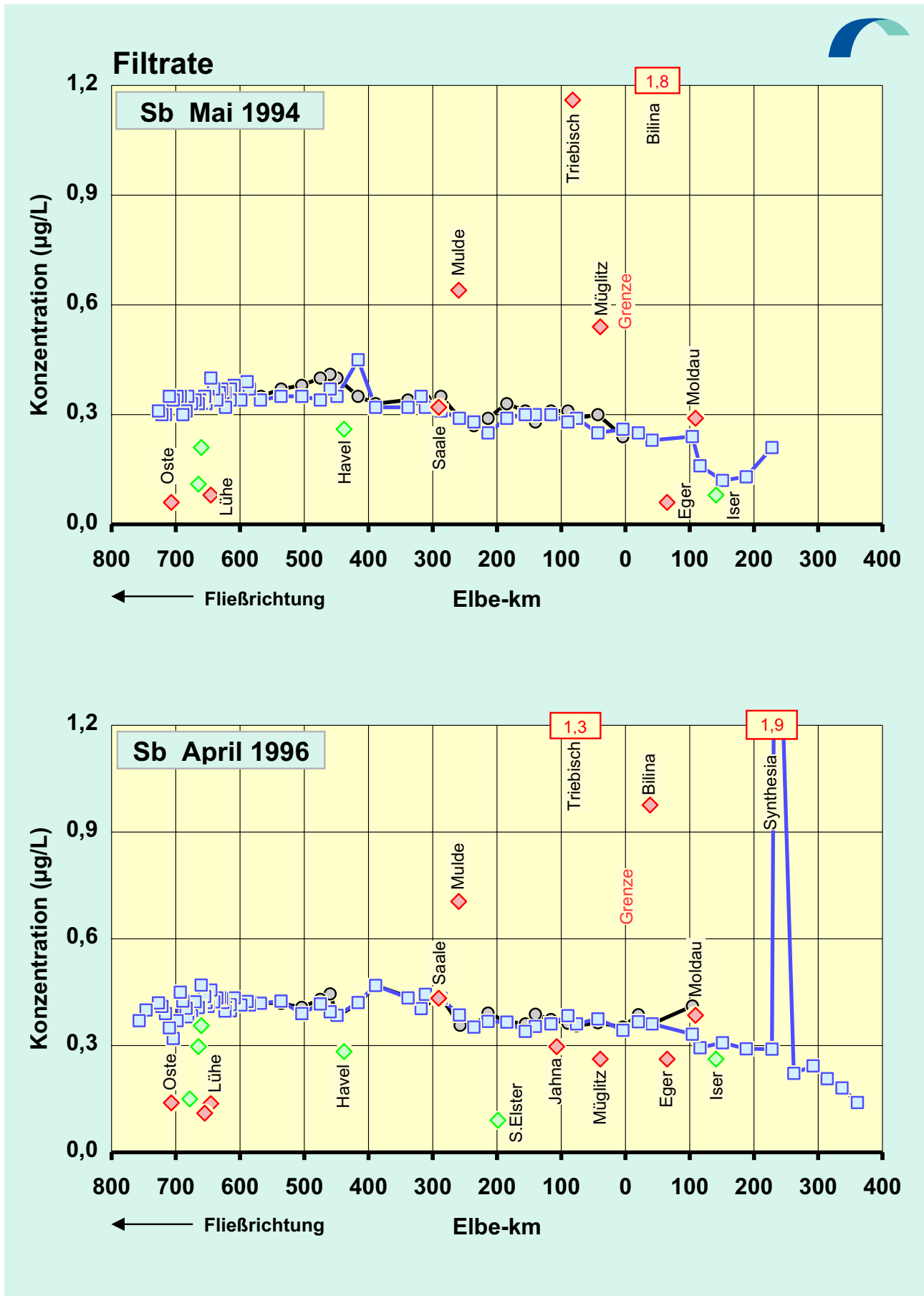


Abb.45b: Vergleich der **Antimon**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

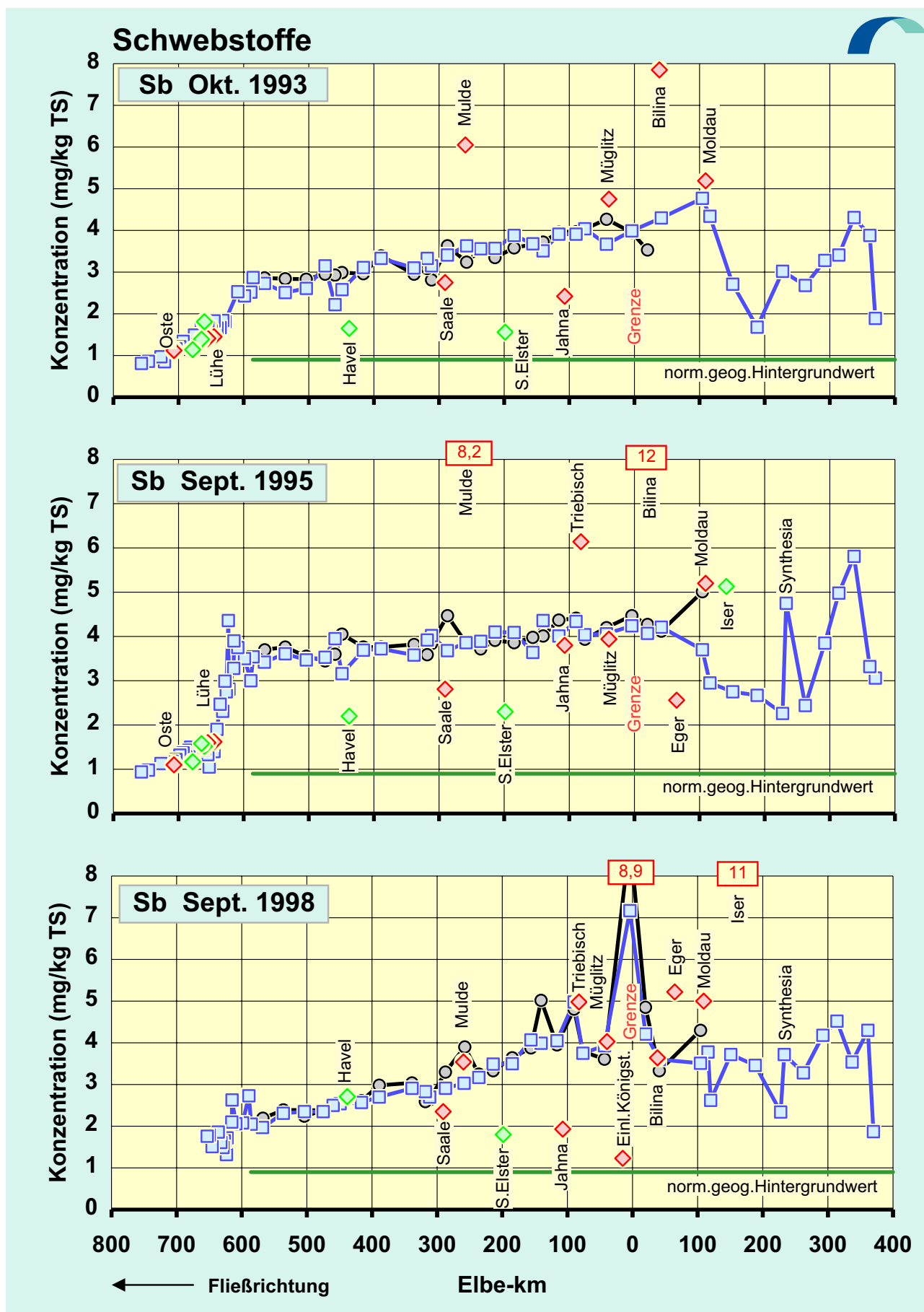


Abb.45c: Vergleich der **Antimon**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

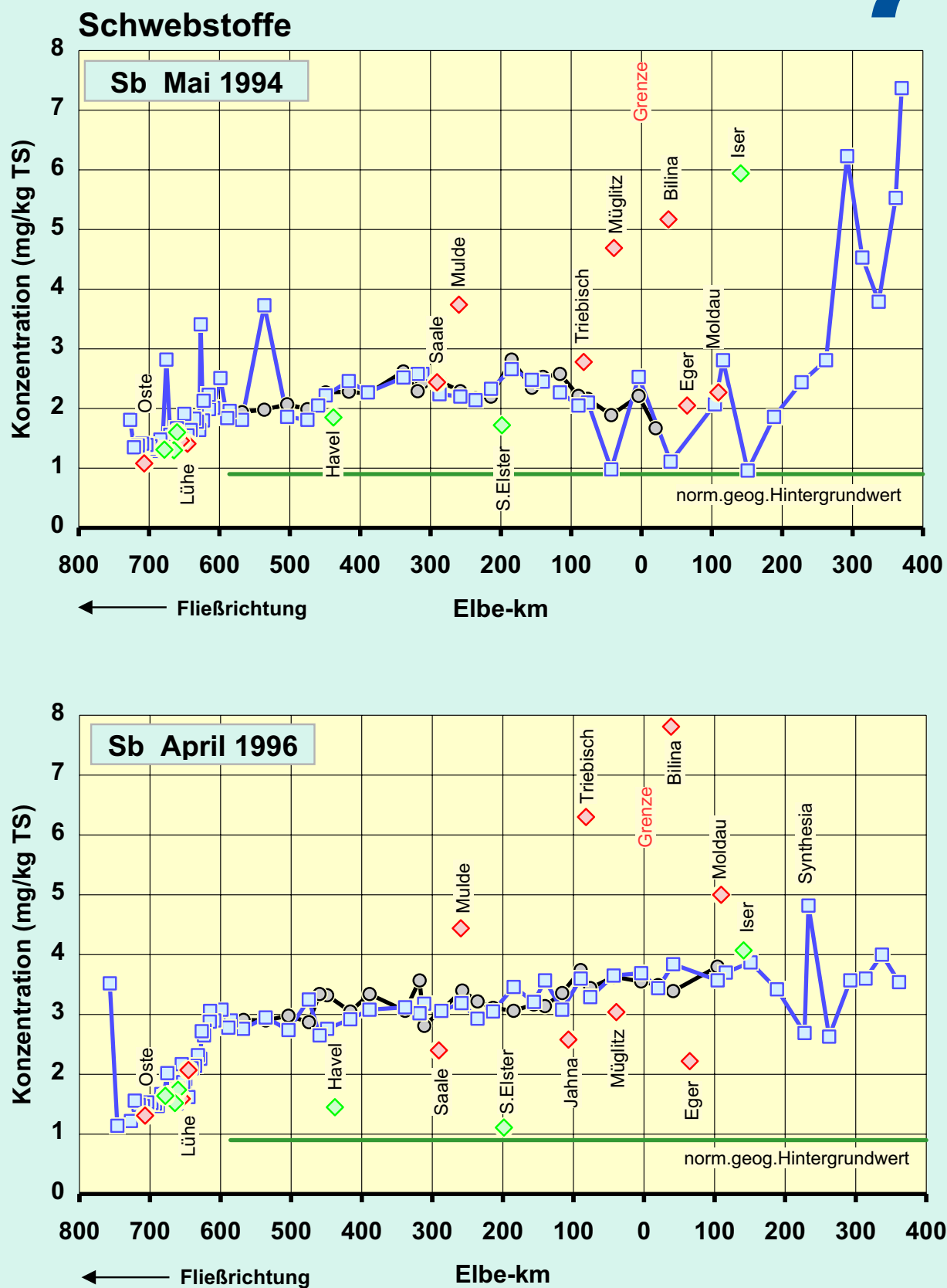


Abb.45d: Vergleich der **Antimon**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

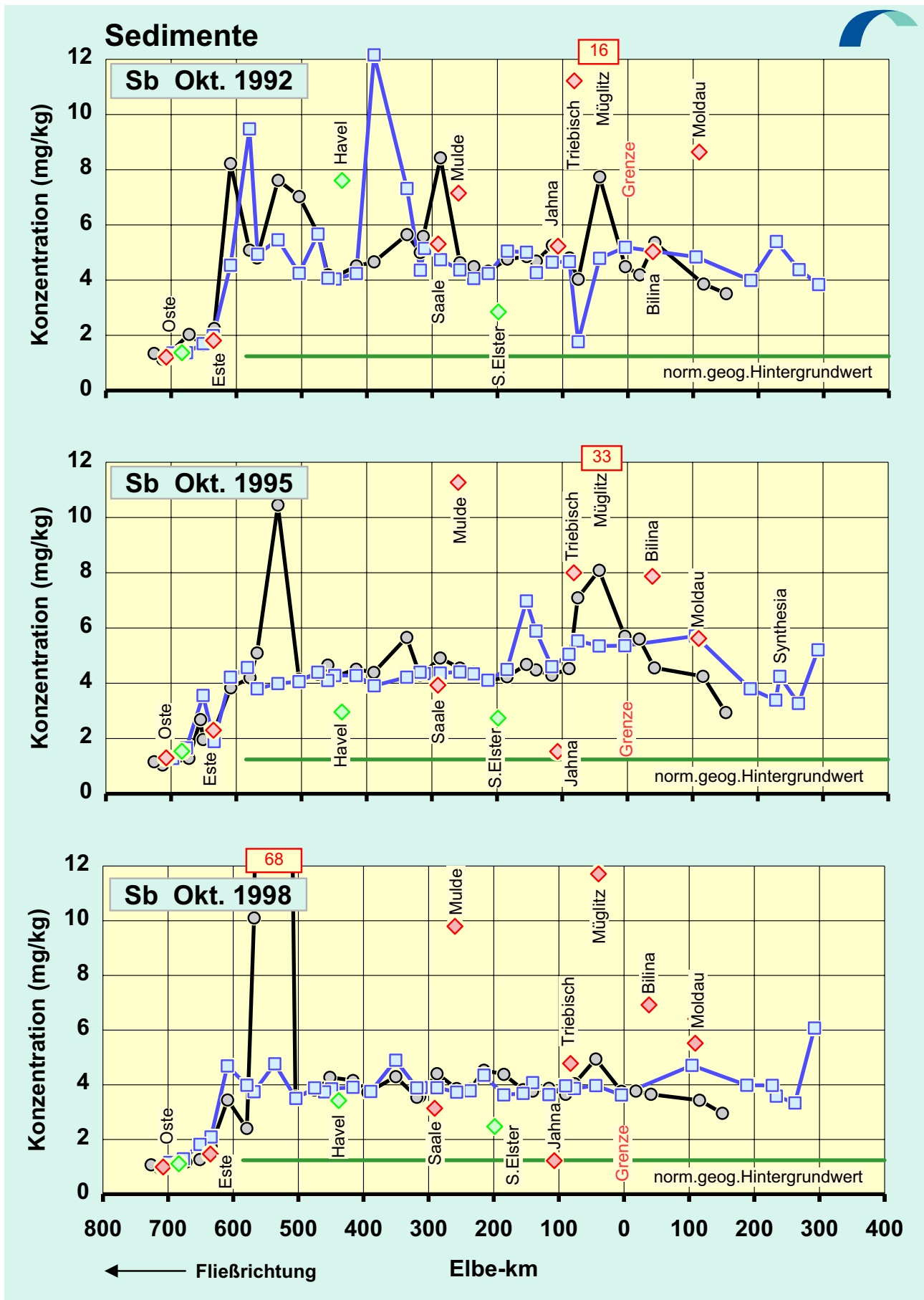


Abb.45e: Vergleich der **Antimon**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

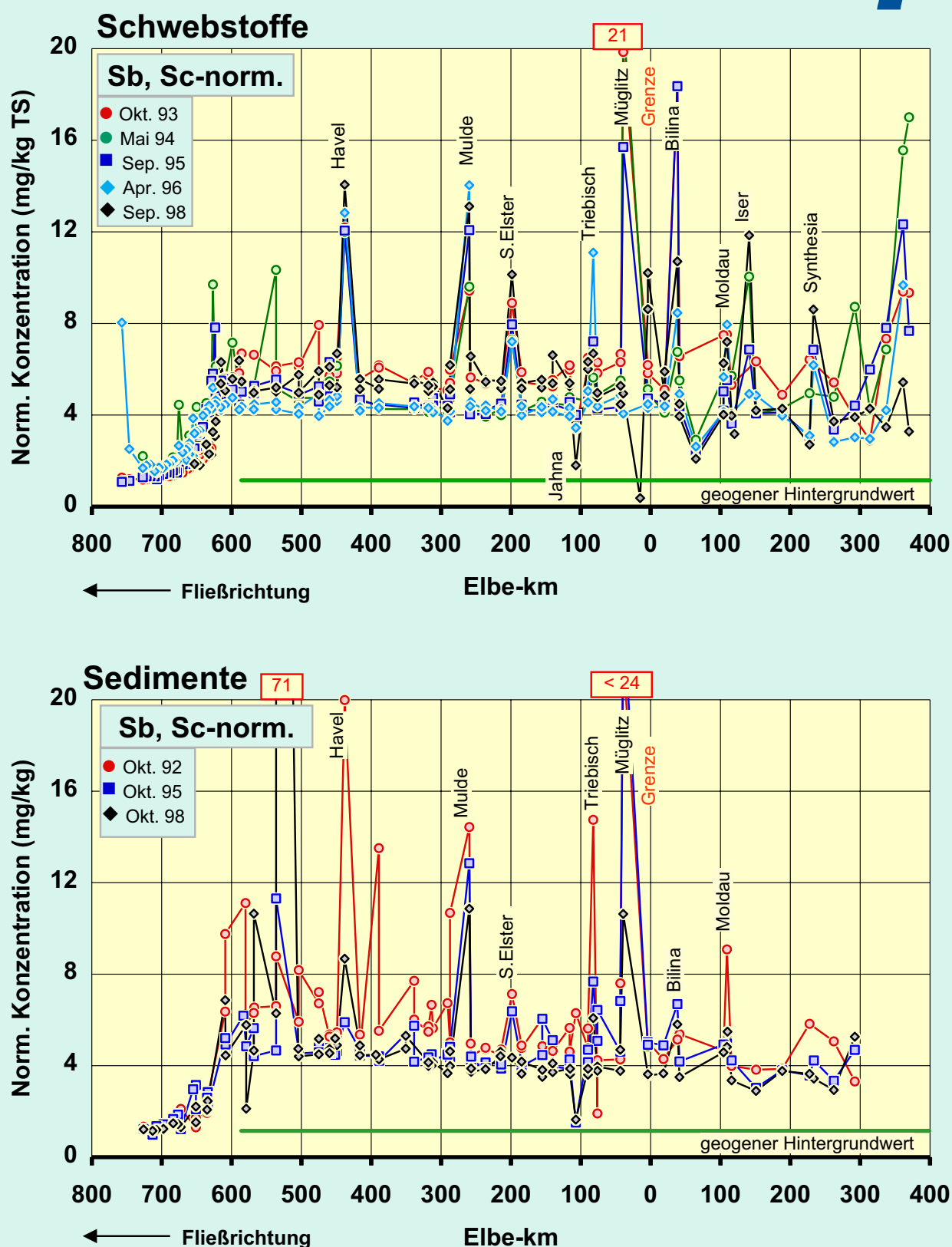


Abb.45f: Vergleich der Sc-normierten **Antimon**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Sb}^{norm} = C_{Sb} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Cäsium

Cs

Cäsium ist in der Elbe ein geogen beeinflusstes Element, das in der Wasserphase zu etwa gleichen Anteilen gelöst und partikulär gebunden transportiert wird.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden meist Konzentrationen zwischen 0,01 - 0,25 µg/L gefunden. Höhere Werte wurden in der Elbe im Mündungsgebiet und bei den Synthesia-Werken (1998: 0,42 µg/L) und in den Nebenflüssen Eger (1998: 0,8 µg/L), Bilina (1995: 2,3 µg/L) und Triebisch (1998: 1,4 µg/L) bestimmt. Die Konzentrationen der Saale und Mulde lagen mit etwa 0,20 bis 0,35 µg/L nicht extrem hoch, aber deutlich über denen der Elbe kurz oberhalb ihrer Einmündungen. Wegen ihrer relativ hohen Abflüsse brachten sie deshalb doch größere Mengen an gelöstem Cäsium in die Elbe ein. Dies war, wie auch bei anderen Salzbildnern, bei allen Längsprofilen deutlich zu erkennen. Sonst zeigten die Längsprofile ein etwas uneinheitliches Bild. Jedoch schienen die Gehalte im Mündungsbereich der Elbe stark anzusteigen. Im Mittel wurden in den Proben von 1995 und 1996 deutlich niedrigere Konzentrationen gefunden als in denen der anderen drei Probennahmekampagnen.

In den **Schwebstoffen** wurden spezifische Konzentrationen von etwa 2 bis 14 mg/kg gemessen. Die höheren Werte wurden, wie auch bei anderen geogen beeinflussten Elementen, im Quellbereich und in der Trübungszone der Tideelbe gefunden. Die bei den Schwebstoffen zum Teil relativ großen Konzentrationsschwankungen längs der Elbe waren auf unterschiedliche Mengenteile von organischem Material zurückzuführen. Im Mittel wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Cäsiumgehalte bestimmt.

Die gemessenen Konzentrationen in den **Sedimenten** lagen im Bereich von 7,5 bis 18 mg/kg. Sie stiegen von der Quelle bis etwa zum Zufluss der Müglitz an und fielen danach bis zur Mündung ein wenig ab. Eine zeitliche Veränderung war nicht zu beobachten.

Die **Sc-normierten** Längsprofile für Schwebstoffe und Sedimente liegen wegen der hohen Korrelation zu Scandium sehr eng beieinander. Vor allem die Nebenflüsse Eger, Müglitz und Triebisch heben sich durch höhere Cs/Sc-Verhältnisse hervor, die Nebenflüsse Schwarze Elster und Havel dagegen durch etwas niedrigere.

Cäsium

Cs

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(0,08)	0,11	0,17	(0,16)	(0,14)
Mai 1994	(0,15)	0,13	0,12	(0,10)	(0,13)
Sept. 1995	(0,11)	0,08	0,07	0,04	0,08
April 1996	(0,08)	0,06	0,07	0,03	0,06
Sept. 1998	-	0,12	0,12	0,03	0,12

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	11,5	7,2	9,1	6,5	8,8
Mai 1994	8,2	4,9	6,4	5,0	6,0
Sept. 1995	9,8	9,3	10,9	8,9	9,8
April 1996	9,5	8,5	9,2	9,4	8,9
Sept. 1998	-	6,7	9,8	10,8	8,5

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	10,5	11,7	12,7	11,7	11,9
Okt. 1995	10,8	12,4	13,2	11,4	12,5
Okt. 1998	8,9	11,9	12,6	11,6	12,2

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	13 - 23	9 - 15	12 - 18	8,7 - 23
Auensedimente / Mittelw.	18	13	15	15
normiert für Sedimente				11
normiert für Schwebstoffe				8,0

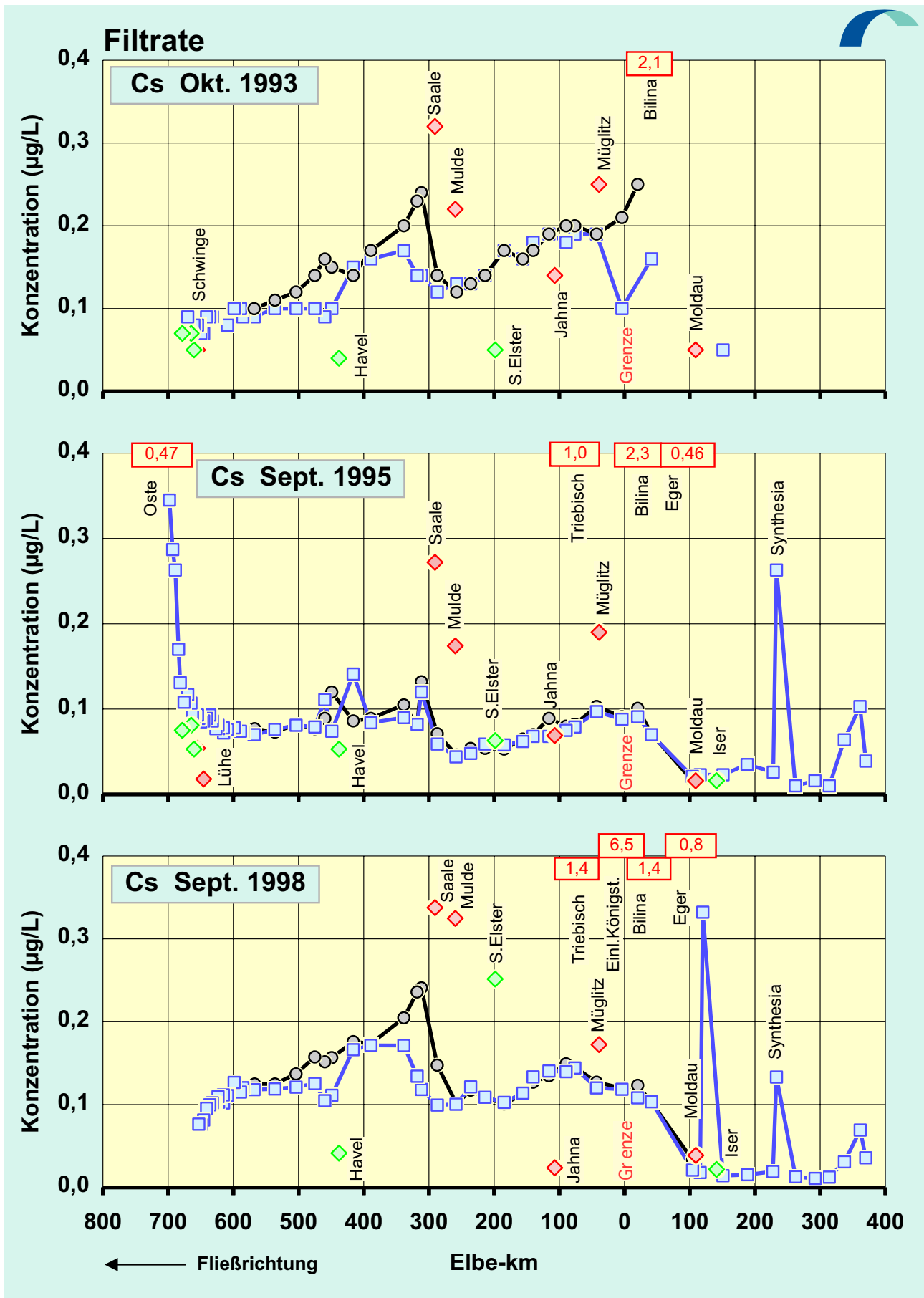


Abb.46a: Vergleich der **Cäsium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

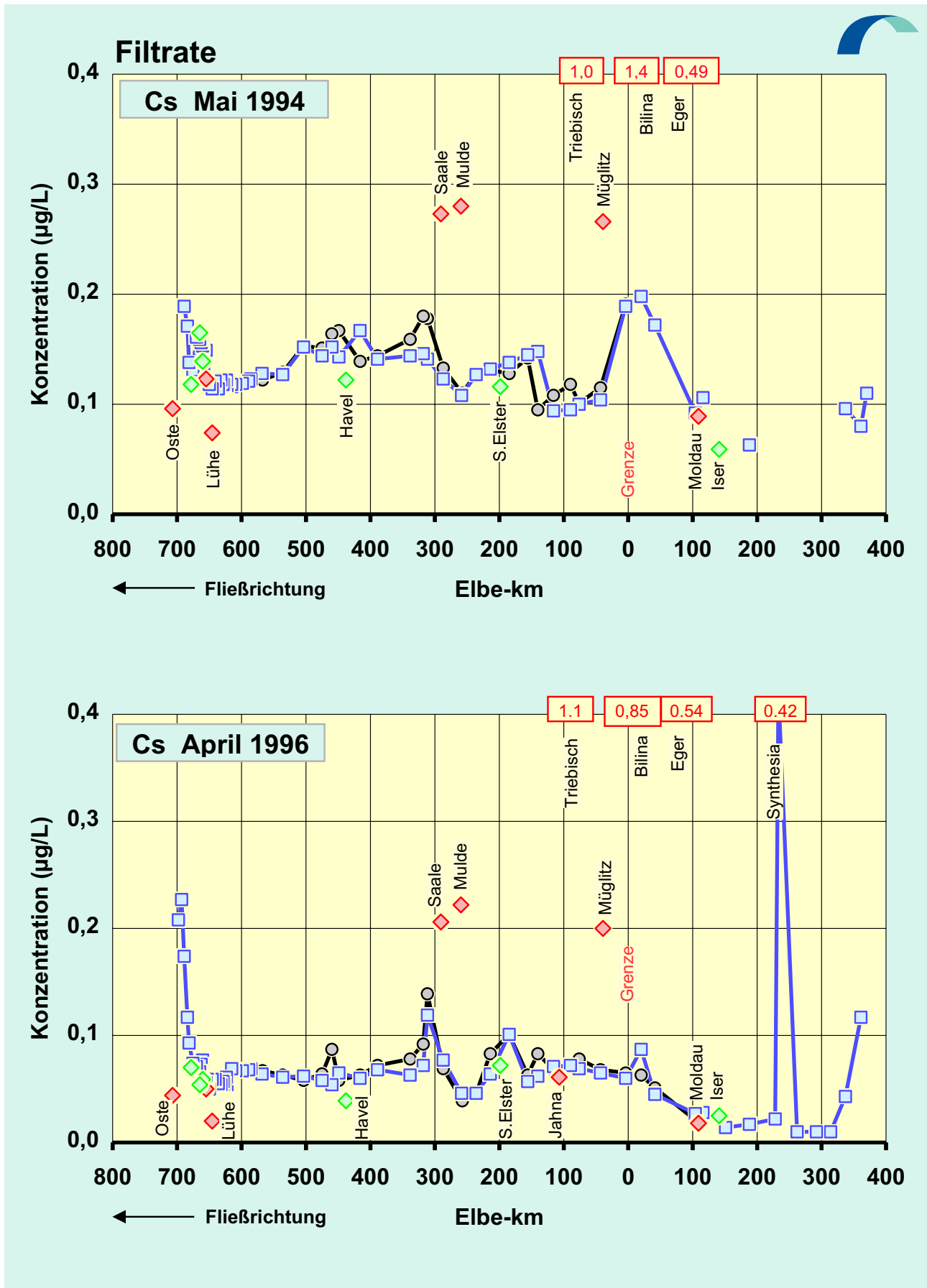


Abb.46b: Vergleich der **Cäsium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

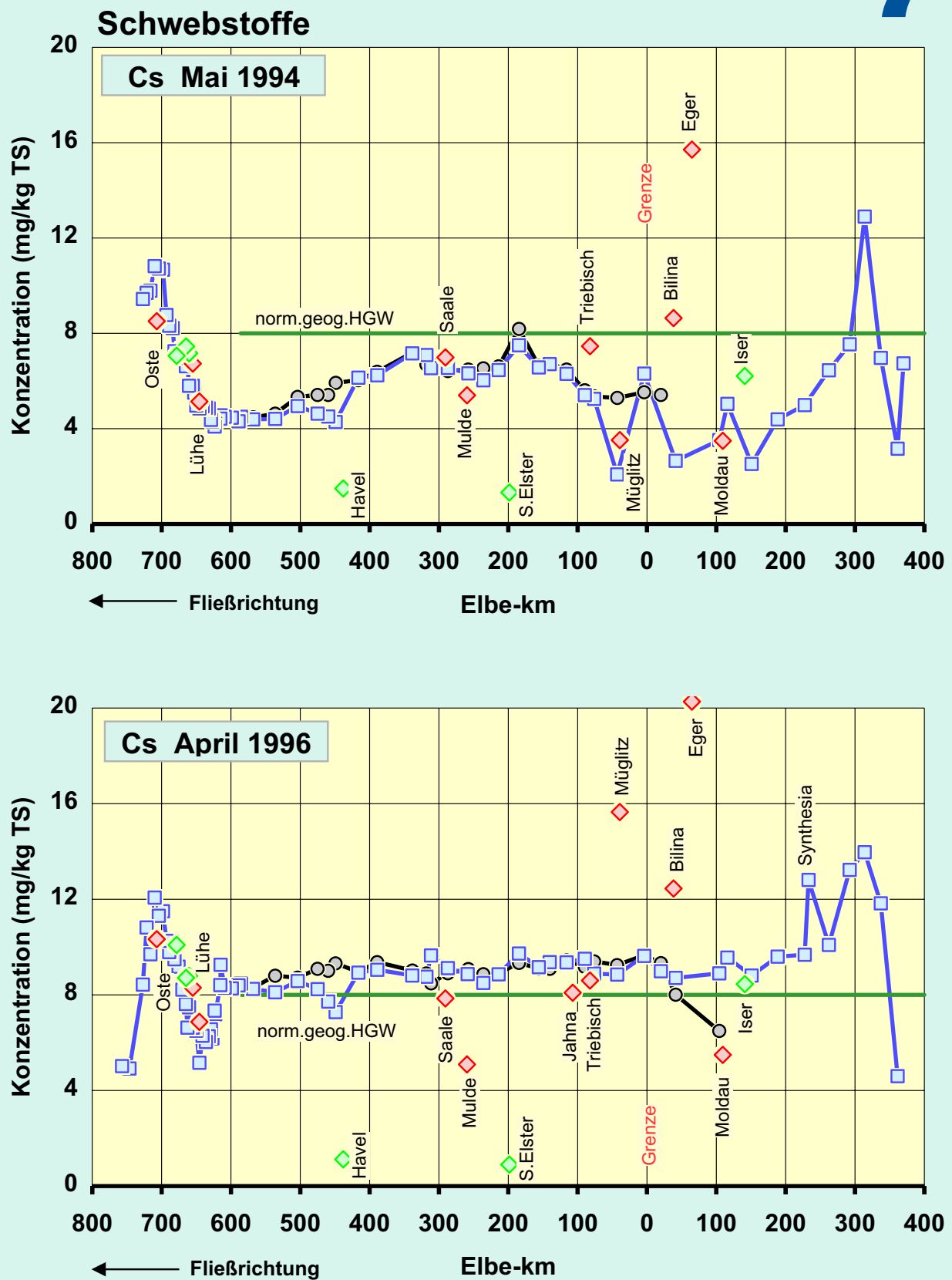


Abb.46d: Vergleich der **Cäsium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

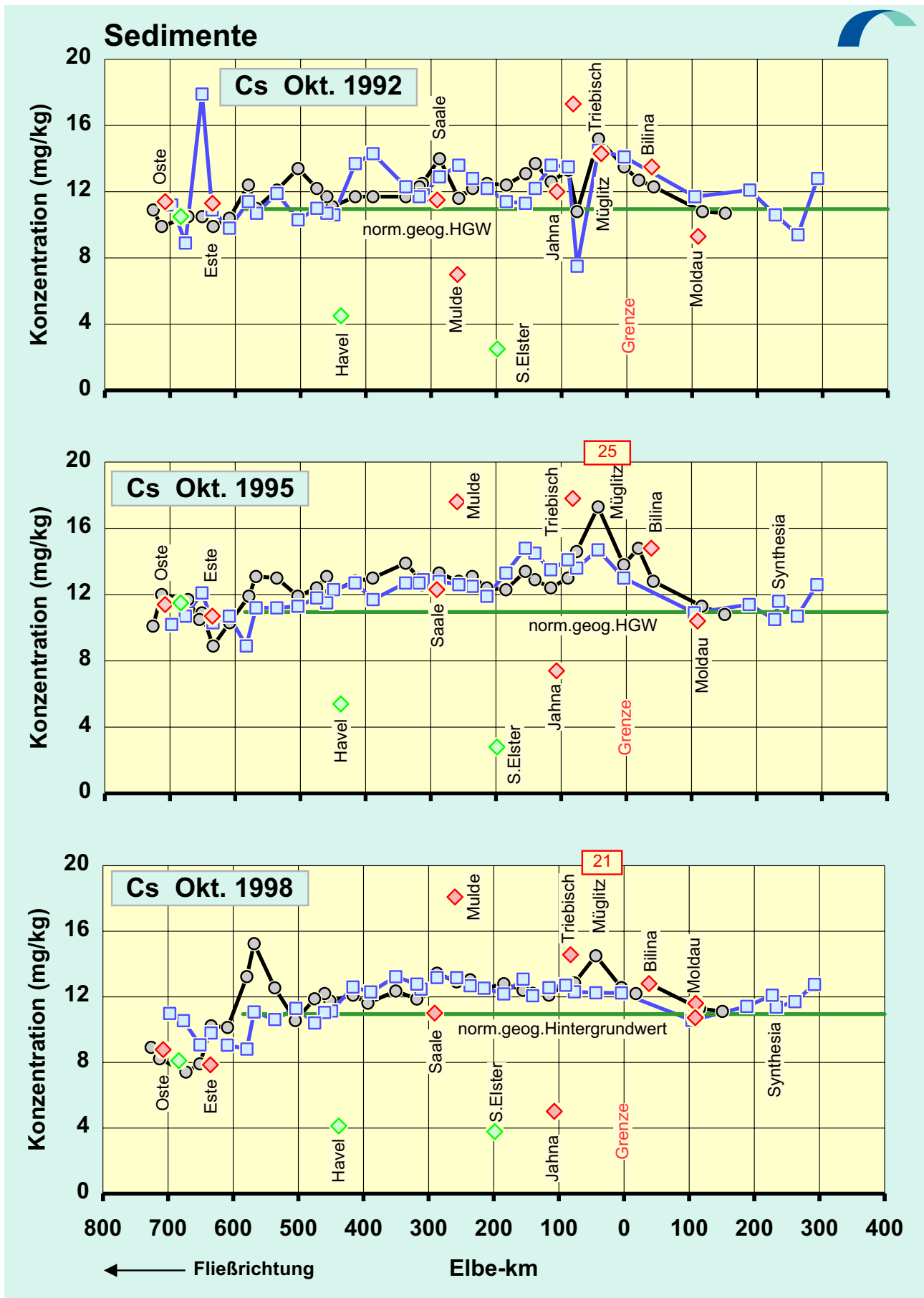


Abb.46e: Vergleich der **Cäsium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

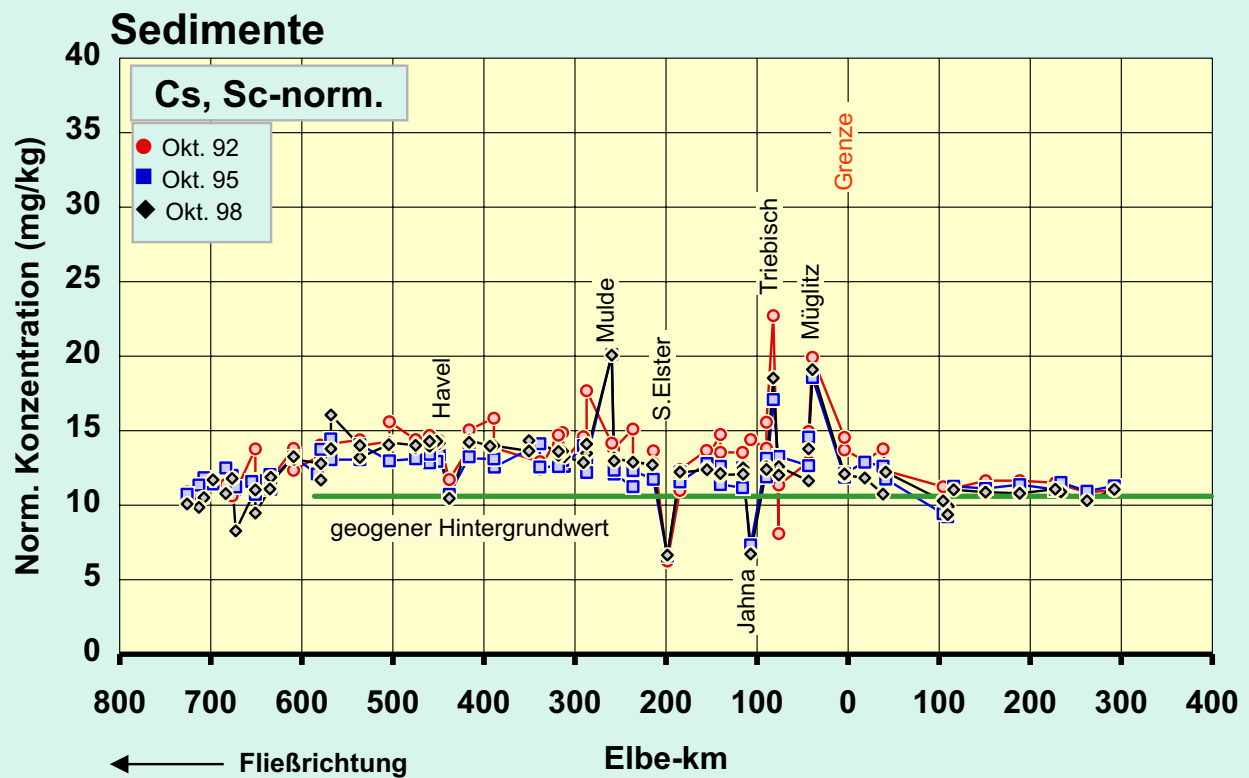
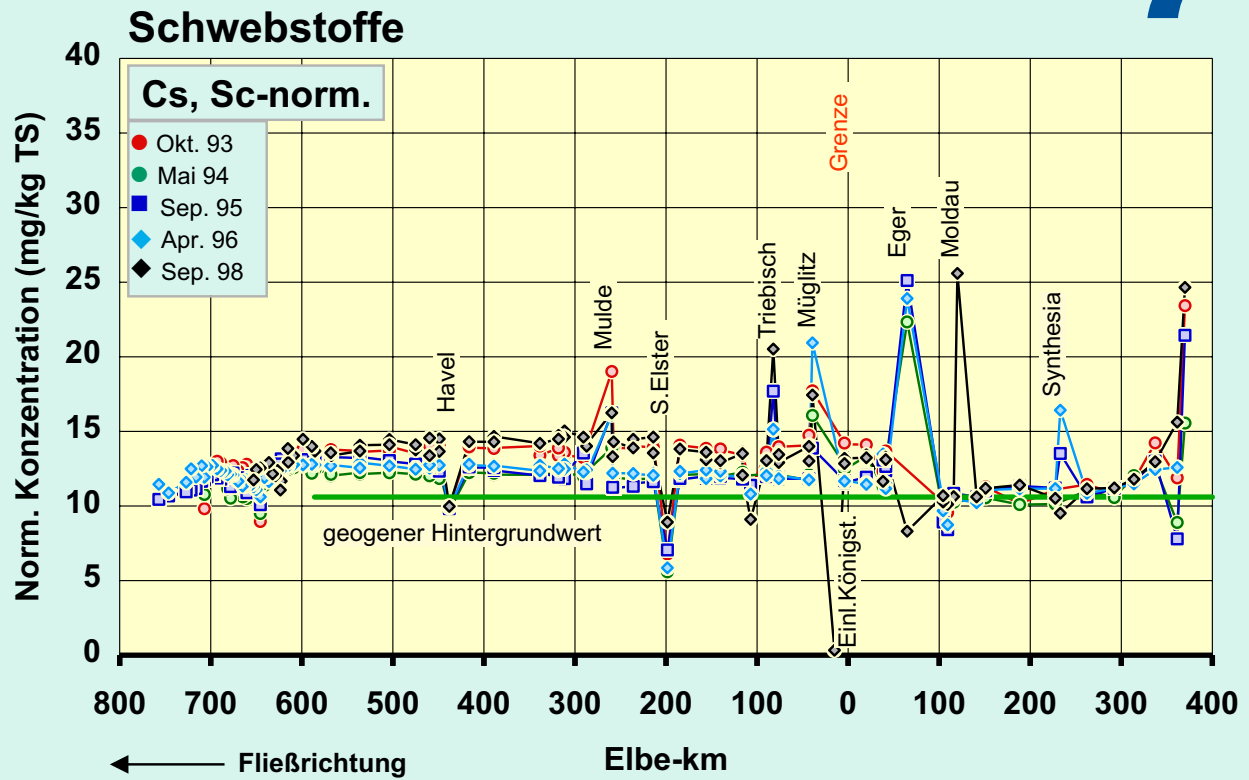


Abb.46f: Vergleich der Sc-normierten **Cäsium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Cs}^{norm} = C_{Cs} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Barium

Ba

Barium wird in der Elbe anthropogen beeinflusst. Das Element wird hauptsächlich gelöst transportiert. Der partikulär gebundene Anteil beträgt maximal etwa 60% in der schwebstoffreichen Trübungszone.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Bariumkonzentrationen von 4 bis 70 µg/L bestimmt. Von sehr niedrigen Werten ausgehend stiegen die Konzentrationen zunächst auf den ersten 100 bis 200 km an, fielen wieder etwas bis zur Moldaumündung und blieben dann auf einem mehr oder weniger stark angehobenen Niveau bis zur Saaleeintrömung. Die Saale hob, abhängig von den jeweiligen Frachten von Saale und Elbe, die Bariumgehalte der Elbe unterschiedlich stark an. Bis etwa zum Elbe-km 700 verweilten dann die Bariumfiltratkonzentrationen auf dem angehobenen Niveau. Von 1993 bis 1996 nahmen die Gehalte unterhalb der Saalemündung kontinuierlich ab.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die Bariumkonzentrationen zwischen 100 und 740 mg/kg. Wie bei den Filtraten ergab sich für die Schwebstoffe ein steiler Anstieg bis Verdek, dann fielen die Werte etwas ab und blieben bis zum Beginn der Tidezone auf annähernd konstantem Niveau. In der Elbemündung lagen die Werte unterhalb der angegebenen Untergrundkonzentration. Längs der gesamten Elbe wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Gehalte gefunden. Als einziger Nebenfluss war wohl die Müglitz als Einleiter von partikulär gebundenem Barium von Bedeutung. Im September 1998 wurden in den Schwebstoffen aus einem Einleiter (Elbestollen) unterhalb von Königstein 200-mal höhere Bariumgehalte ermittelt als in der Elbe (d.h. 100 g/kg).

Die Bariumkonzentrationen der fraktionierten **Elbsedimente** von 1992 bis 1998 bewegten sich im Bereich von etwa 300 bis 1900 mg/kg. Von der Quelle bis zum Saalezufluss verliefen die Längsprofile zunächst auf einem relativ niedrigem Niveau. Bei den Proben von Oktober 1992 nahmen dann die Gehalte bis zur Tidezone beträchtlich zu. Für die Proben von 1995 und 1998 war dieser starke Anstieg kaum noch zu beobachten. Bis auf einige Ausnahmen näherten sich die Bariumkonzentrationen im Laufe der Zeit immer mehr dem normierten Hintergrundwert an.

Die Längsprofile der **Sc-normierten** Gehalte zeigen die Reduzierung der Bariumbelastungen von Schwebstoffen und Sedimenten im Untersuchungszeitraum.

Barium

Ba

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(49)	54	37	44	44
Mai 1994	51	51	40	38	49
Sept. 1995	43	45	36	40	44
April 1996	37	38	35	33	36
Sept. 1998	-	40	32	37	38

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	351	533	590	565	538
Mai 1994	379	417	420	371	400
Sept. 1995	374	599	599	555	584
April 1996	413	524	538	522	522
Sept. 1998	-	489	563	550	523

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	388	1160	742	735	794
Okt. 1995	379	733	699	669	701
Okt. 1998	382	680	619	564	638

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	468 - 616	532 - 714	496 - 695	468 - 774
Auensedimente / Mittelw.	599	616	577	598
normiert für Sedimente				437
normiert für Schwebstoffe				317

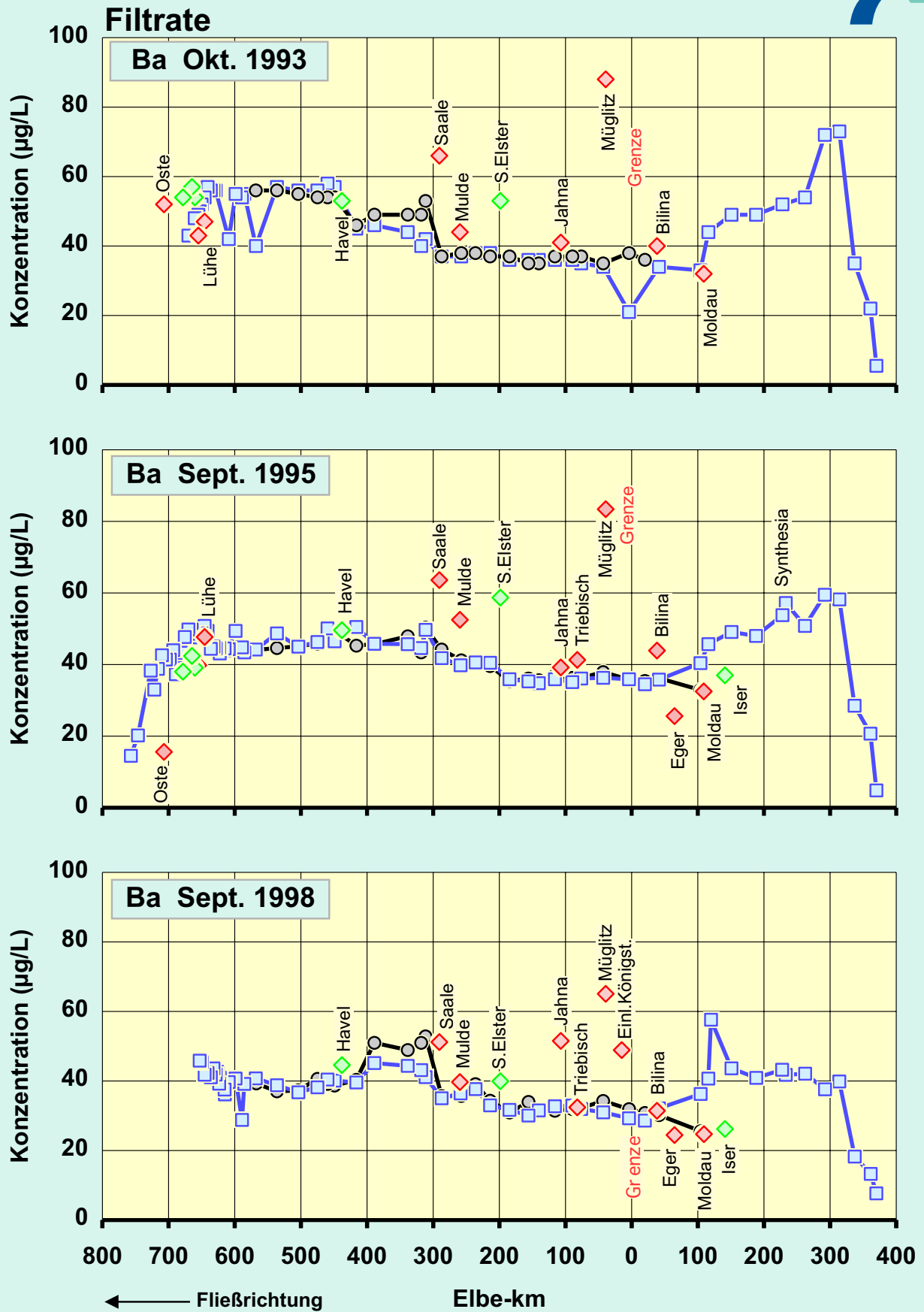


Abb.47a: Vergleich der **Barium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

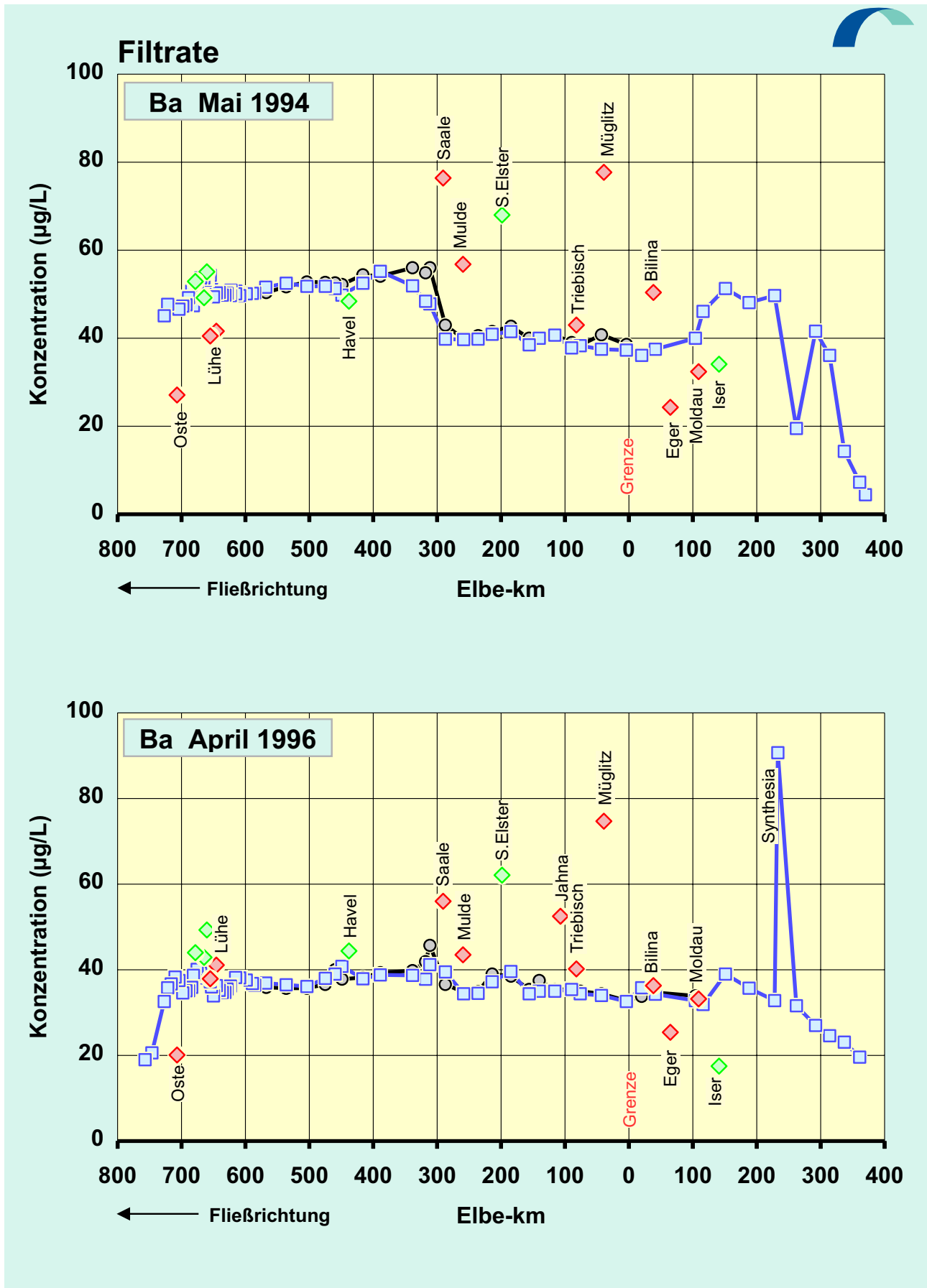


Abb.47b: Vergleich der **Barium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

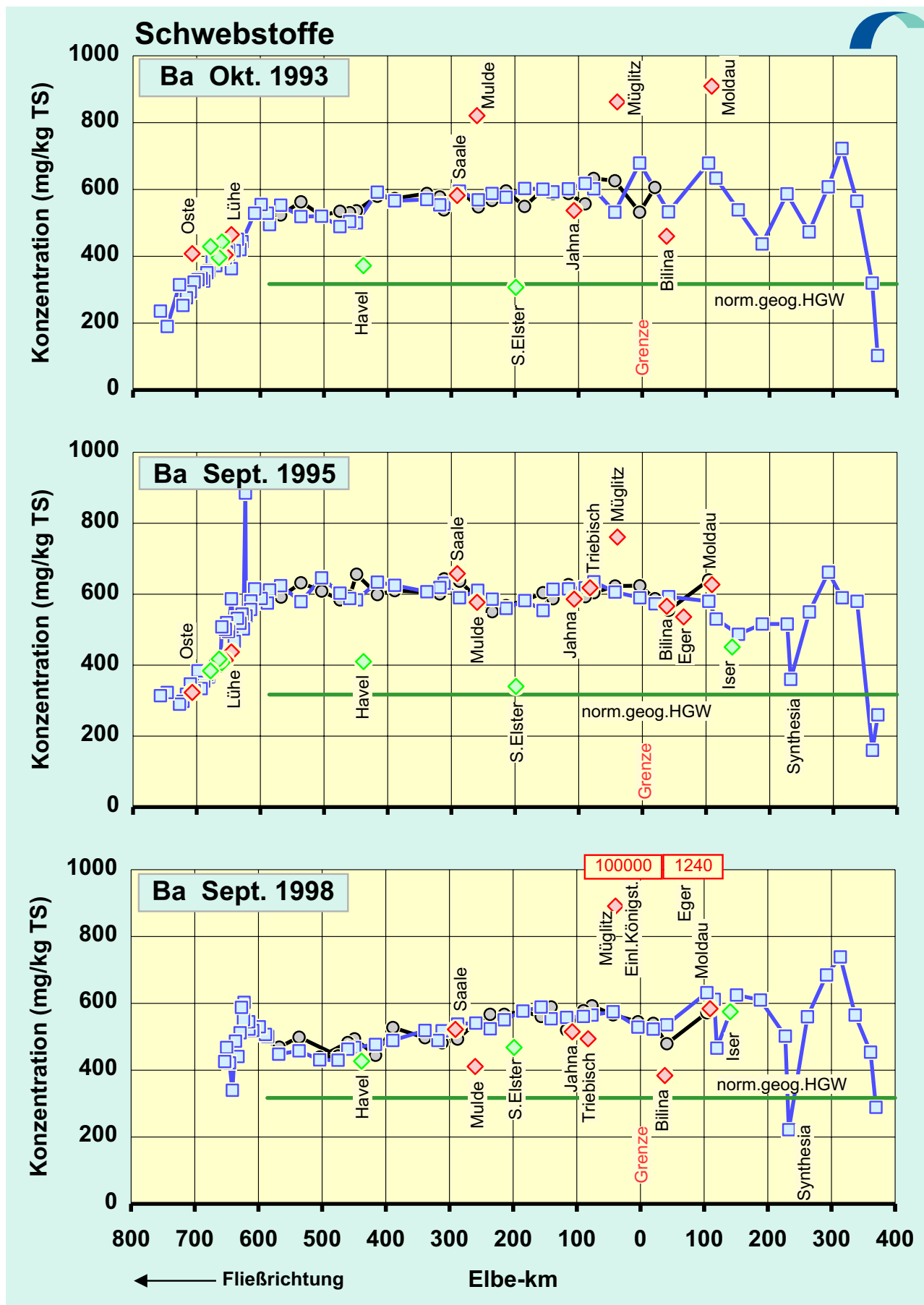


Abb.47c: Vergleich der **Barium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

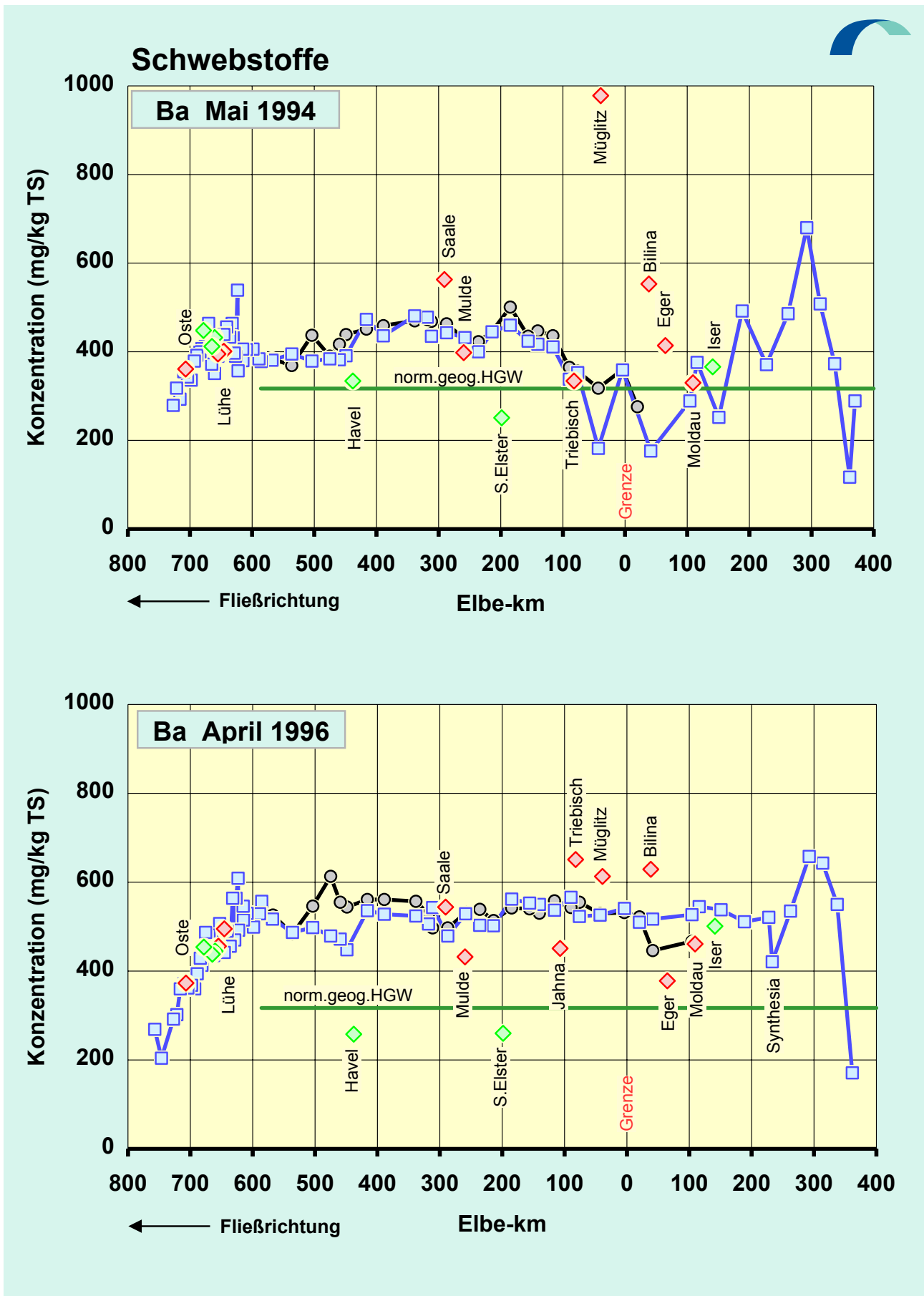


Abb.47d: Vergleich der **Barium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

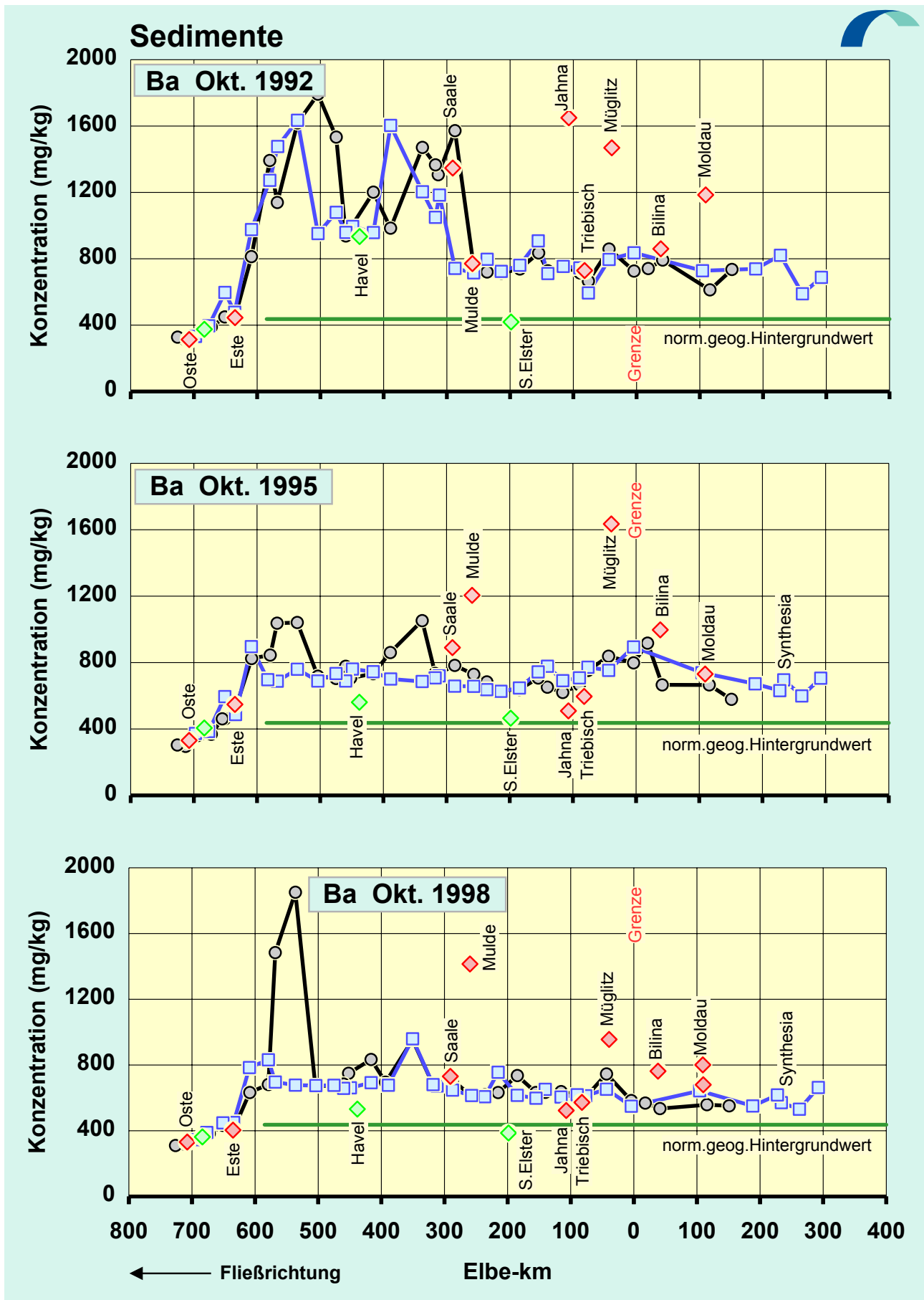


Abb.47e: Vergleich der **Barium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

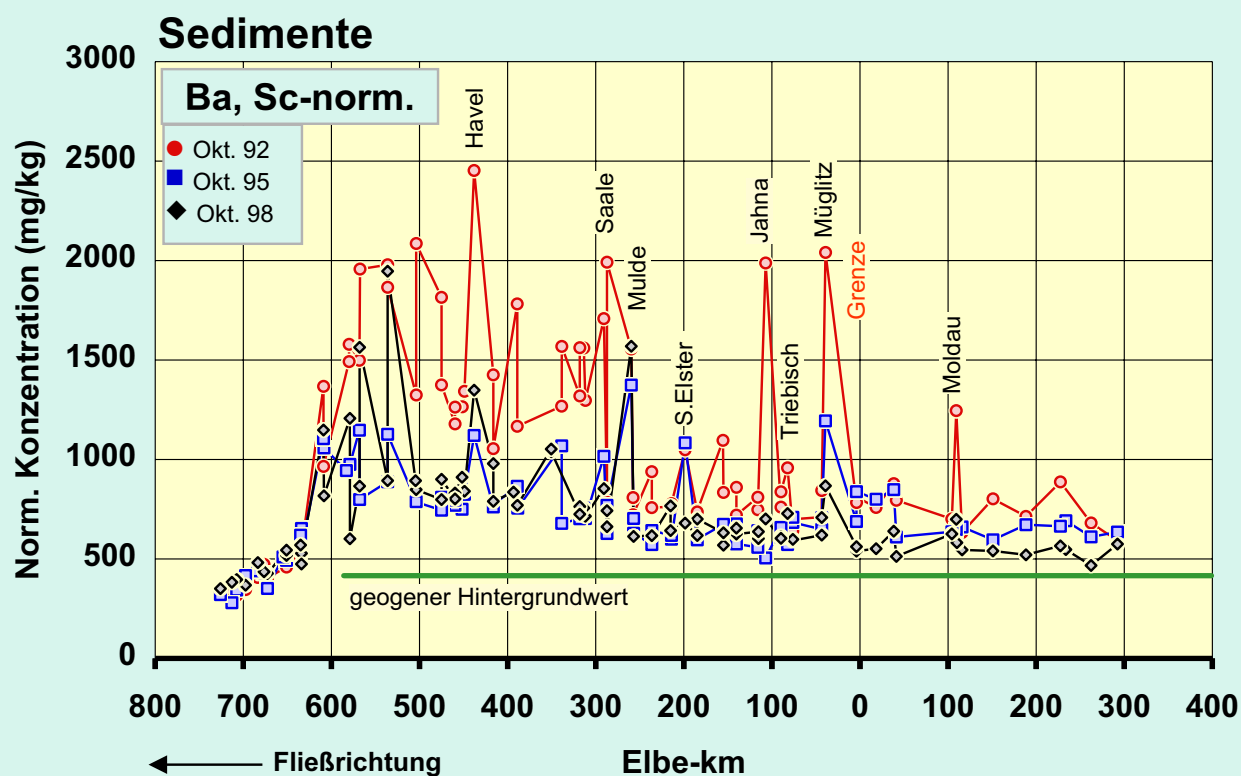
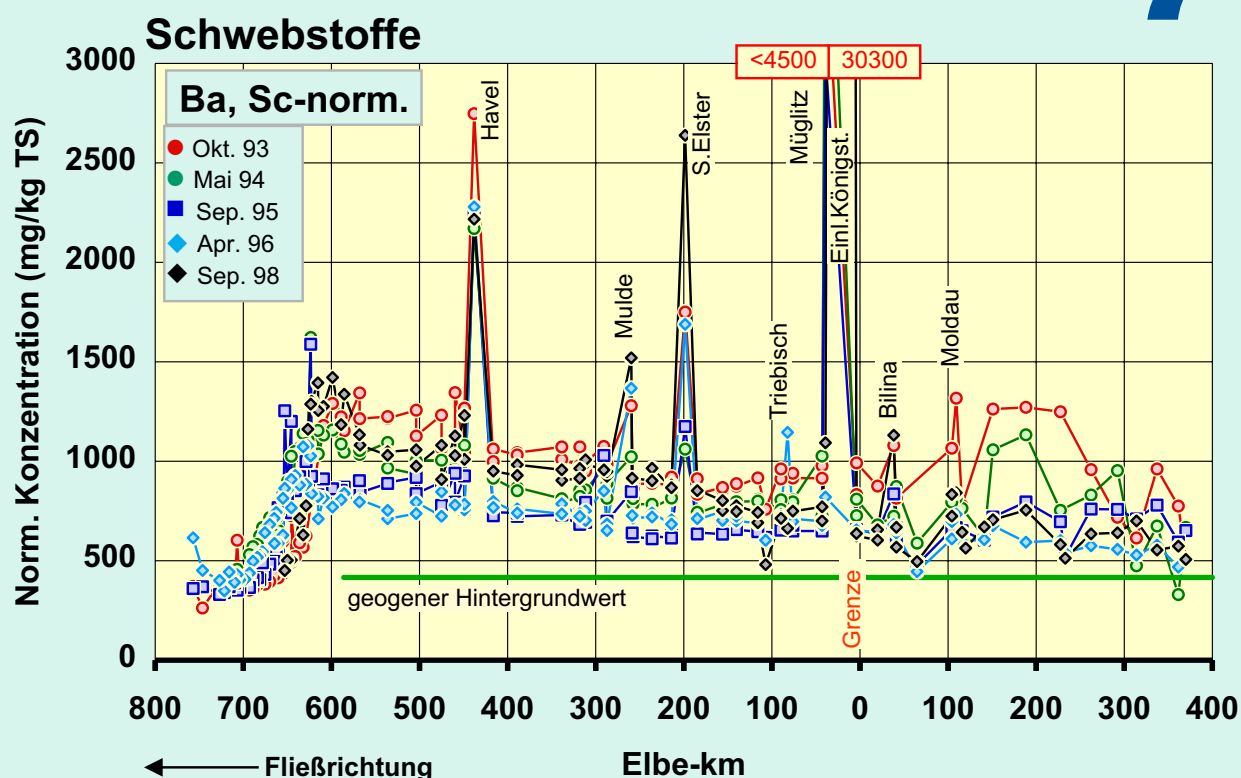


Abb.47f: Vergleich der Sc-normierten **Barium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ba}^{norm} = C_{Ba} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Lanthan

La

Lanthan gehört mit der Gruppe der Lanthanoiden zu den geogenen Elementen, die aber auch anthropogen beeinflusst werden. Lanthan wird in der Elbe vor allem am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Filtraten** der Elbe lagen die Konzentrationen meist unterhalb von 0,4 µg/L, häufig sogar wenig über der Nachweisgrenze der ICP-MS (0,01 µg/L). Höhere Gehalte wurden in der Elbe in der Nähe der Quelle (1998: 2,5 µg/L) und bei den Synthesia-Werken (1996: 56 µg/L) und in den Nebenflussmündungen der Müglitz, der Triebisch und der Schwarzen Elster gefunden. Die Fa. Synthesia leitete in ganz hohem Maß auch andere gelöste Lanthanoide in die Elbe ein. In den Filtraten vom September 1998 lagen die mittleren Lanthankonzentrationen deutlich niedriger als in denen der anderen untersuchten Kampagnen.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Lanthan meist im Bereich von 15 bis 40 mg/kg bestimmt. Höhere Werte wurden häufig unterhalb der Fa. Synthesia und 1998 bei der Elbequelle nachgewiesen. Die höchste Konzentration von 660 mg/kg wurde im Herbst 1998 an dem Elbestollen unterhalb von Königstein gefunden. Für fast alle Probennahmekampagnen hatten die Längsprofile ein ähnliches Aussehen. Die Konzentrationen fielen langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab. Im gesamten Elbeverlauf zeigten sich für die Proben aus den Jahren 1995/'96 höhere Elementkonzentrationen als für die Proben aus den Jahren 1993/'94. Dies war vermutlich auf eine grundsätzliche Änderung der Schwebstoffzusammensetzung zurückzuführen. Im Herbst 1998 wurden jedoch wieder ähnliche Werte wie im Herbst 1993 gefunden.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Lanthan zwischen etwa 30 und 80 mg/kg, um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Die Längsprofile der drei Kampagnen verlaufen fast gleich und ähneln denen der Schwebstoffe sehr.

Das **Lanthan/Scandium-Verhältnis** (Normierung) steigt langsam in Fließrichtung an. Die Elbequelle, der Bereich nahe der Synthesia-Werke und die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und Havel heben sich, besonders bei den Schwebstoffen, durch deutlich höhere La/Sc-Verhältnisse hervor.

Lanthan

La

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995	0,017	0,032	0,038	0,032	0,034
April 1996	0,020	0,033	0,059	0,058	0,038
Sept. 1998	-	0,011	0,020	0,036	0,015

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	31	27	31	31	30
Mai 1994	29	20	25	31	24
Sept. 1995	31	30	36	34	33
April 1996	30	30	34	38	31
Sept. 1998	-	21	31	35	27

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	38	42	46	46	44
Okt. 1995	41	41	47	45	44
Okt. 1998	38	38	43	43	41

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	42 - 64	46 - 58	33 - 58	33 - 64
Auensedimente / Mittelw.	50	53	44	49
normiert für Sedimente				36
normiert für Schwebstoffe				26

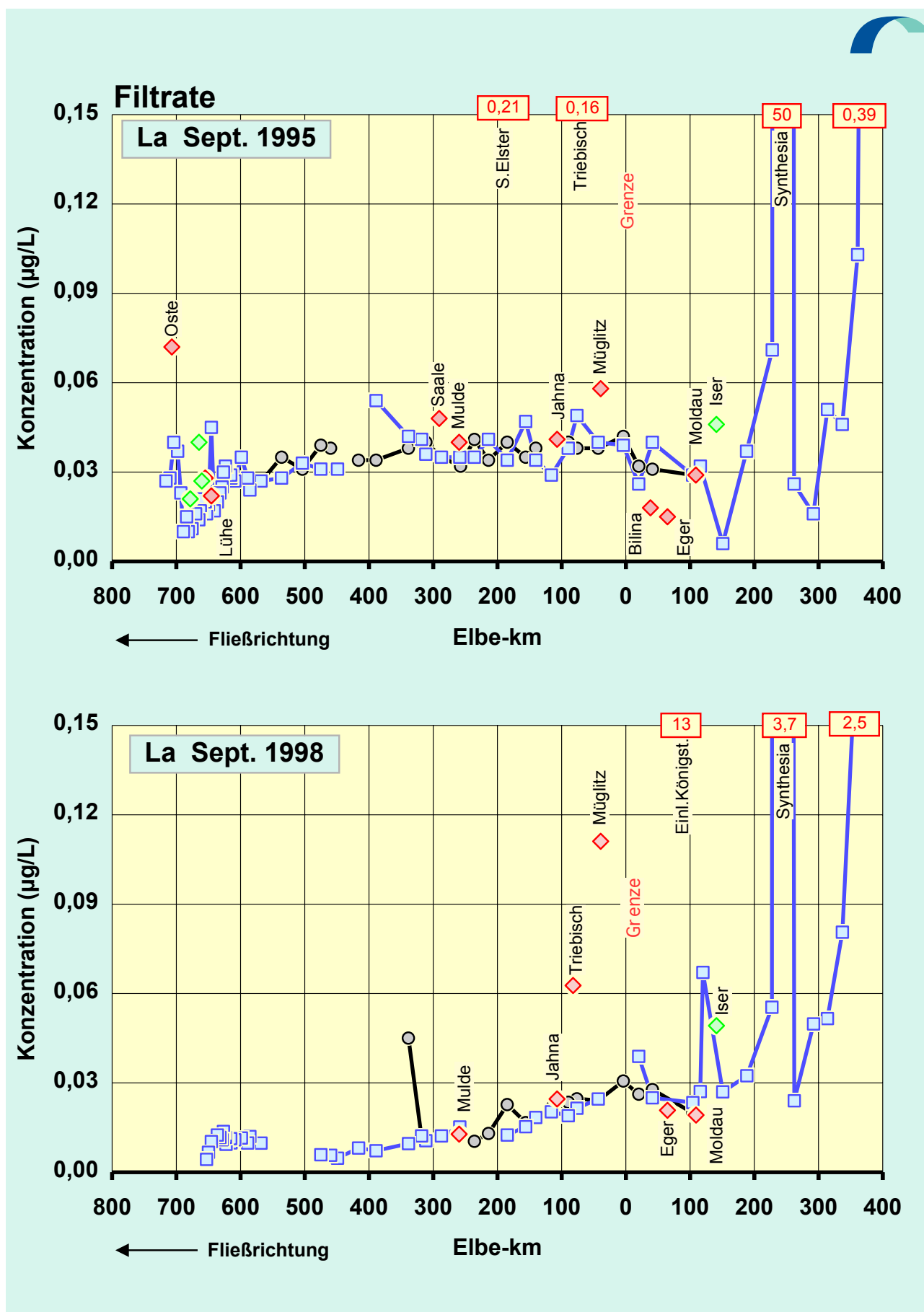


Abb.48a: Vergleich der **Lanthan**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Oktober 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

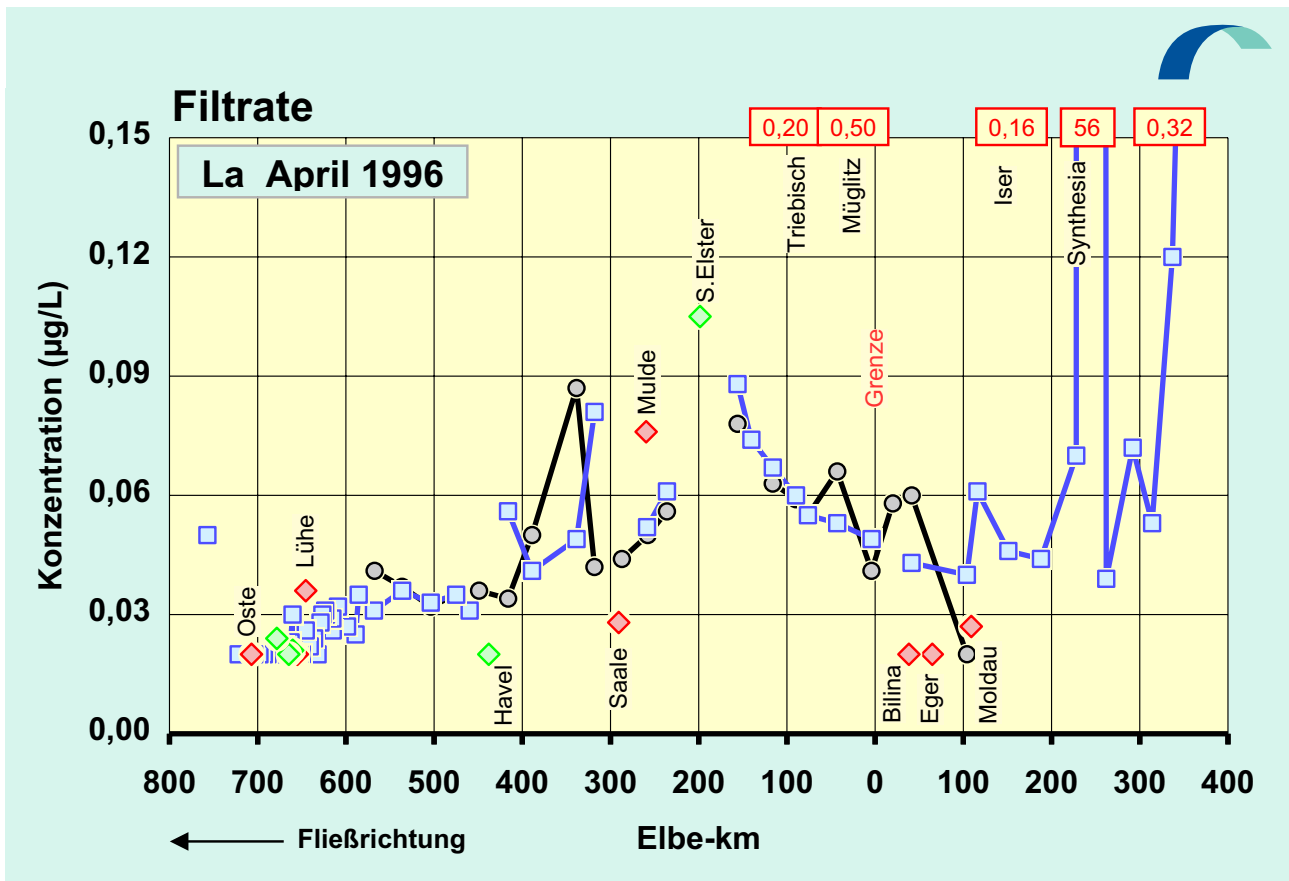


Abb.48b: Lanthan-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

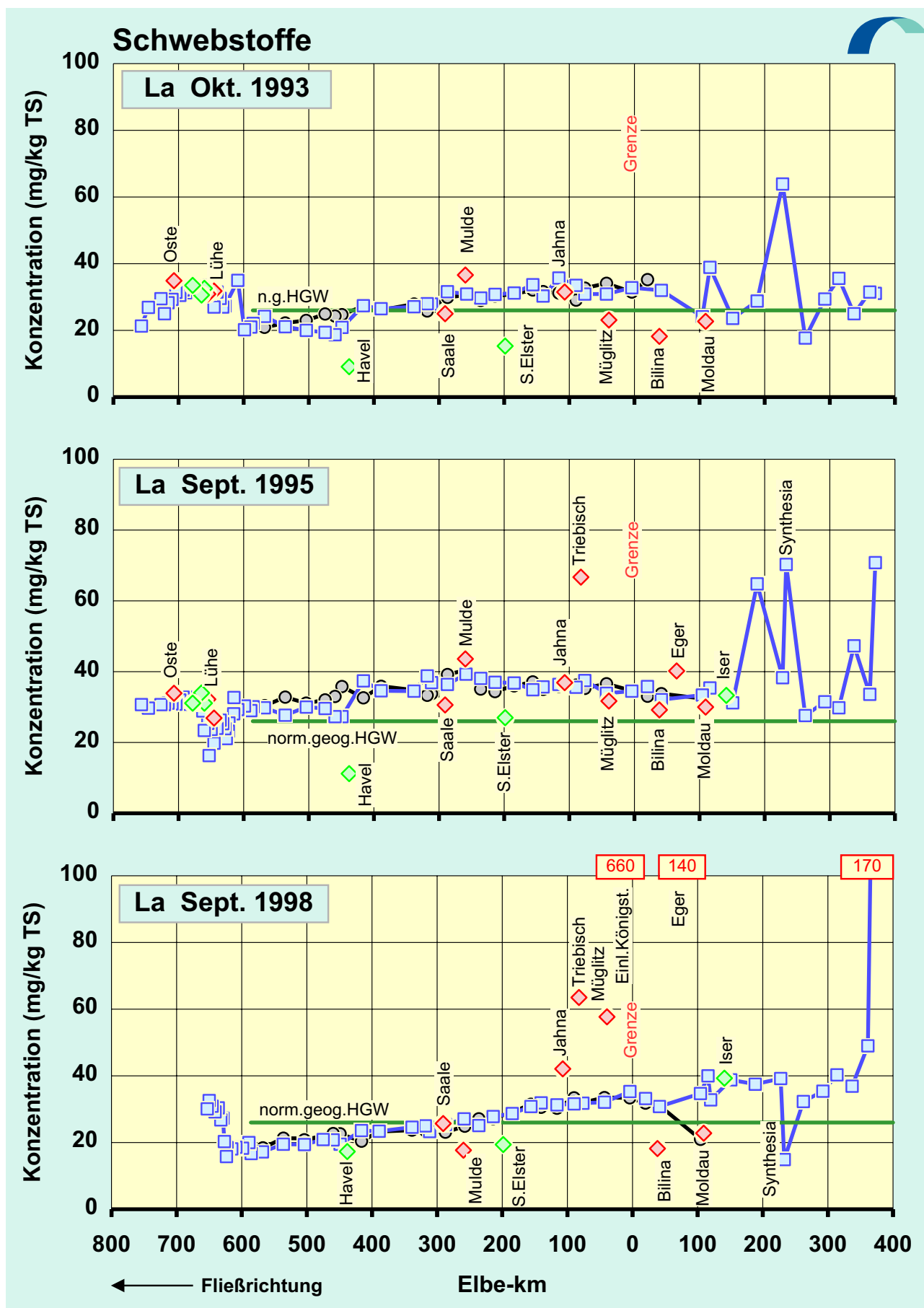


Abb.48c: Vergleich der **Lanthan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

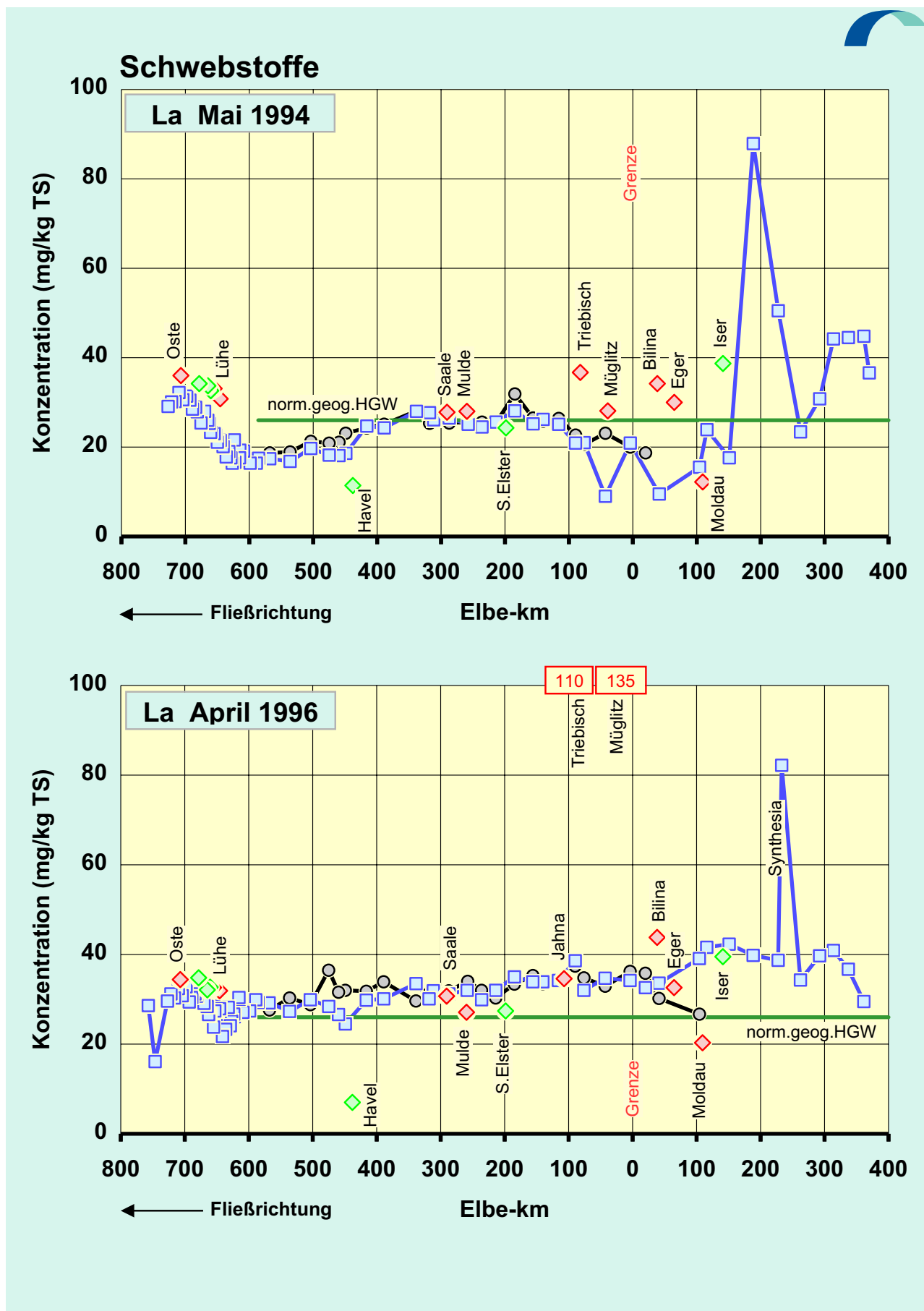


Abb.48d: Vergleich der **Lanthan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

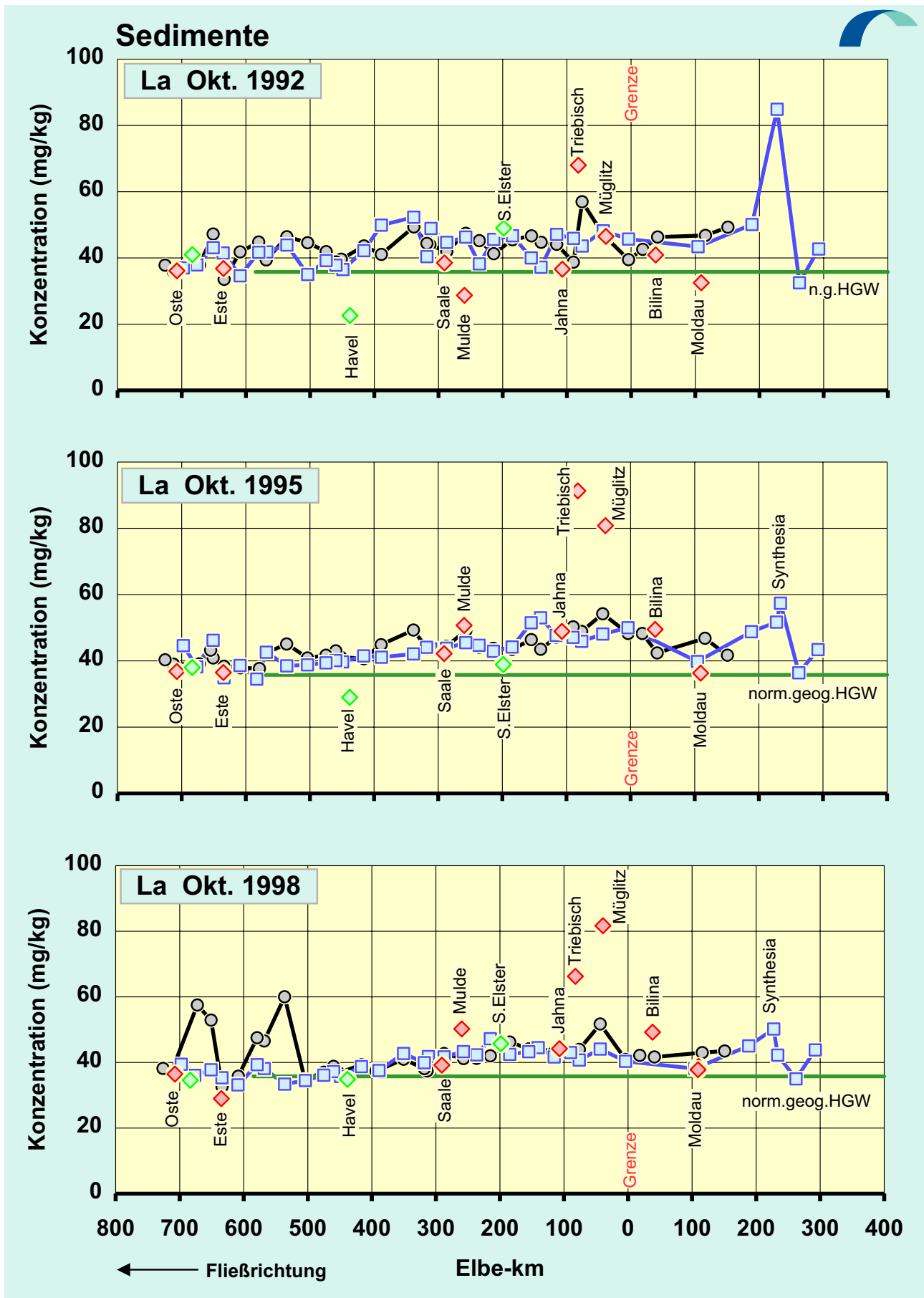


Abb.48e: Vergleich der **Lanthan**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

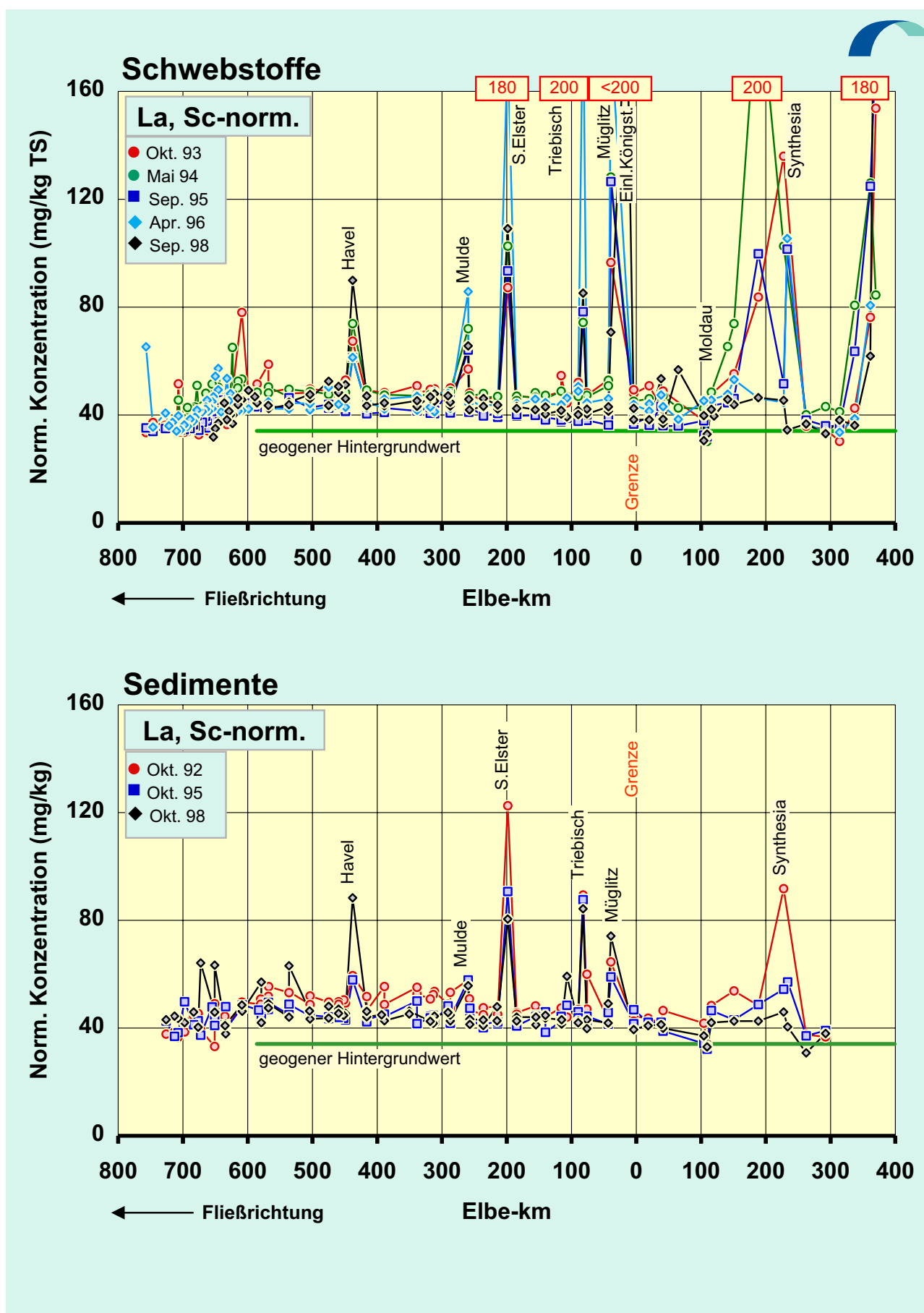


Abb.48f: Vergleich der Sc-normierten **Lanthan**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{La}^{norm} = C_{La} / C_{Sc} \cdot C^0_{Sc}$, mit $C^0_{Sc} = 13 \text{ mg/kg}$

Cer

Ce

Cer gehört mit der Gruppe der Lanthanoiden zu den geogenen Elementen, die aber auch anthropogen beeinflusst werden. Cer wird in der Elbe hauptsächlich am Schwebstoff gebunden transportiert.

Nur für die drei letzten Beprobungen von 1995 bis 1998 konnte in den **Elbfiltraten** das Element Cer bestimmt werden. Meist lagen die Konzentrationen unterhalb von 0,15 µg/L. Höhere Werte wurden bei der Elbequelle (1998: 0,49 µg/L), bei den Synthesia-Werken (1995: 100 µg/L; auch andere Lanthanoide wurden in hohem Maße gelöst eingeleitet) und in den Nebenflüssen Müglitz und Schwarze Elster gefunden. Im Elbemittel schienen die Konzentrationen im Herbst 1998 stark zurückgegangen zu sein.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Cer meist im Bereich von 35 bis 80 mg/kg gefunden. Höhere Werte bis etwa 160 mg/kg wurden besonders bei den Synthesia-Werken (bis 1996) ermittelt. Die höchsten Gehalte wurden 1998 beim Elbestollen unterhalb von Königstein entdeckt. Die Konzentrationen fielen in der Regel langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab. Im gesamten Elbeverlauf zeigten sich für die Proben aus den Jahren 1995/'96 höhere Elementkonzentrationen als für die Proben aus den Jahren 1993/'94. Dies war vermutlich auf eine grundsätzliche Änderung der Schwebstoffzusammensetzung zurückzuführen. Die Gehalte der Schwebstoffe vom Herbst 1998 ähnelten jedoch wieder stark denen vom Herbst 1993.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Cer um etwa 35 % über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen 70 und 100 mg/kg gemessen, in Nähe der Synthesia-Werke bis zu 160 mg/kg (1993). Die Längsprofilverläufe der drei Kampagnen gliederten sich in drei Abschnitte und ähnelten denen der Schwebstoffe.

Die **Ce/Sc-Verhältnisse** sind für alle Kampagnen nahezu konstant. Nur an der Elbequelle, bei den Synthesia-Werken und in einigen Nebenflüssen findet man höhere Verhältnisse, welche auf eine anthropogene Beeinflussung der Cergehalte hindeuten.

Cer

Ce

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,1
Mai 1994					< 0,1
Sept. 1995	0,012	0,042	0,058	0,048	0,048
April 1996	(0,020)	0,050	0,091	0,068	0,057
Sept. 1998	-	(0,012)	0,022	0,054	(0,018)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	63	52	61	56	59
Mai 1994	56	41	49	55	47
Sept. 1995	62	61	72	67	65
April 1996	61	59	65	72	61
Sept. 1998	-	43	61	69	52

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	75	81	87	89	82
Okt. 1995	80	80	92	86	85
Okt. 1998	78	75	84	84	81

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	76 - 126	91 - 117	64 - 115	64 - 126
Auensedimente / Mittelw.	94	103	88	95
normiert für Sedimente				69
normiert für Schwebstoffe				50

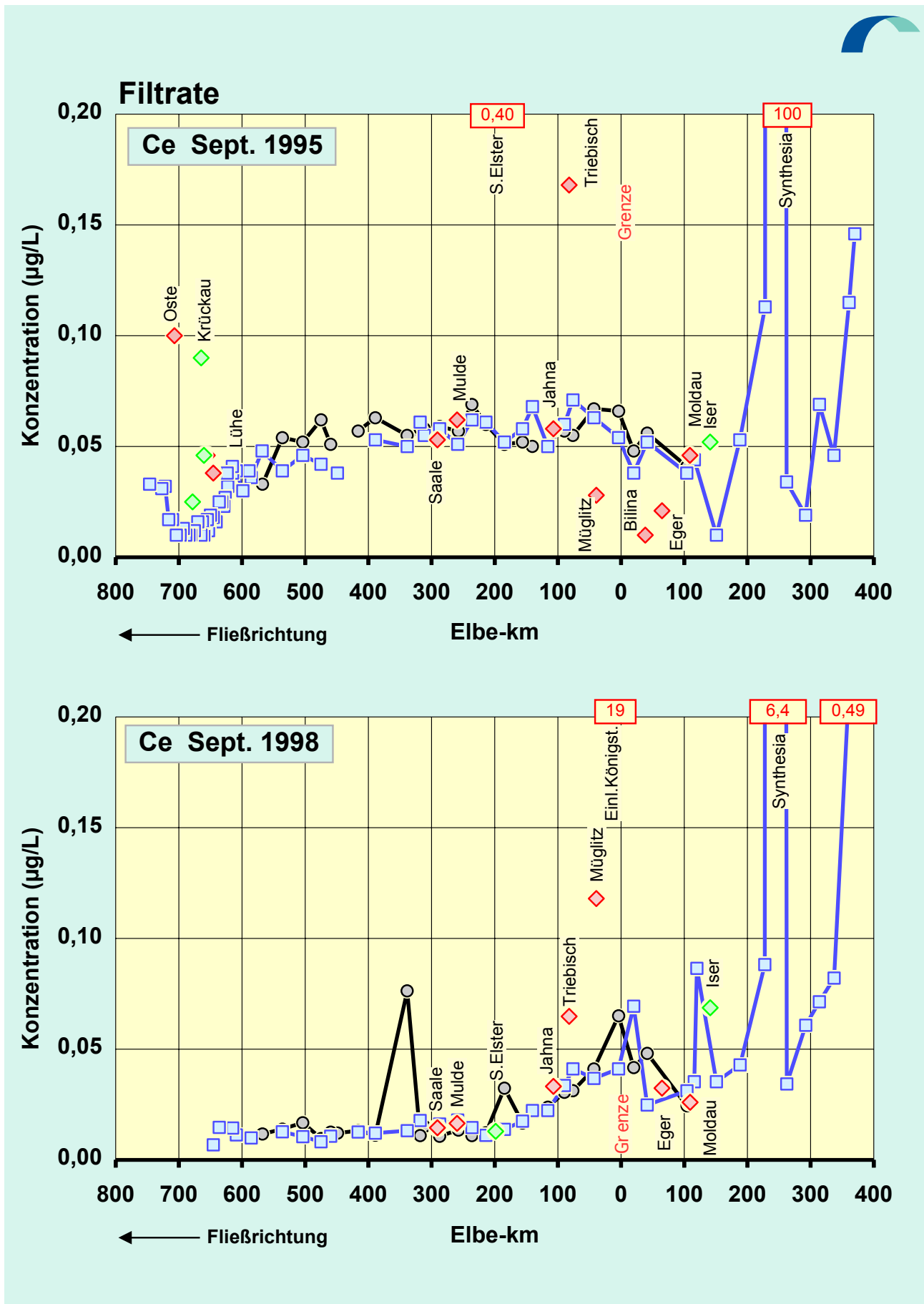


Abb.49a: Vergleich der **Ce**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Oktober 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

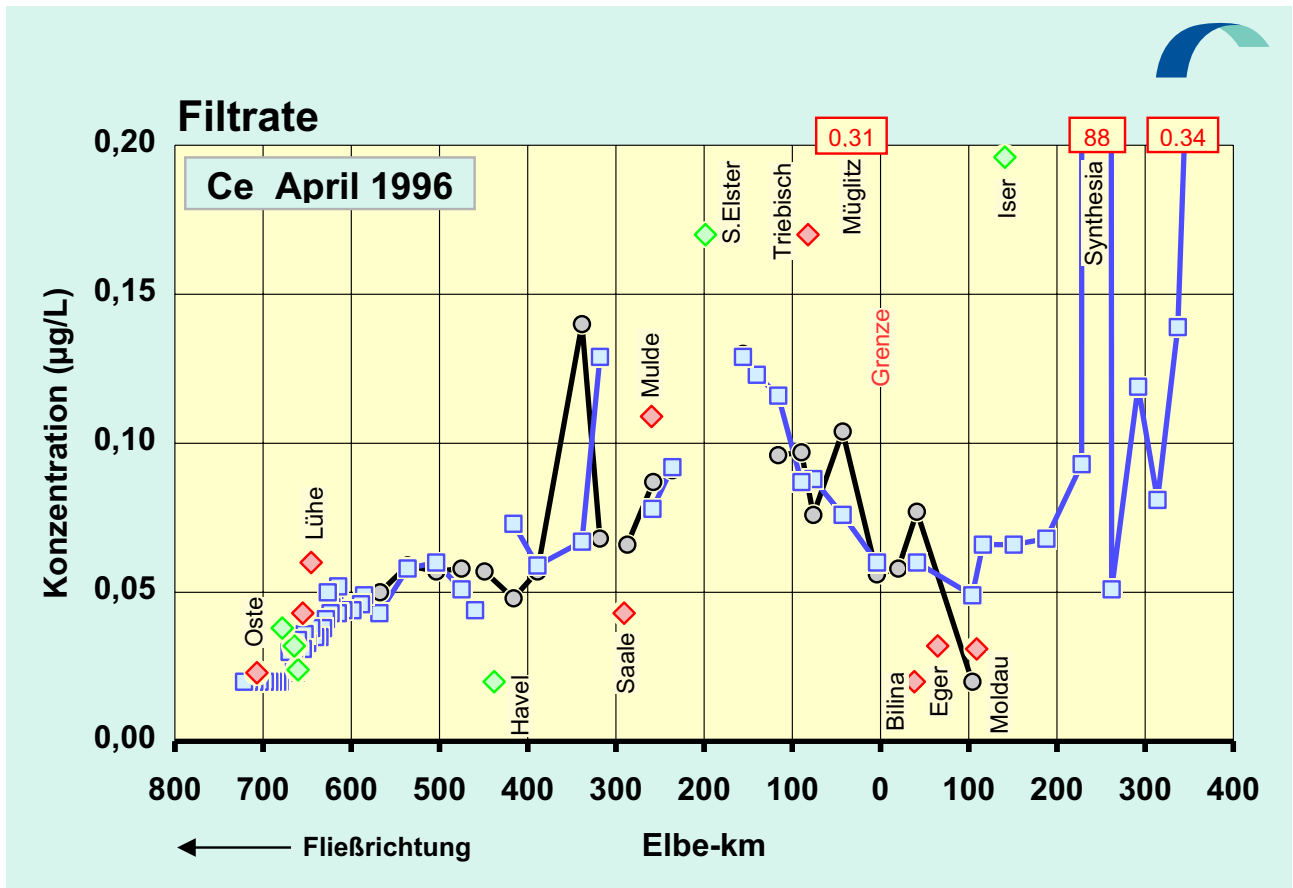


Abb.49b: Cer-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

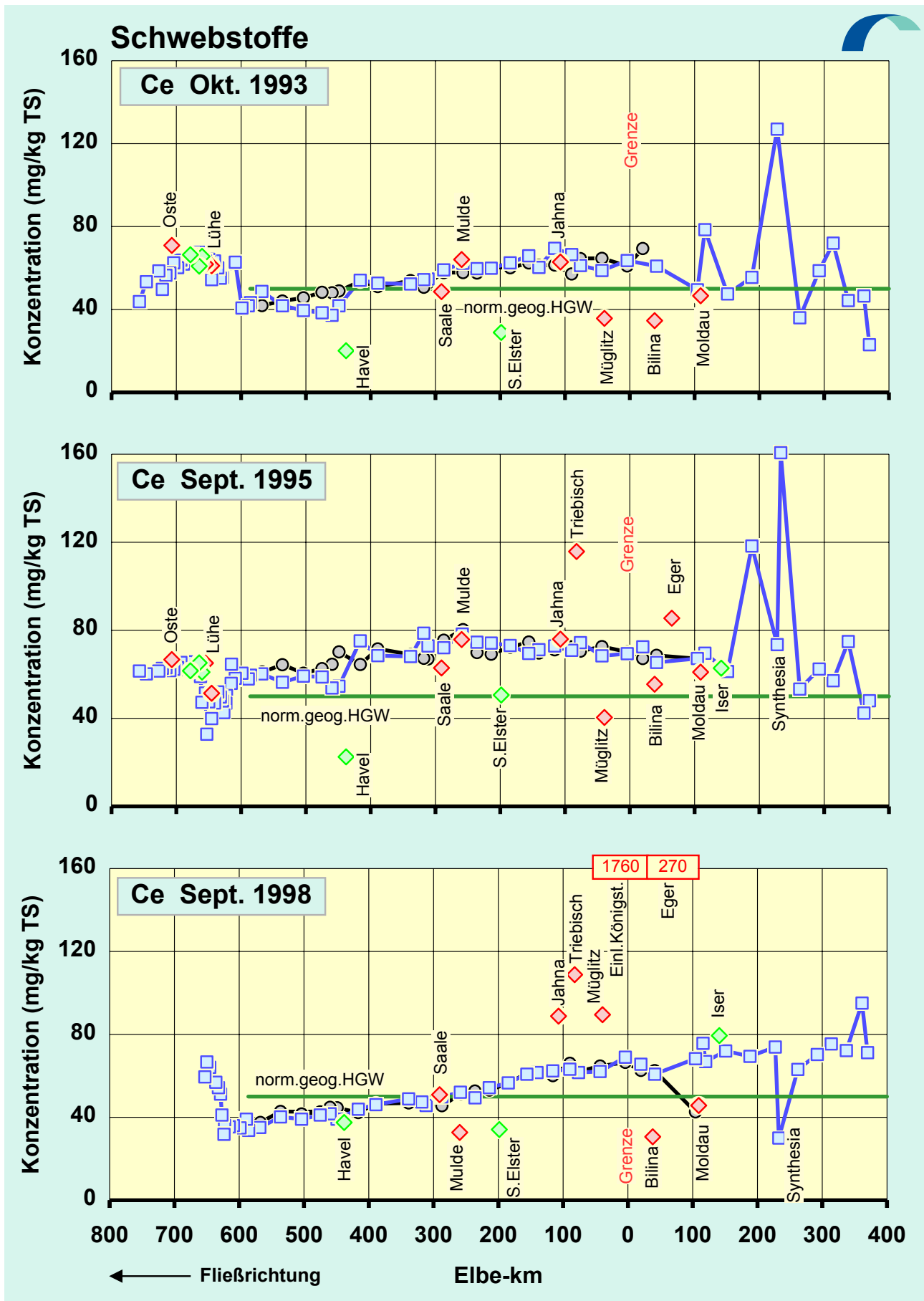


Abb.49c: Vergleich der **Cer**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

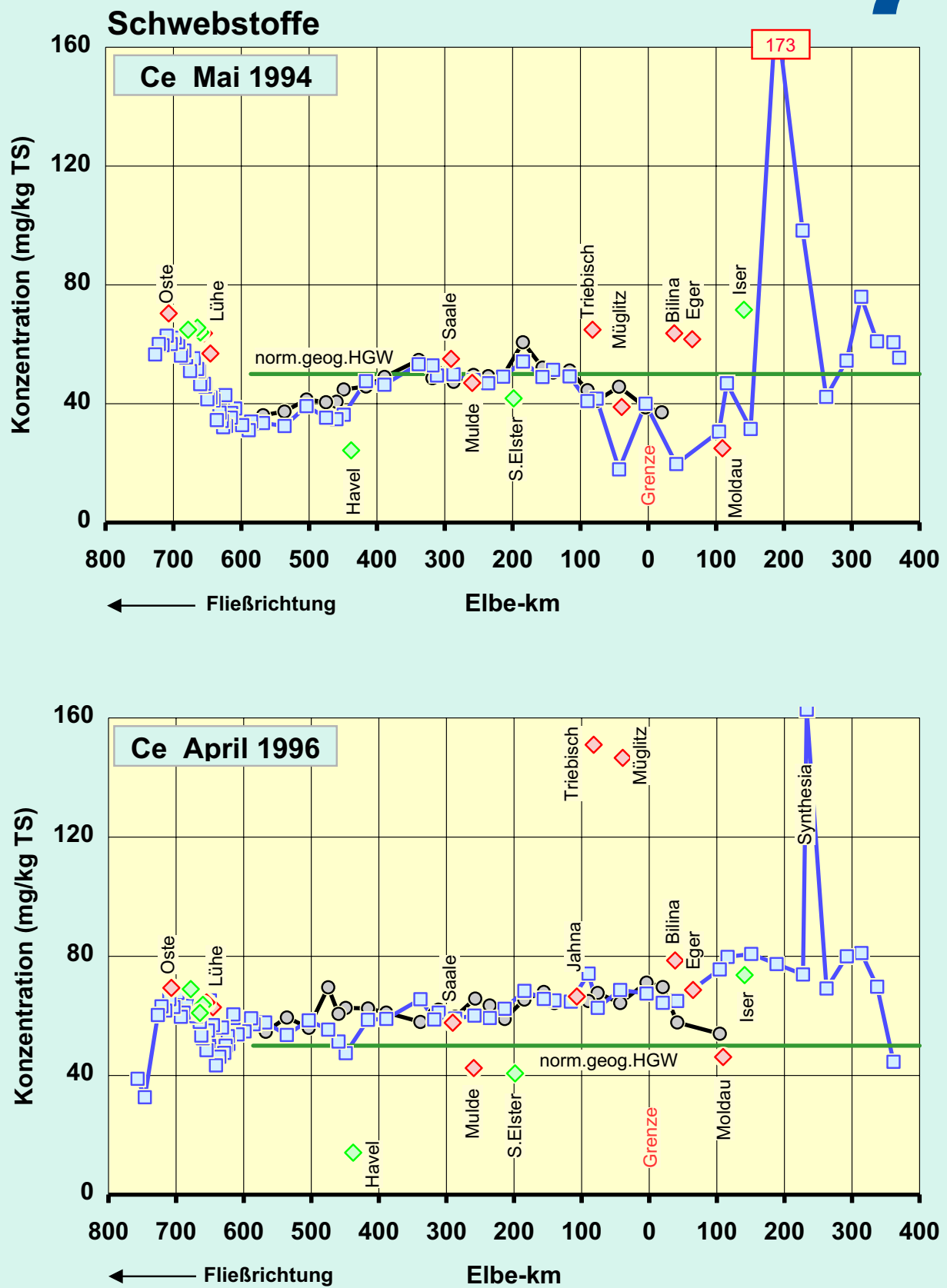


Abb.49d: Vergleich der **Ce**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

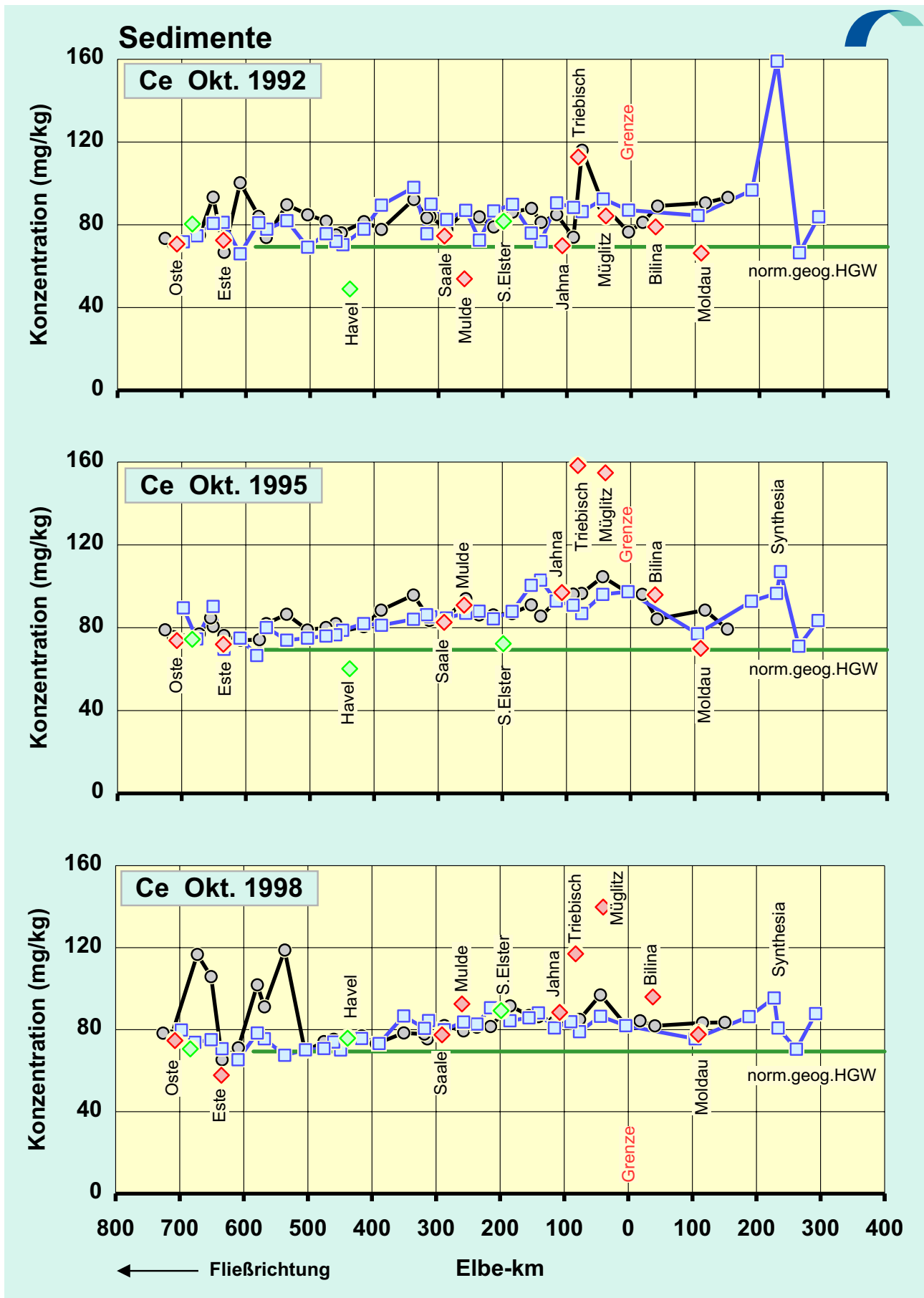


Abb.49e: Vergleich der **Cer**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

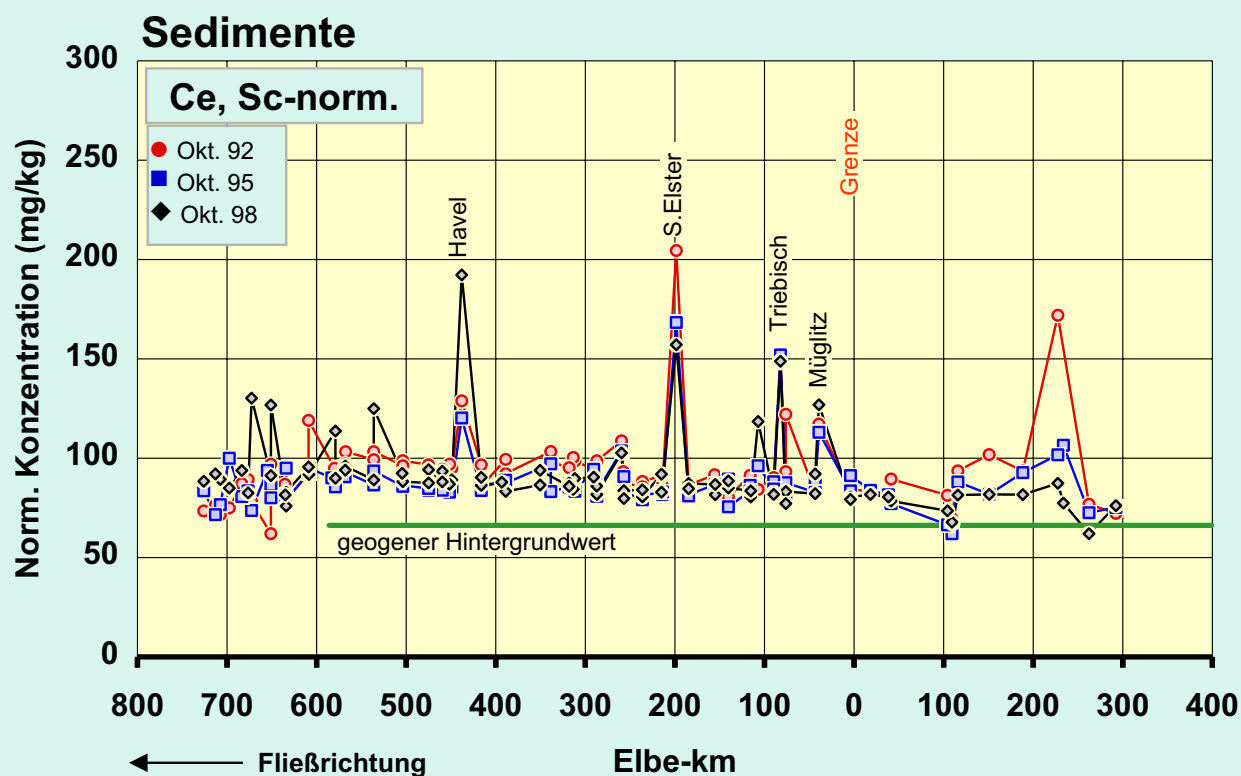
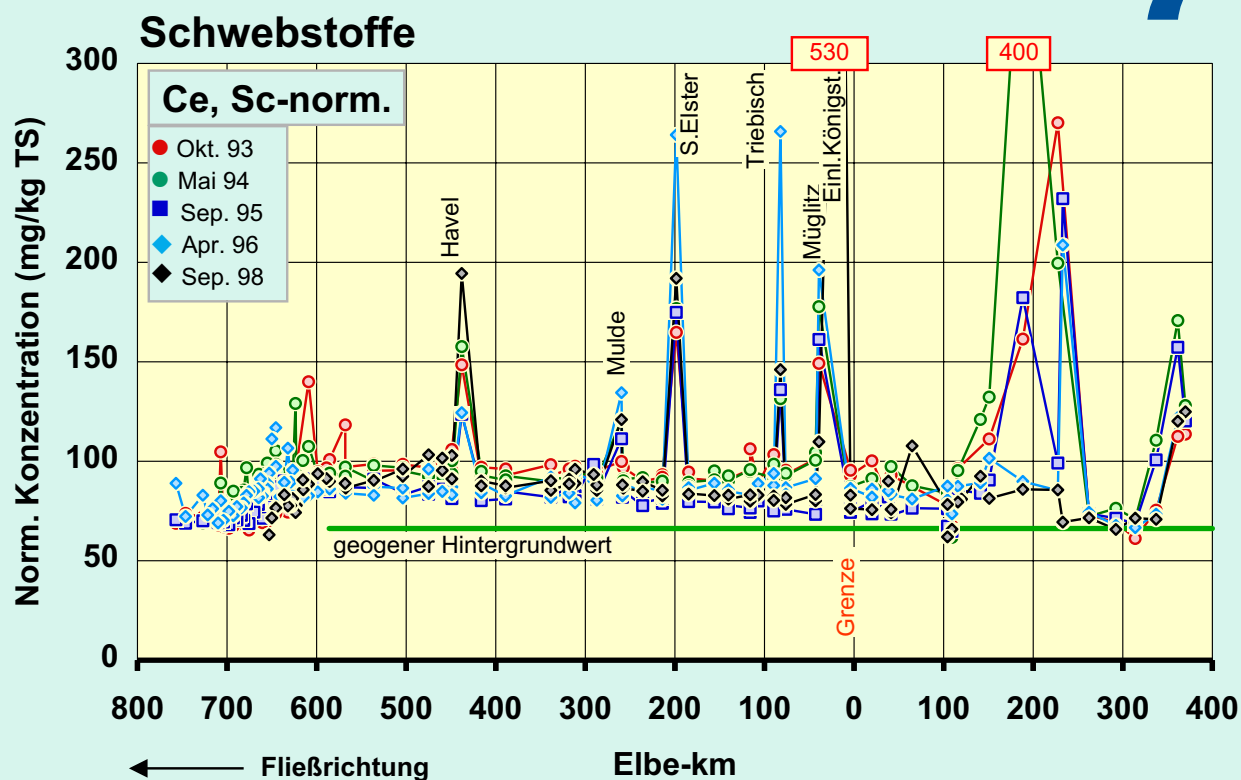


Abb.49f: Vergleich der Sc-normierten **Cer**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Ce}^{norm} = C_{Ce} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Praseodym

Pr

Praseodym gehört mit der Gruppe der Lanthanoide zu den geogenen Elementen, die aber auch anthropogen beeinflusst werden. Es wird in der Elbe hauptsächlich am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Filtraten** konnte Praseodym nur mit großer Unsicherheit analysiert werden. Es wurden meist Konzentrationen unter 0,03 µg/L gefunden. In Nähe der Einleitung der Fa. Synthesia konnten jedoch wesentlich höhere Gehalte in der Elbe nachgewiesen werden, z. B. 11,2 µg/L im September 1995, 9,4 µg/L im April 1996 und 0,7 µg/L im September 1998.

In den **Schwebstoffen** der Elbe kam Praseodym meist im Bereich von 3 bis 10 mg/kg vor. Wie auch für andere Lanthanoiden beobachtet, wurden höhere Werte zeitweise bei der Elbequelle (1998: 31 mg/kg) und bei den Synthesia-Werken (1995/'96: ca. 17 mg/kg) gefunden. Auch in den Schwebstoffen einiger Nebenflussmündungen wurden gelegentlich hohe Praseodymgehalte nachgewiesen, so z. B. 1996 in der Müglitz (29 mg/kg) und 1998 in der Eger 34 mg/kg). Mit einem Wert von 380 mg/kg wurde die höchste Konzentration 1998 in dem Elbestollen unterhalb von Königstein entdeckt. Die Längsprofile hatten für fast alle Probennahmekampagnen ein ähnliches Aussehen. Die Konzentrationen fielen langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone der Tideelbe meist noch einmal an. Im Mittel wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Gehalte bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Praseodym um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Die gemessenen Werte bewegten sich meist zwischen 5 und 12 mg/kg. Die Kurvenverläufe der Längsprofile von 1992 und 1995 glichen einander und ähnelten denen der Schwebstoffe sehr. Das Profil von 1998 dagegen zeigte überraschenderweise ein etwas anderes Aussehen.

Das **Pr/Sc-Verhältnis** ist für fast alle Proben annähernd konstant. Nur bei der Elbequelle und in der Nähe der Synthesia-Werke sowie in den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und Havel findet man deutlich höhere Werte, die zumindest zum Teil auf anthropogene Beeinflussung zurückgeführt werden müssen.

Praseodym

Pr

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	7,4	5,5	7,1	7,1	6,7
Mai 1994	6,8	4,6	5,6	6,9	5,4
Sept. 1995	8,4	7,5	9,2	8,9	8,6
April 1996	7,4	6,6	6,7	7,7	6,8
Sept. 1998	-	5,2	7,4	8,2	6,3

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	8,6	9,0	9,5	9,2	9,1
Okt. 1995	9,5	10,1	10,8	10,8	10,4
Okt. 1998	10,6	9,1	6,3	6,9	8,4

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5,3 - 16	11 - 16	7,2 - 15	5,3 - 16
Auensedimente / Mittelw.	12,5	14,1	12,1	12,9
normiert für Sedimente				9,5
normiert für Schwebstoffe				6,9

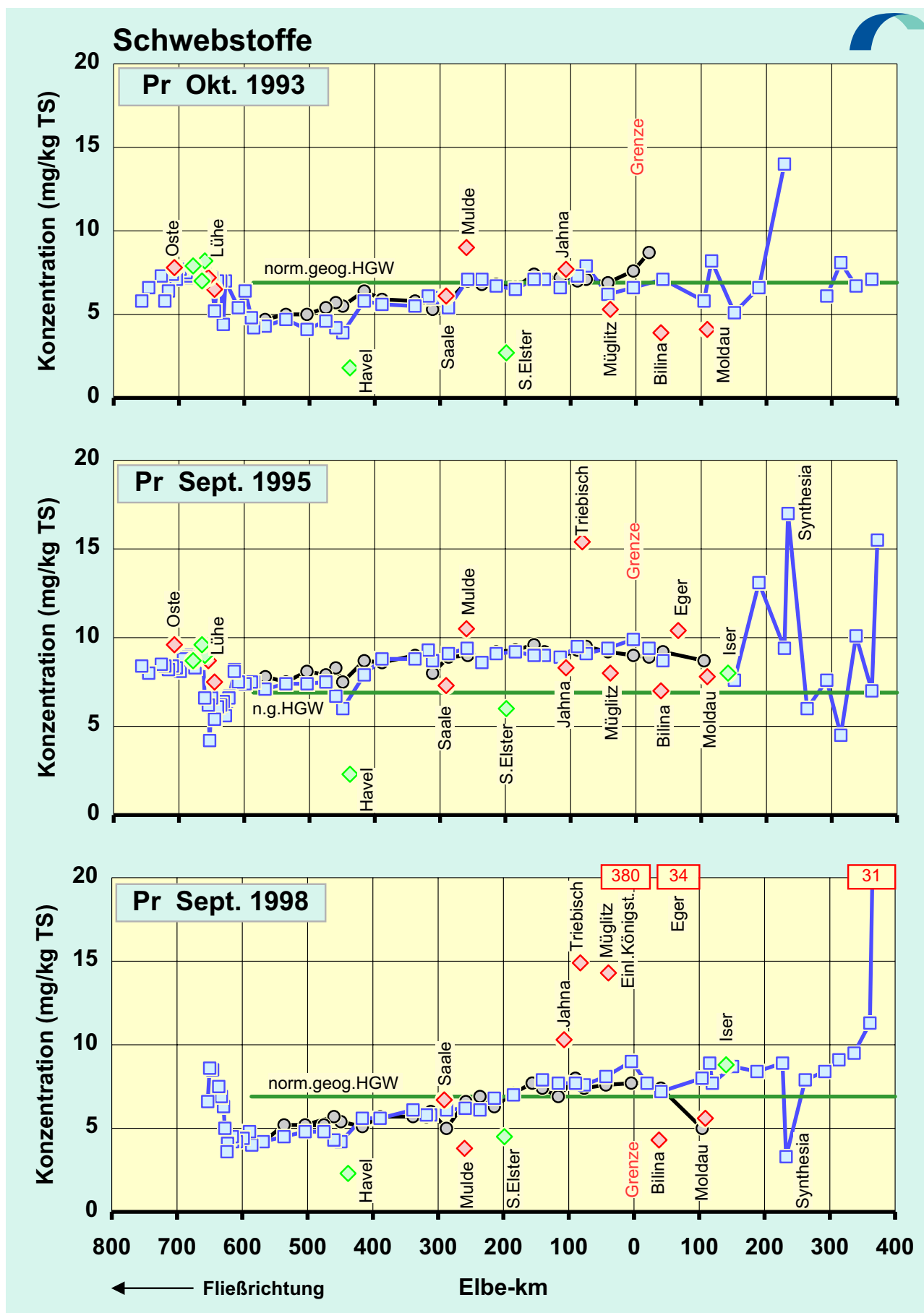


Abb.50c: Vergleich der **Praseodym**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Okt. 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

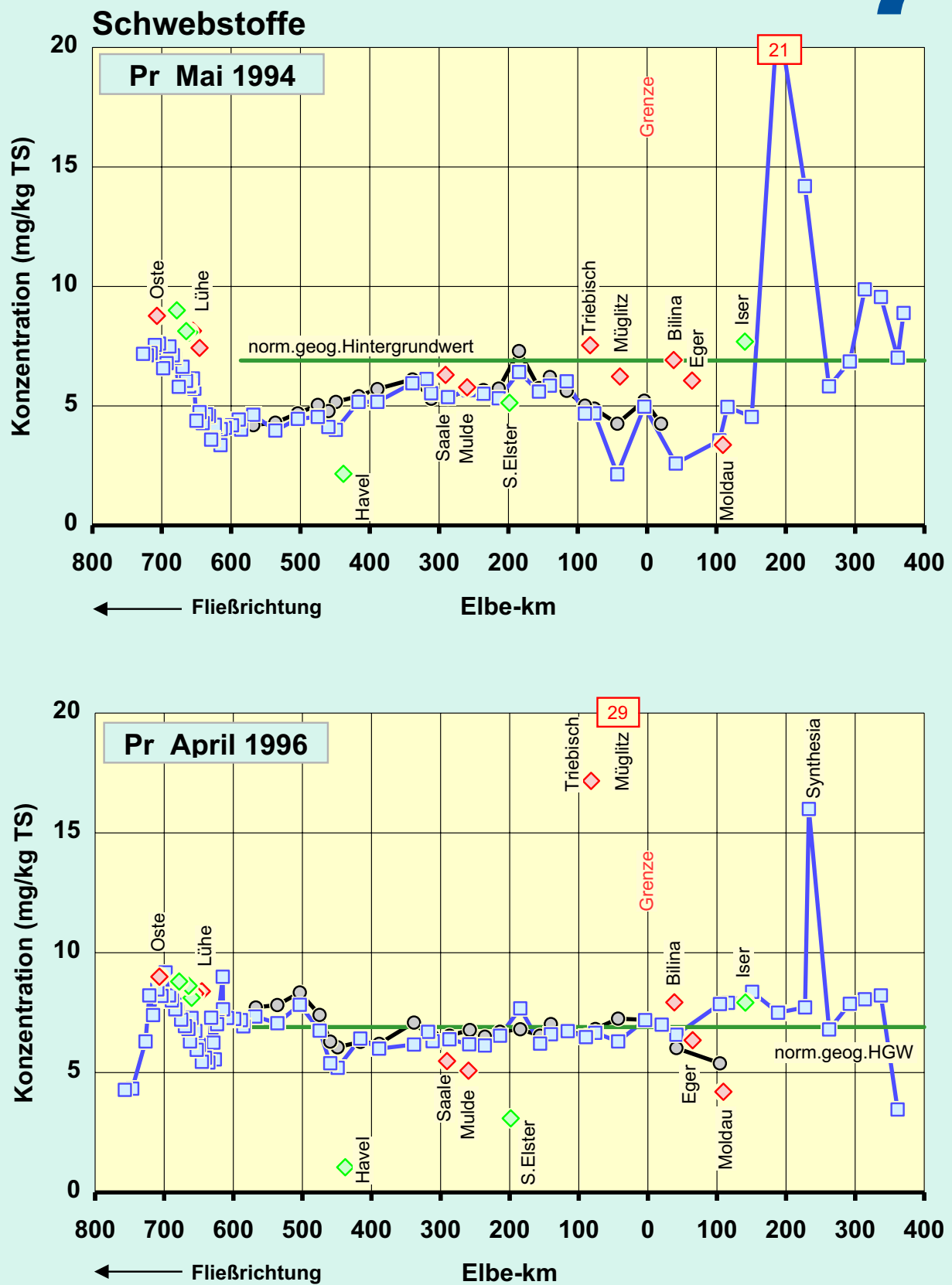


Abb.50d: Vergleich der **Praseodym**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

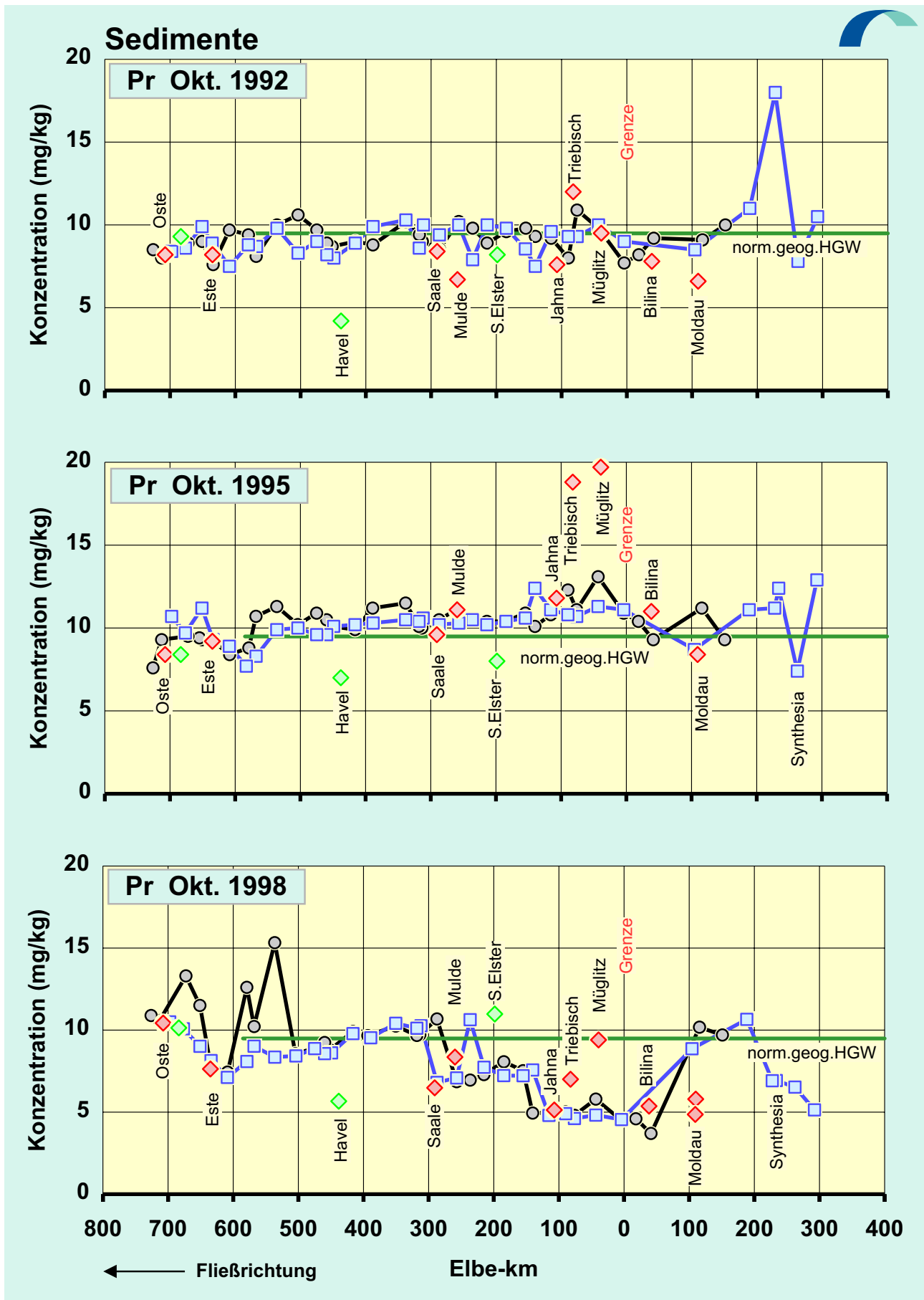


Abb.50e: Vergleich der **Praseodym**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

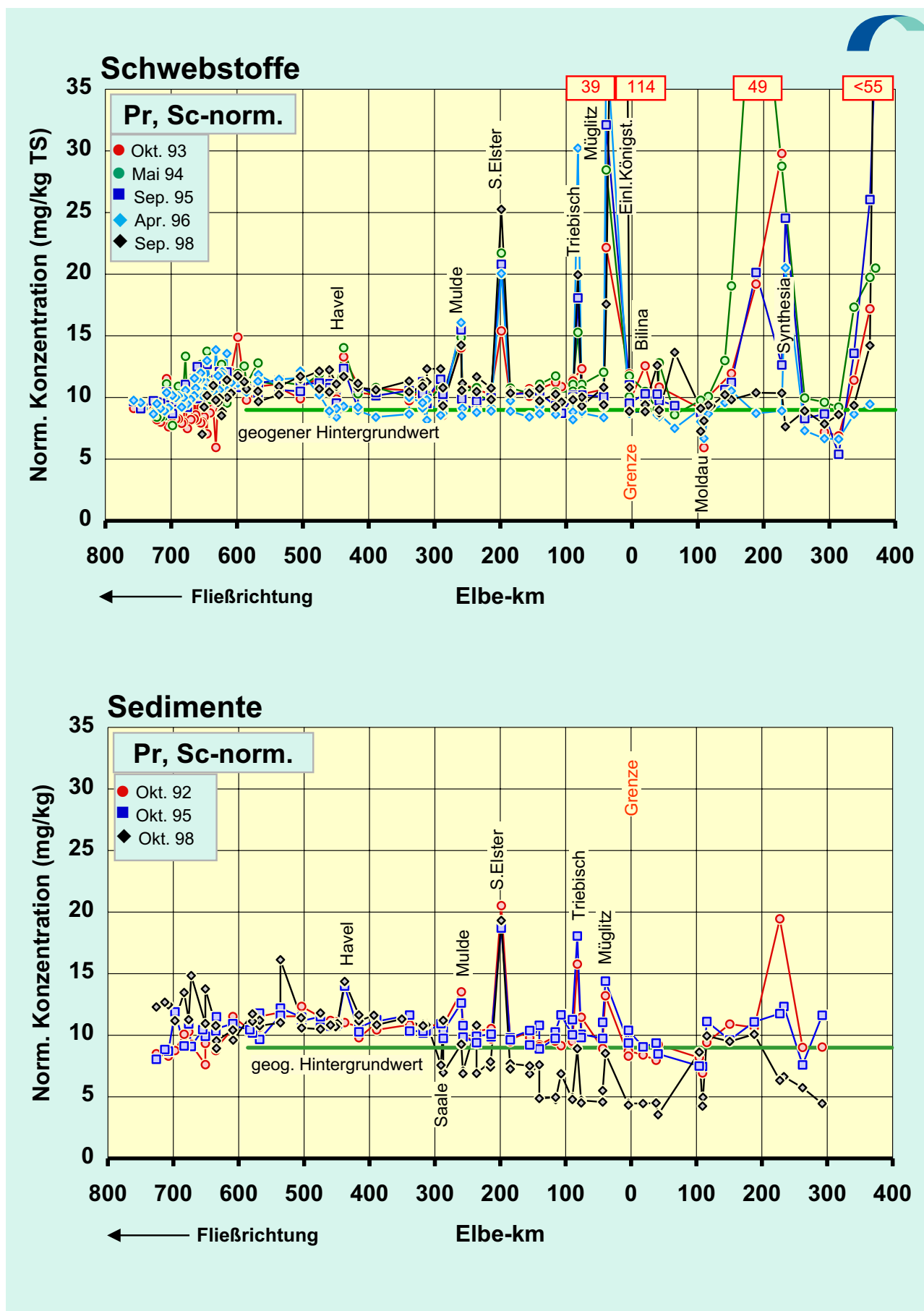


Abb.50f: Vergleich der Sc-normierten **Praseodym**-Konzentrationen in der **Schwabstoff**-Trokensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte. Normierung : $C_{Pr}^{norm} = C_{Pr} / C_{Sc} \cdot C^0_{Sc}$, mit $C^0_{Sc} = 13 \text{ mg/kg}$

Neodym

Nd

Neodym gehört mit der Gruppe der Lanthanoide zu den geogenen Elementen, die aber auch anthropogen beeinflusst werden. Es wird in der Elbe hauptsächlich am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Filtraten** lagen die Konzentrationen unterhalb von 0,4 µg/L, meist sogar nur wenig über der Nachweisgrenze (0,01 µg/L). Höhere Konzentrationen wurden in der Elbe in Nähe der Quelle und bei der Fa. Synthesia (1995: 46 µg/L, 1996: 34 µg/L, 1998: 2,6 µg/L) sowie in der Schwarzen Elster gefunden.

In den **Schwebstoffen** der Elbe schwankten die spezifischen Gehalte von Neodym meist im Bereich von 10 bis 40 mg/kg. Höhere Konzentrationen wurden zeitweilig in Nähe der Fa. Synthesia, in der Triebisch, in der Müglitz und in der Eger bestimmt. Ein besonders hoher Wert von 1830 mg/kg wurde für die Schwebstoffprobe aus dem Elbestollen unterhalb von Königstein ermittelt. Die Längsprofile hatten in etwa ein ähnliches Aussehen. Die Konzentrationen fielen sehr langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder ein wenig an. Im Mittel wurden in den Schwebstoffen vom Mai 1994 die niedrigsten Gehalte und in denen vom September 1995 die höchsten bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Neodym um fast die Hälfte über denen der Schwebstoffe. Meist schwankten die ermittelten Werte nur wenig zwischen 30 und 45 mg/kg. Die Verläufe der Längsprofile der verschiedenen Kampagnen und deren Medianwerte glichen einander sehr.

Nach der **Sc-Normierung** liegen die Längsprofile der verschiedenen Kampagnen sehr eng bei einander. Die höheren Nd/Sc-Verhältnisse für die Proben von der Quelle, bei den Synthesia-Werken und aus den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und auch Havel deuten auf regionale Besonderheiten bzw. anthropogene Beeinflussung hin.

Neodym

Nd

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,02
Mai 1994					< 0,02
Sept. 1995	0,013	0,027	0,038	0,035	0,031
April 1996	-	(0,03)	0,05	0,05	(0,04)
Sept. 1998					< 0,04

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	28	21	26	25	25
Mai 1994	25	17	21	28	20
Sept. 1995	27	26	31	30	29
April 1996	27	25	29	31	27
Sept. 1998		19	27	30	24

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	33	36	37	36	36
Okt. 1995	36	35	40	37	37
Okt. 1998	35	32	36	36	35

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	37 - 56	42 - 55	28 - 56	28 - 56
Auensedimente / Mittelw.	49	50	42	47
normiert für Sedimente				34
normiert für Schwebstoffe				25

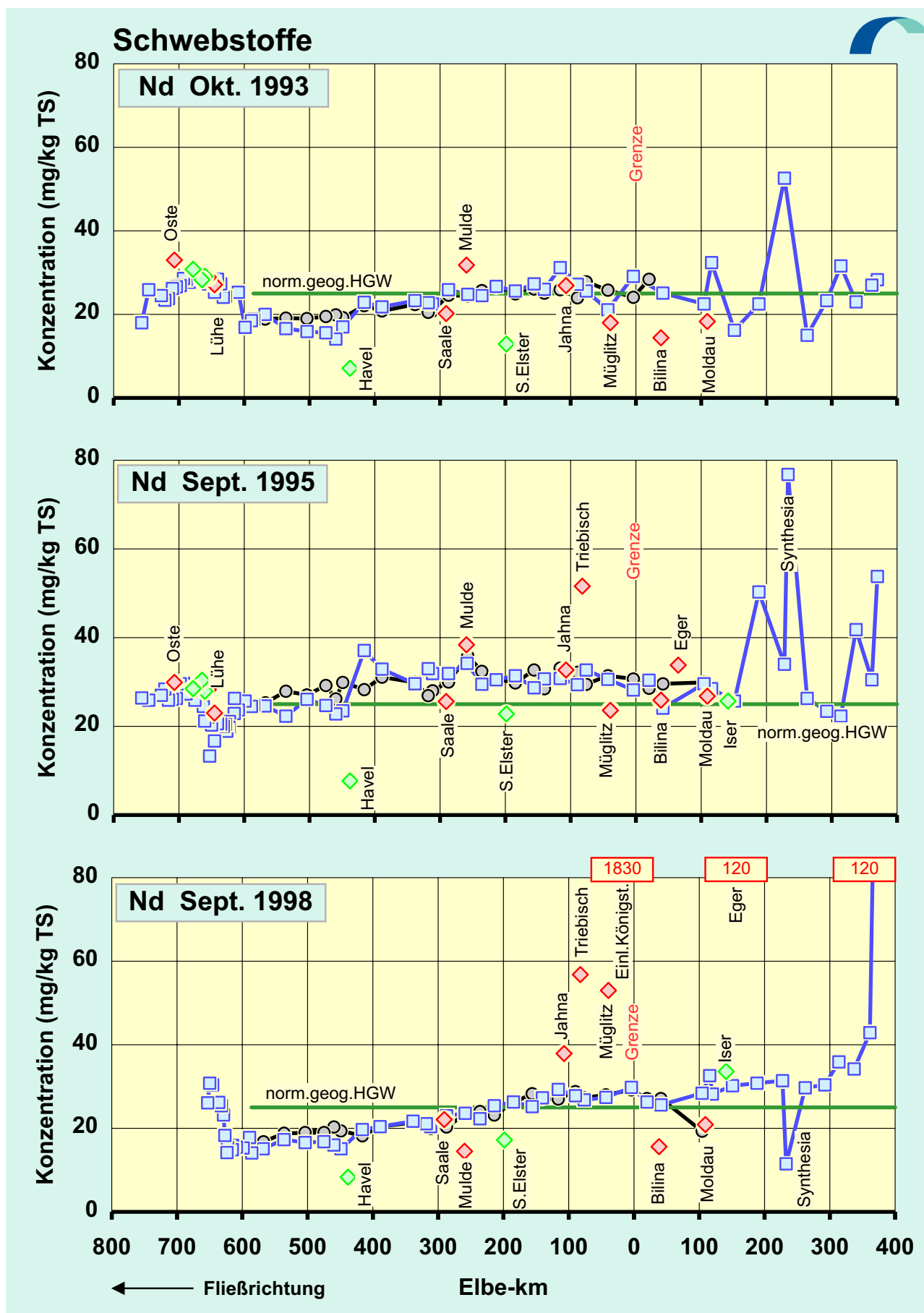


Abb.51c: Vergleich der **Neodym**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

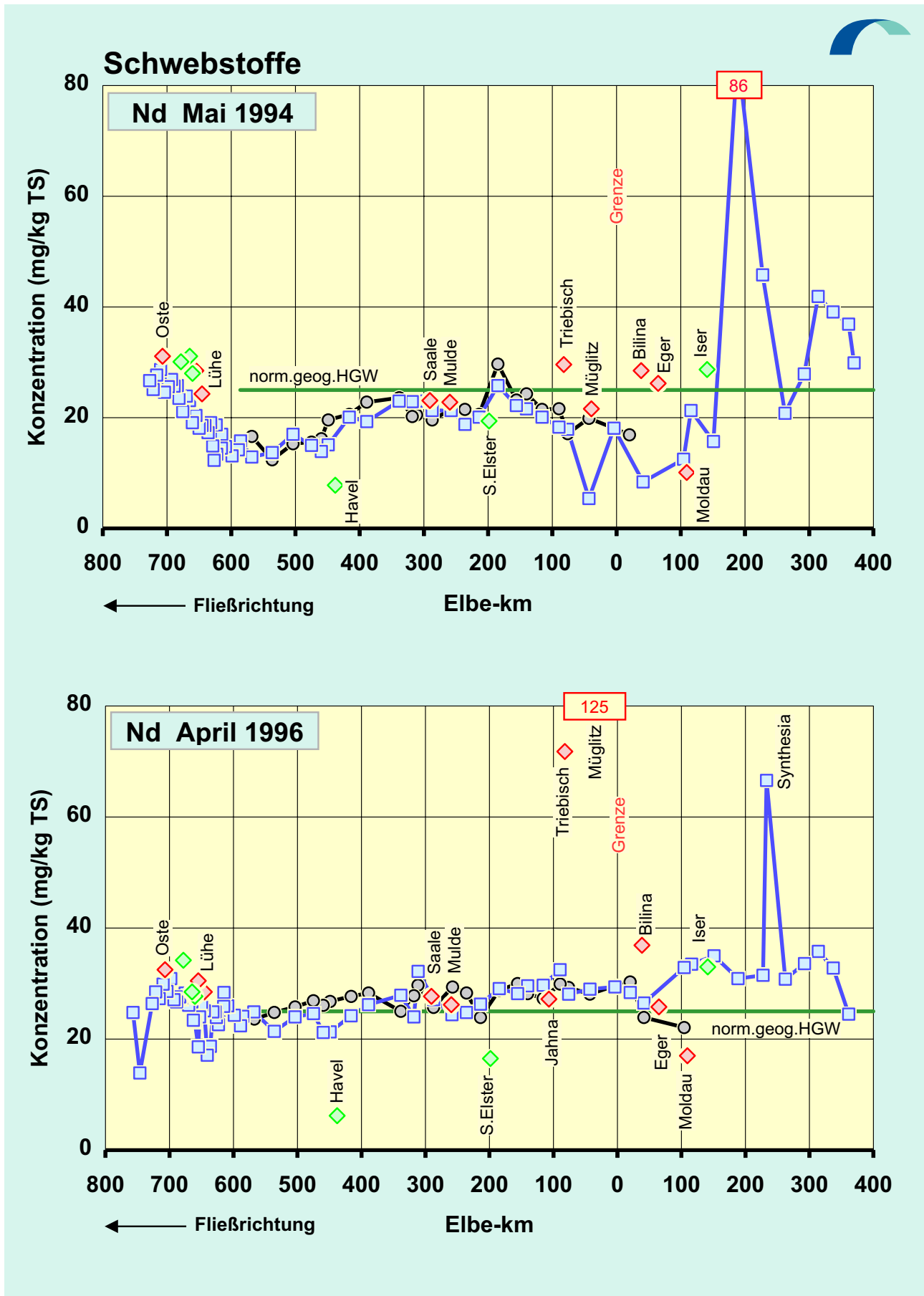


Abb.51d: Vergleich der **Neodym**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

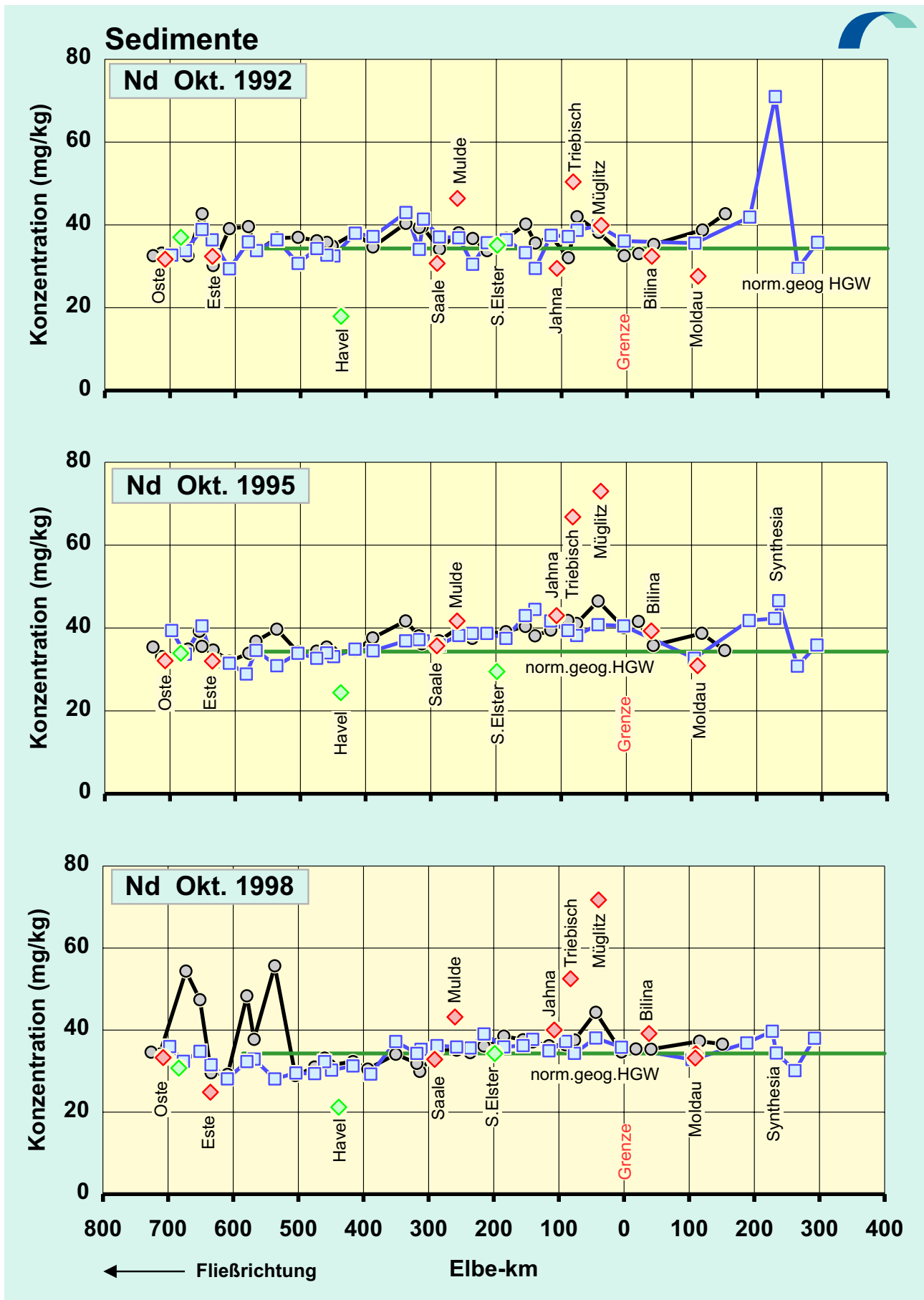


Abb.51e: Vergleich der **Neodym**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

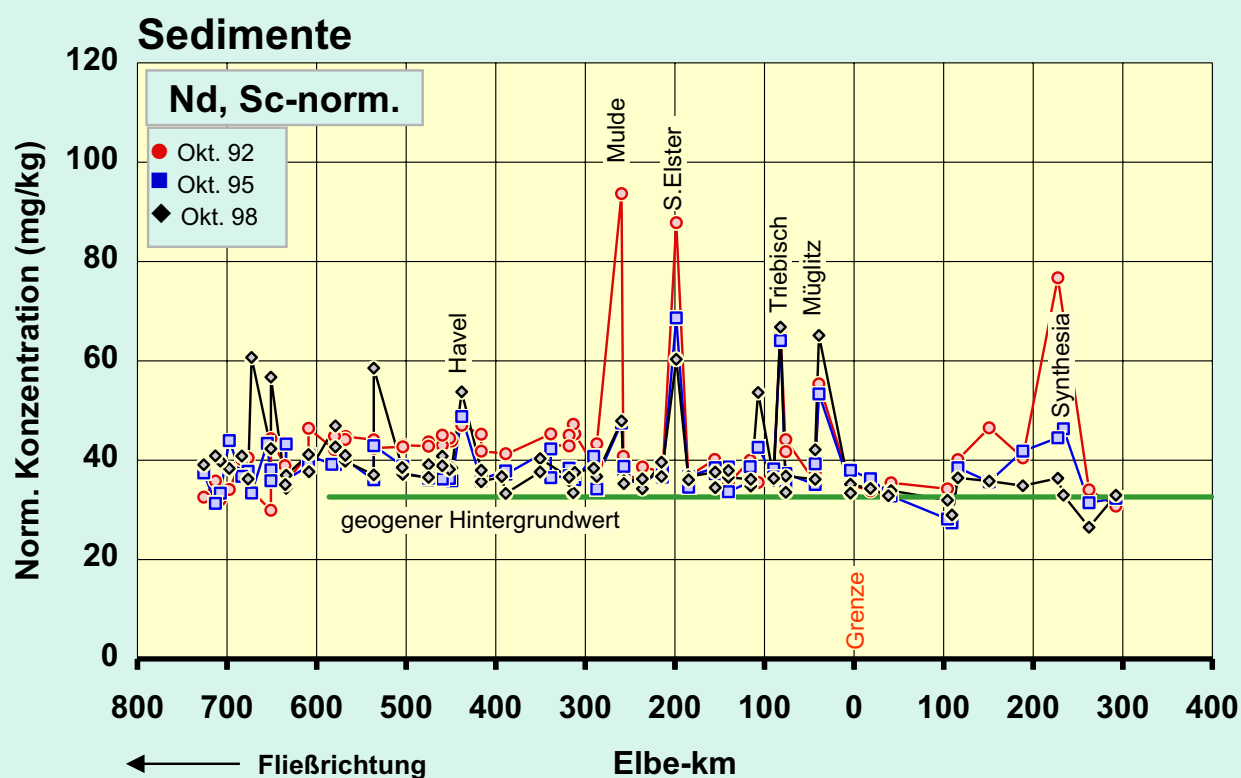
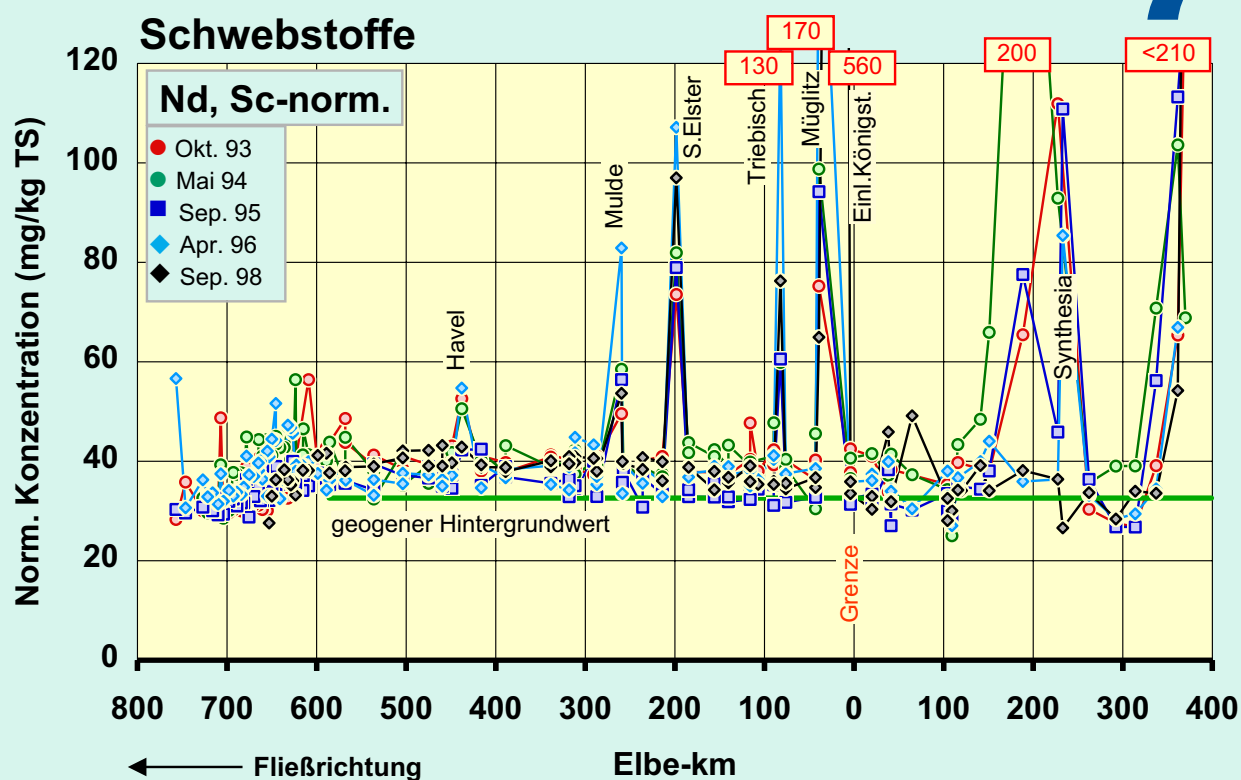


Abb.51f: Vergleich der Sc-normierten **Neodym**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Nd}^{norm} = C_{Nd} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Samarium

Sm

Samarium gehört zusammen mit den anderen Lanthanoiden zu den geogenen Elementen, die aber in einigen Elbregionen auch anthropogen beeinflusst werden. Das Element wird hauptsächlich am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Elbfiltraten** lagen die Konzentrationen meist unter der Bestimmungsgrenze der ICP-MS (0,08 µg/L). In der Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke konnten jedoch in der Elbe wesentlich höhere Werte nachgewiesen werden, z. B. 1995: 8,8 µg/L, 1996: 5,7 µg/L und 1998: 0,40 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lag die spezifische Samariumkonzentration meist im Bereich von 2 bis 7 mg/kg. Höhere Gehalte wurden zeitweise bei der Elbequelle und in der Nähe der Synthesia-Werke gefunden. Die höchste Konzentration wurde 1998, wie auch bei den anderen Lanthanoiden, im Schwebstoff aus dem Elbestollen unterhalb von Königstein entdeckt (712 mg/kg). Längs der Elbe fielen die Konzentrationen meist langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im Mittel wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Samariumgehalte bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Samarium deutlich über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen 5 und 9 mg/kg gefunden. Höhere Gehalte bis etwa 13 mg/kg wurden in einigen im Oktober 1998 am linken Elbufer bei und unterhalb von Neu Darchau gezogenen Sedimenten ermittelt. Für die Sedimente der Nebenflüsse Müglitz und Triebisch lagen die Samariumgehalte 1995 und '98 deutlich über den Werten in der Elbe. Die Längsprofile der drei Probennahmekampagnen verliefen relativ konstant und glichen einander in etwa. Im untersuchten Zeitraum waren die Mediane der Samariumkonzentrationen ein wenig angewachsen.

Die **Sc-normierten** Längsprofile fallen weitgehend aufeinander. Nur die Proben im Bereich der Synthesia-Werke und aus einigen Nebenflüssen besitzen wesentlich höhere Sm/Sc-Verhältnisse als die übrigen.

Samarium

Sm

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,08
Mai 1994					< 0,08
Sept. 1995					< 0,08
April 1996					< 0,08
Sept. 1998					< 0,08

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	5,3	4,2	5,1	5,2	4,9
Mai 1994	5,1	3,3	4,0	5,0	4,0
Sept. 1995	5,2	5,2	6,1	5,9	5,5
April 1996	5,2	5,0	5,5	5,7	5,2
Sept. 1998		3,7	5,5	6,0	4,7

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	7,0	6,8	6,5	6,4	6,7
Okt. 1995	6,5	6,4	7,5	7,1	6,8
Okt. 1998	8,0	7,0	7,7	6,6	7,3

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	4,4 - 9,8	8,6 - 12,9	5,8 - 12,8	4,4 - 12,9
Auensedimente / Mittelw.	7,8	10,9	9,8	9,5
normiert für Sedimente				6,9
normiert für Schwebstoffe				5,0

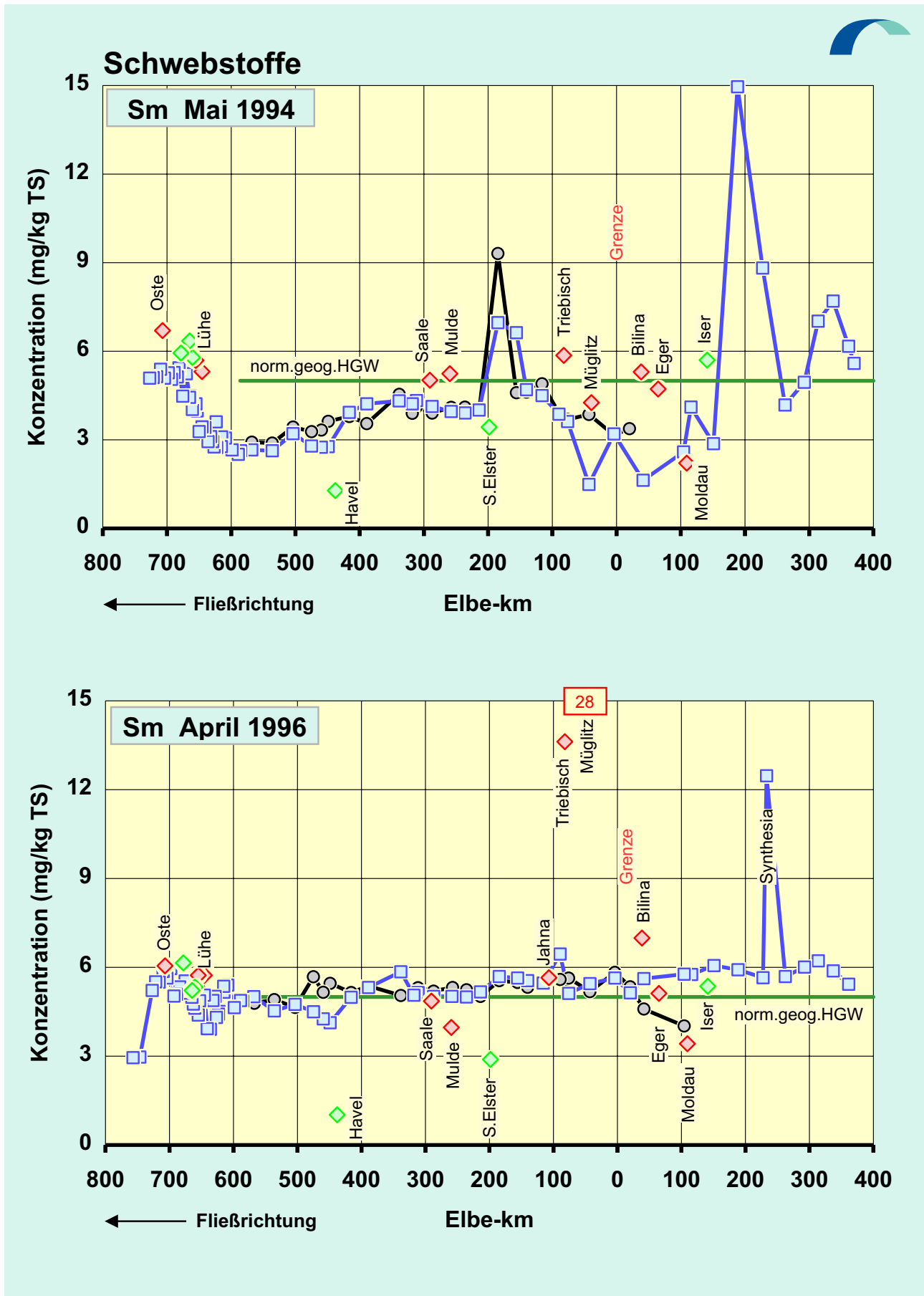


Abb.52d: Vergleich der **Samarium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

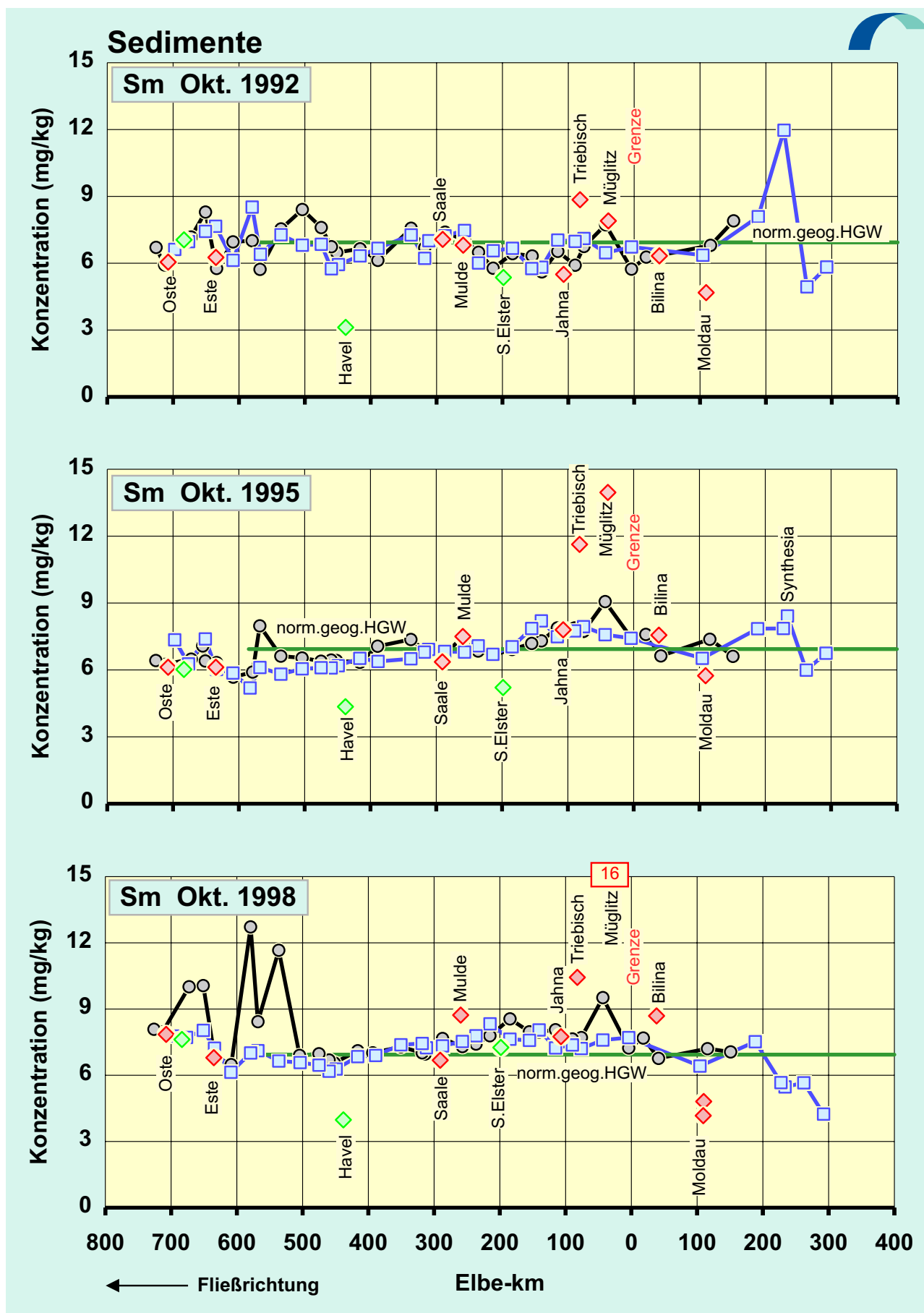


Abb.52e: Vergleich der **Samarium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

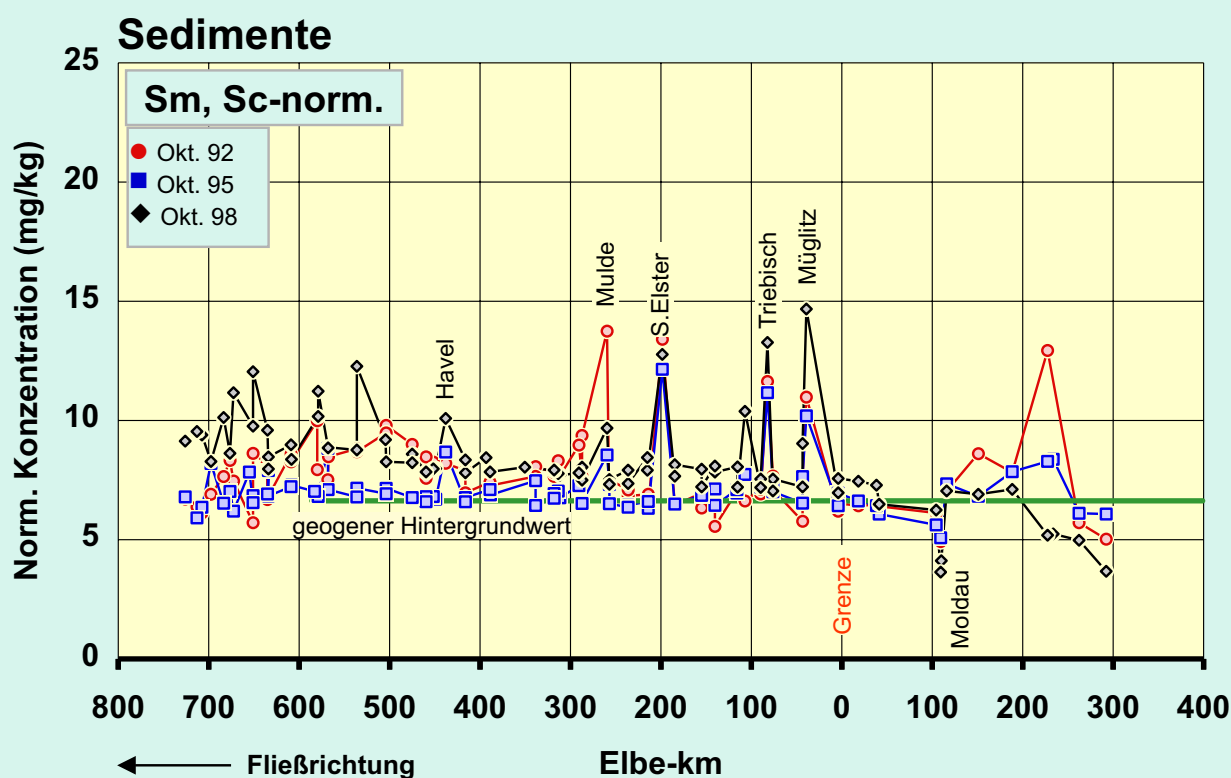
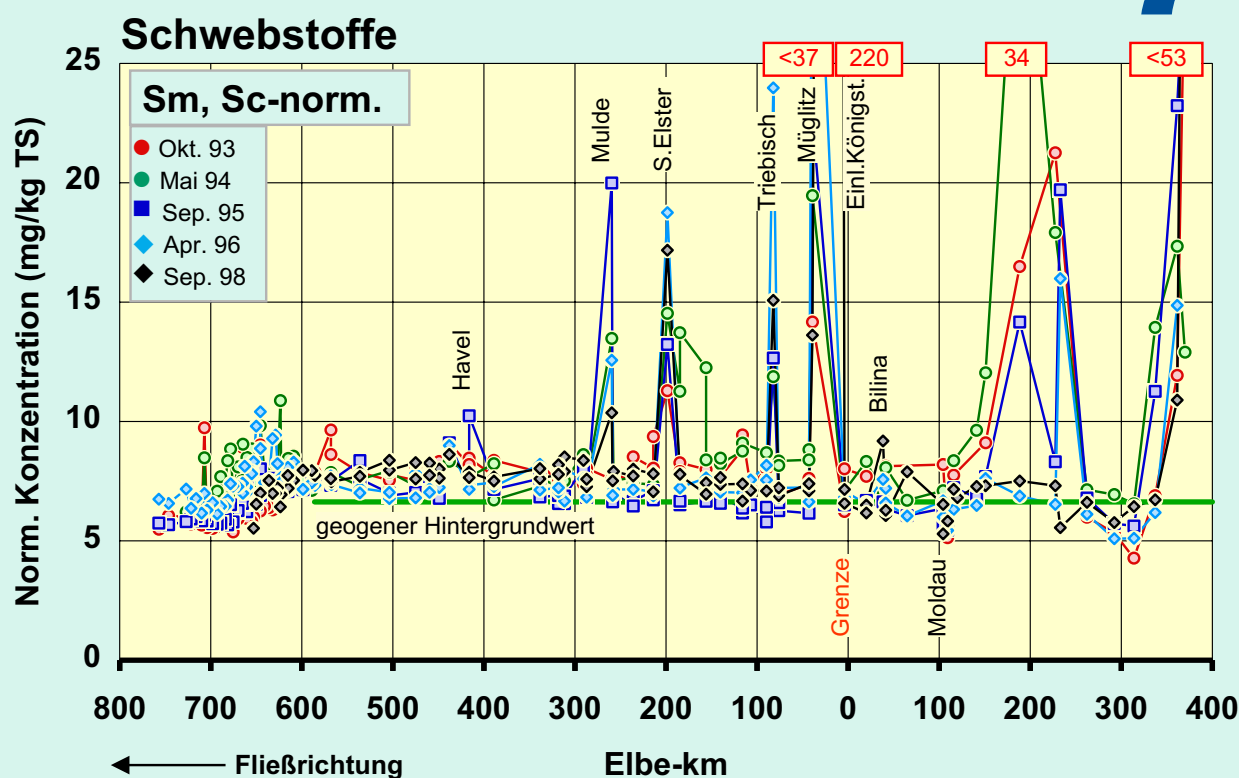


Abb.52f: Vergleich der Sc-normierten **Samarium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Sm}^{norm} = C_{Sm} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Europium



Eu

Europium gehört zusammen mit den anderen Lanthanoiden zu den geogenen Elementen, die aber in einigen Elbregionen auch anthropogen beeinflusst werden. Das Element wird zum großen Teil am Schwebstoff gebunden transportiert.

In den **Filtraten** der Elbe lagen die Konzentrationen meist unterhalb von 0,04 µg/L, häufig sogar nur wenig über der Bestimmungsgrenze (0,01 µg/L). Sehr viel höhere Gehalte wurden jedoch bei der Fa. Synthesia in der Elbe gefunden, z. B. 2,7 µg/L im September 1995, 1,7 µg/L im April 1996 und 0,11 µg/L im September 1998.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden meist spezifische Europiumkonzentrationen im Bereich von 0,6 bis 1,6 mg/kg gemessen. Höhere Gehalte lagen zeitweise bei der Elbequelle und in Nähe der Synthesia-Werke vor. Ein extrem hoher Wert (38 mg/kg) wurde 1998 im Elbstollen unterhalb von Königstein entdeckt. Grob gesehen hatten die Längsprofile für alle Probennahmekampagnen ein ähnliches Aussehen. Die Konzentrationen fielen langsam von der Quelle bis Hamburg ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im September 1995 wurden die höchsten mittleren Gehalte bestimmt, im Mai 1994 die niedrigsten.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Europiumkonzentrationen um etwa ein Viertel über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen 1,3 und 2,0 mg/kg gefunden. Die Verläufe der Längsprofile der drei Sedimentkampagnen glichen einander und ähnelten denen der Schwebstoffe bis auf den Bereich der Trübungszone. Eine klare zeitliche Entwicklung war nicht zu erkennen.

Die **Sc-normierten** Längsprofile liegen sehr eng beieinander. Aus dem schmalen Band der normierten Konzentrationen für die Elbeproben ragen die Werte für die Synthesia-Werke und für die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde heraus.

Europium

Eu

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,04
Mai 1994					< 0,04
Sept. 1995					< 0,04
April 1996					< 0,04
Sept. 1998					< 0,04

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	1,4	1,0	1,2	1,1	1,2
Mai 1994	1,2	0,8	1,0	1,1	1,0
Sept. 1995	1,3	1,2	1,5	1,5	1,4
April 1996	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3
Sept. 1998		0,9	1,3	1,4	1,1

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6
Okt. 1995	1,6	1,6	1,8	1,8	1,7
Okt. 1998	1,5	1,5	1,7	1,6	1,6

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	1,5 - 3,5	2,0 - 2,8	1,2 - 2,6	1,2 - 3,5
Auensedimente / Mittelw.	2,4	2,4	2,0	2,2
normiert für Sedimente				1,6
normiert für Schwebstoffe				1,2

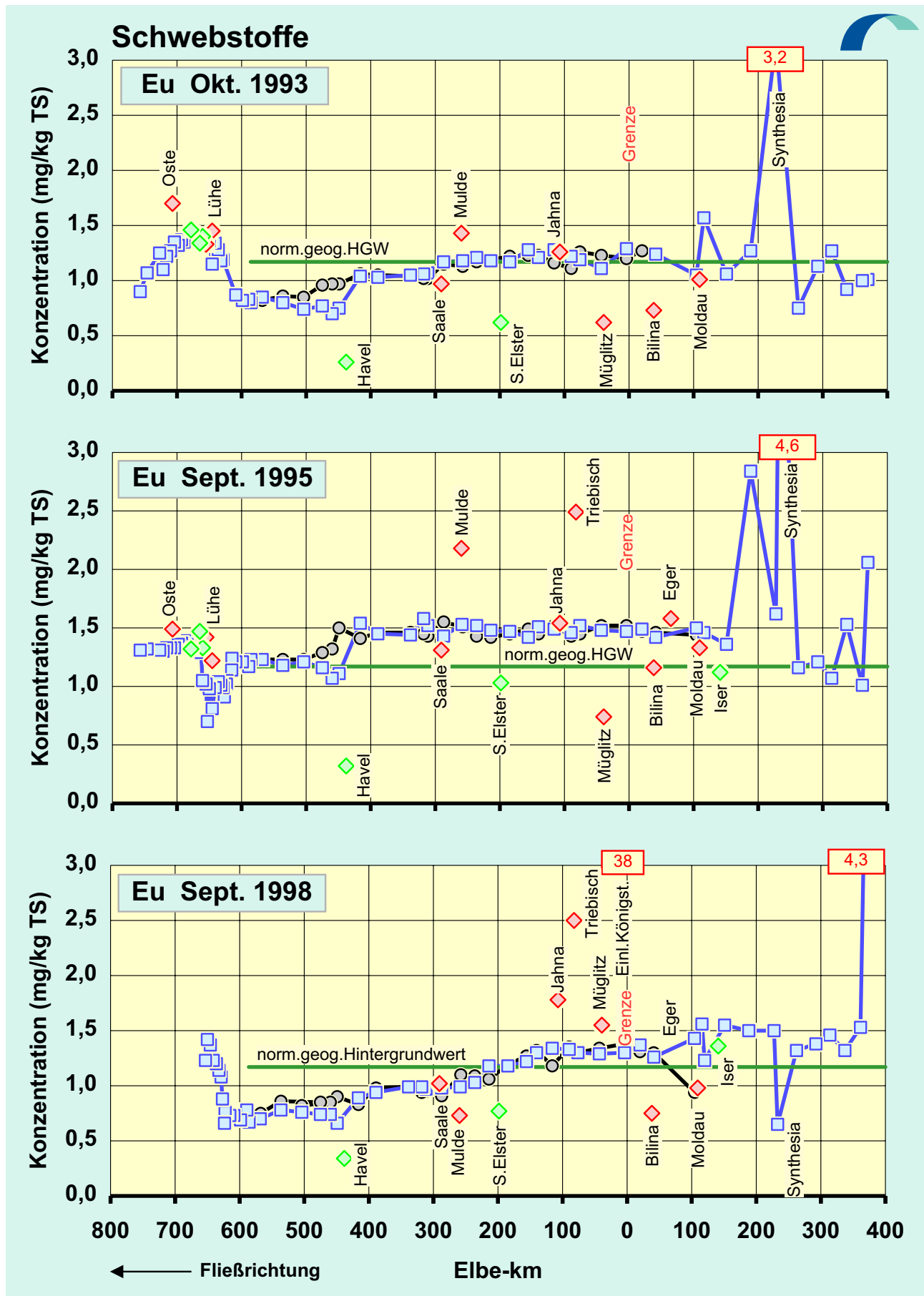


Abb.53c: Vergleich der **Europium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

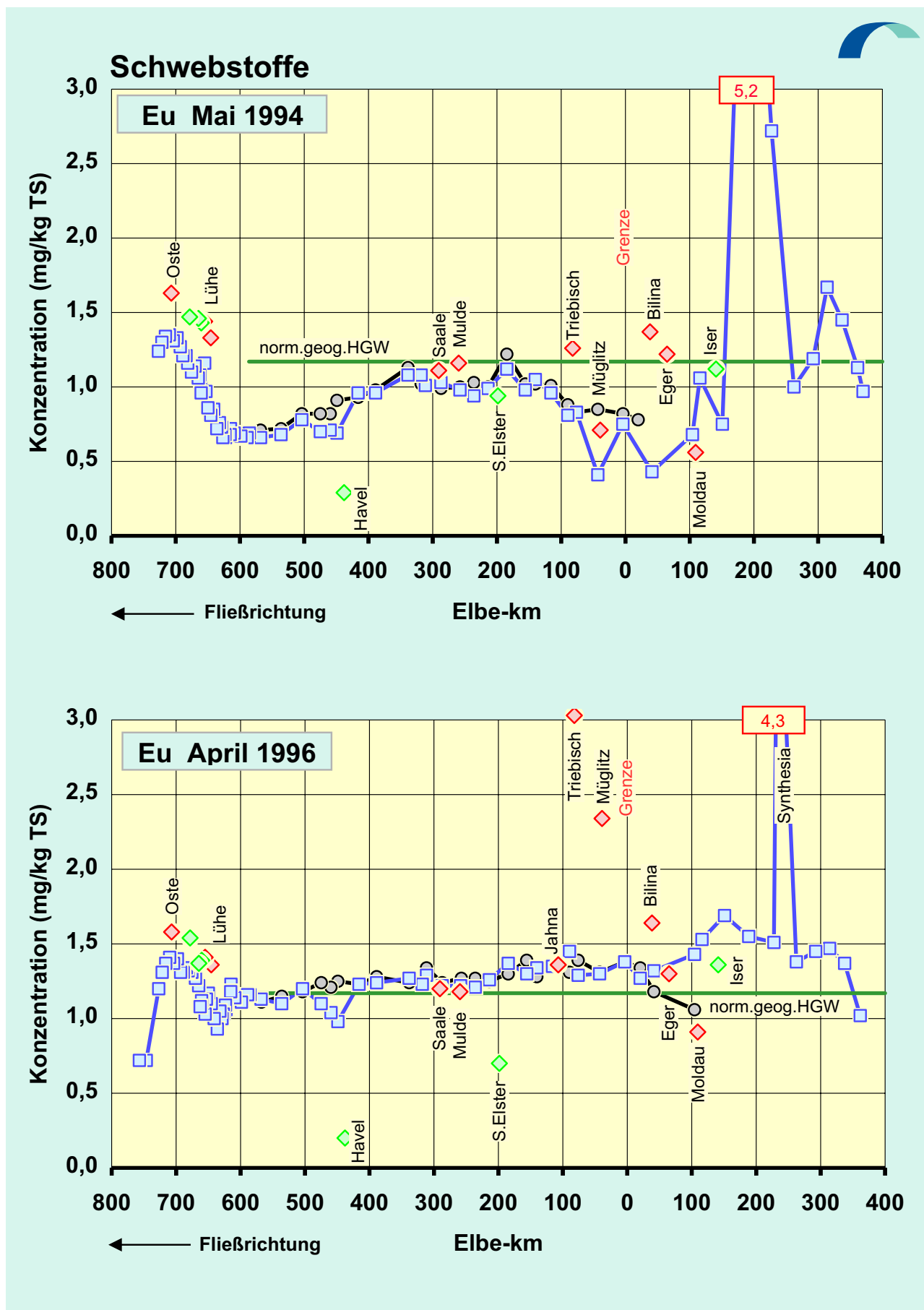


Abb.53d: Vergleich der **Europium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

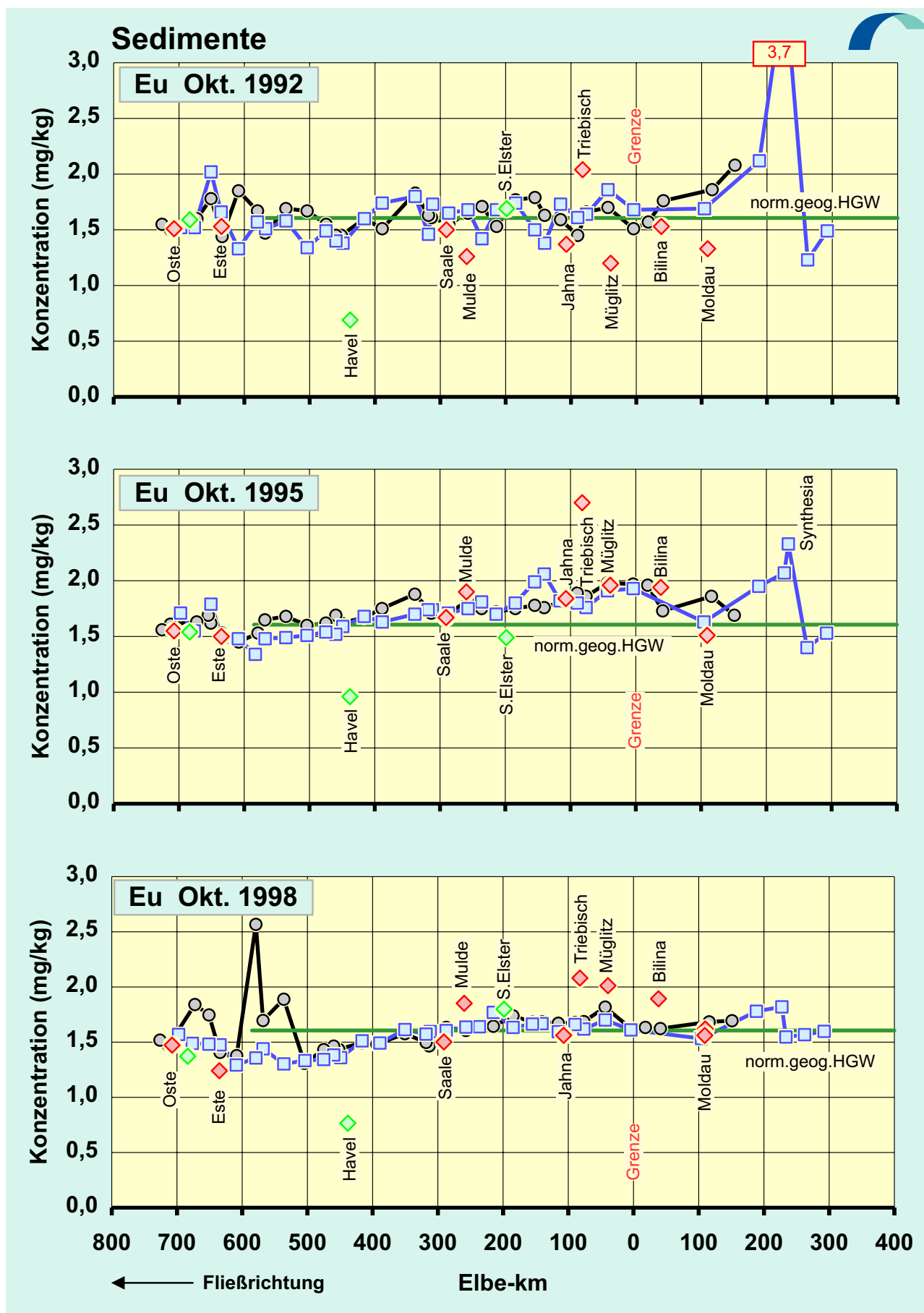


Abb.53e: Vergleich der **Europium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

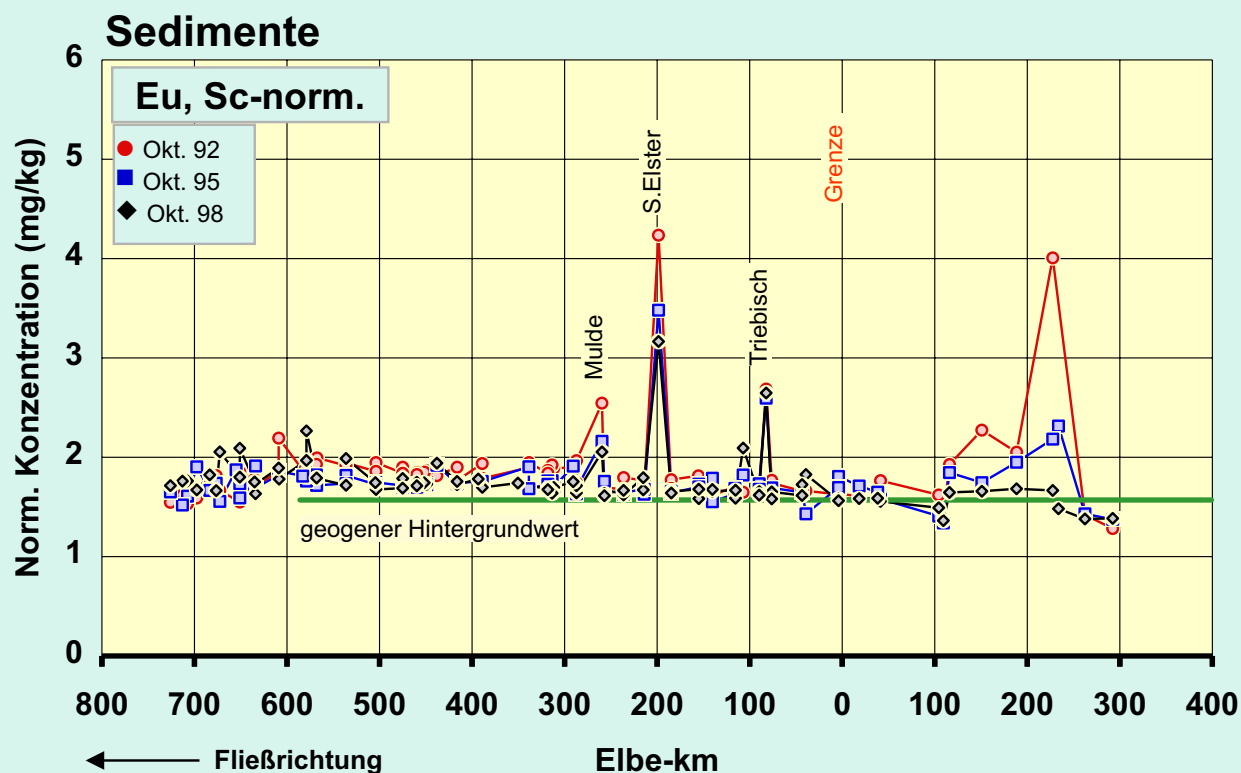
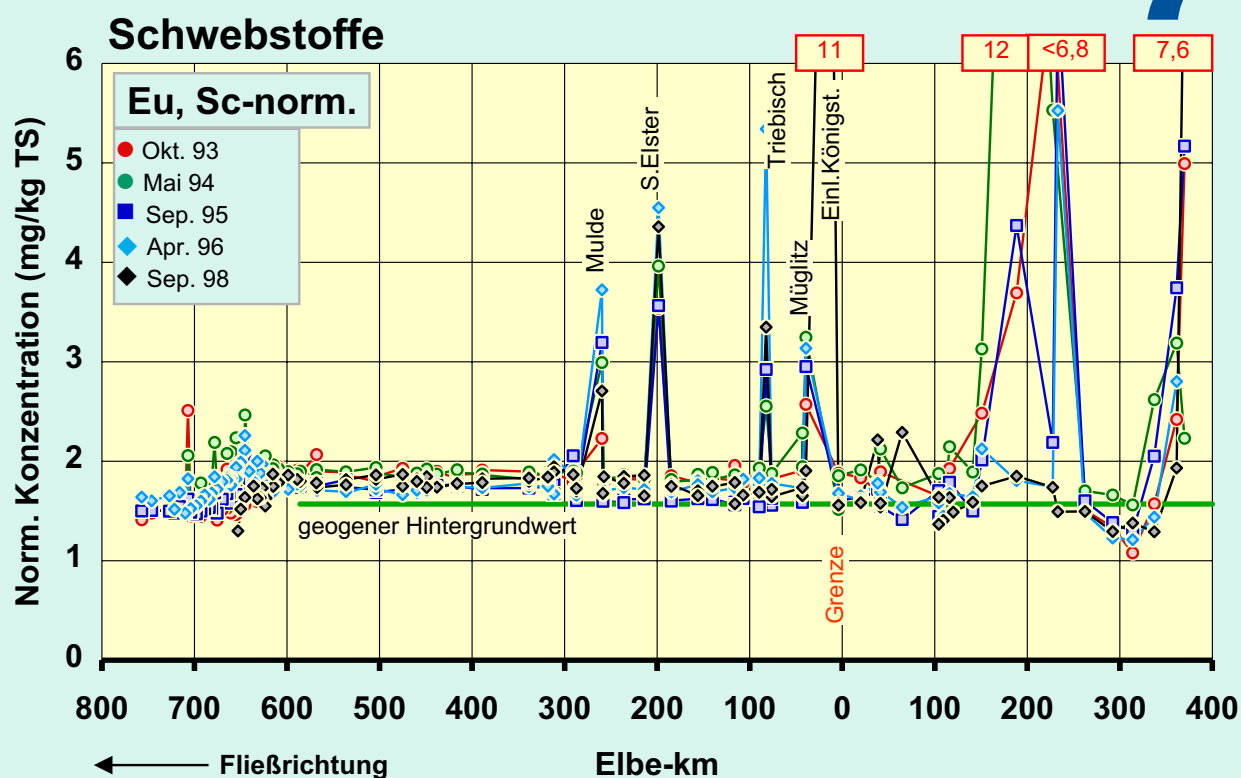


Abb.53f: Vergleich der Sc-normierten **Europium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Eu}^{norm} = C_{Eu} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Gadolinium

Gd

Gadolinium gehört zusammen mit den anderen Lanthanoiden zu den geogenen Elementen. In einigen Regionen wird das Element auch anthropogen beeinflusst. Aufgrund der niedrigen spezifischen Konzentrationen der Schwebstoffe und der zu hohen Bestimmungsgrenze für die gelösten Anteile, kann keine Aussage über die Transportphase gemacht werden.

In den **Filtraten** der Elbe lagen die Konzentrationen für Gadolinium meist unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,04 µg/L. Bei den Synthesia-Werken wurden jedoch wesentlich höhere Werte ermittelt, z. B. 1995: 9,5 µg/L, 1996: 6,2 µg/L und 1998: 0,5 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe kam Gadolinium meist im Bereich von 3 bis 7 mg/kg vor. Höhere Konzentrationen wurden häufig bei der Elbequelle (1998: 46 mg/kg) und in Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke bestimmt. Mit 890 mg/kg wurde im September 1998 der höchste spezifische Gadoliniumgehalt im Schwebstoff aus dem Elbestollen unterhalb von Königstein gefunden. Für die meisten Kampagnen fielen die Konzentrationen langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im Mittel wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Gehalte ermittelt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen häufig über denen der Schwebstoffe. Die Werte bewegten sich meist in einem Bereich von etwa 5 bis 9 mg/kg. Höhere Gehalte bis zu 15 mg/kg wurden in den Sedimenten aus der Müglitz (1995 und '98) analysiert. Die Kurven der Längsprofile verliefen annähernd konstant. Im Mittel wurden für die Kampagne von 1995 die höchsten Gehalte bestimmt.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Gadoliniumkonzentrationen von Schwebstoffen und Sedimenten zeigen gegenüber denen der unnormierten Konzentrationen geglättete Verläufe. Es ergeben sich nach der Normierung für alle Kampagnen relativ konstante Werte über fast den gesamten Elbeverlauf. Nur der Quellbereich, der Bereich unterhalb der Synthesia-Werke (Valy, Klavary) und die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und Havel heben sich durch deutlich höhere Werte hervor.

Gadolinium

Gd

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,04
Mai 1994					< 0,04
Sept. 1995					< 0,04
April 1996					< 0,04
Sept. 1998					< 0,04

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	5,1	4,3	5,1	5,5	4,9
Mai 1994	5,3	3,7	4,3	6,4	4,2
Sept. 1995	6,0	5,3	6,4	6,7	6,1
April 1996	5,4	4,6	4,7	5,2	4,8
Sept. 1998		3,9	5,7	6,1	4,7

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	5,6	6,3	6,3	6,2	6,2
Okt. 1995	7,0	7,5	8,0	7,9	7,7
Okt. 1998	7,3	6,5	7,2	6,2	6,9

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	4 - 13	8 - 12	5 - 12	4 - 13
Auensedimente / Mittelw.	9,7	11	9,5	9,9
normiert für Sedimente				7,2
normiert für Schwebstoffe				5,2

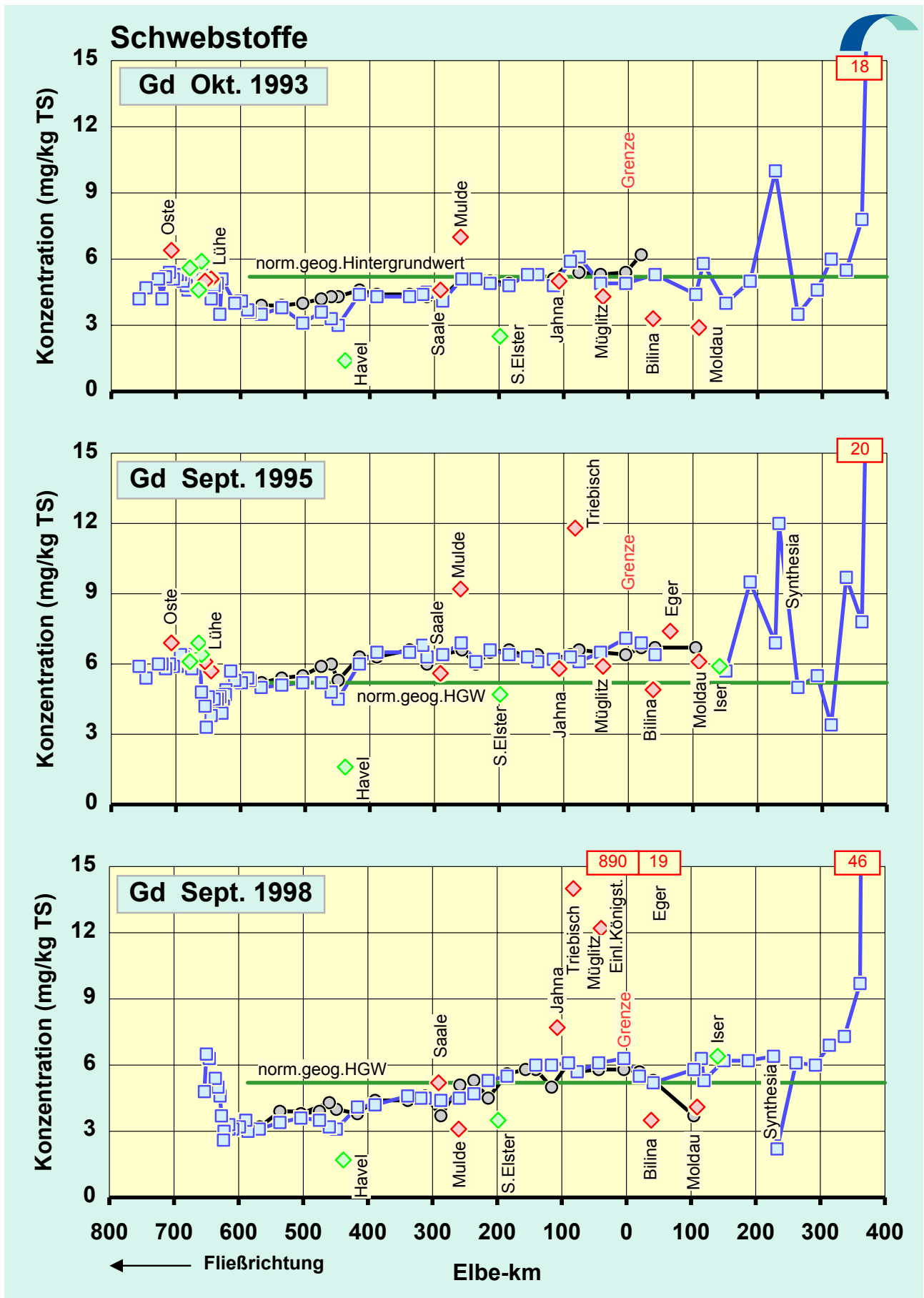


Abb.54c: Vergleich der **Gadolinium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Okt. 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

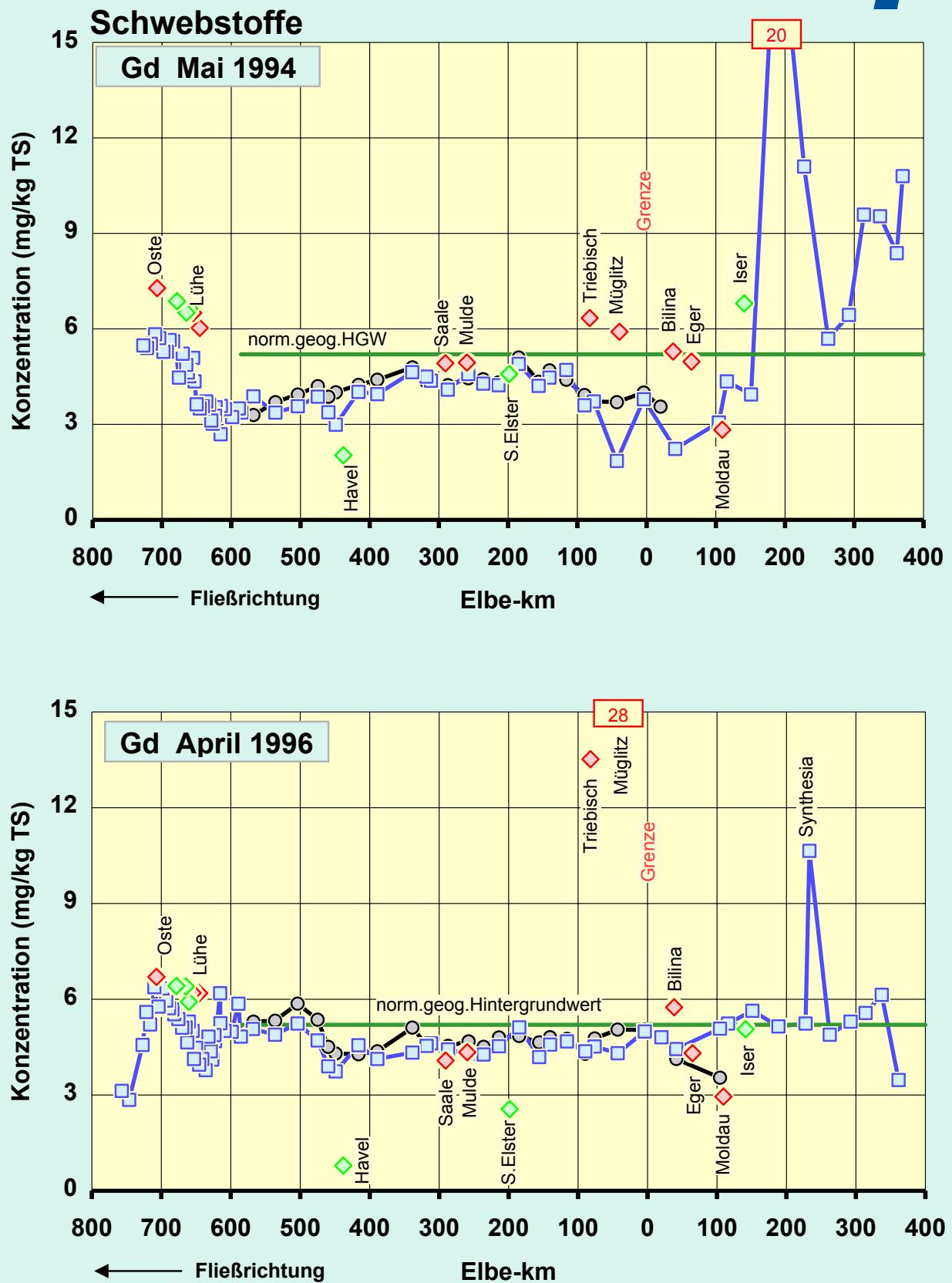


Abb.54d: Vergleich der **Gadolinium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

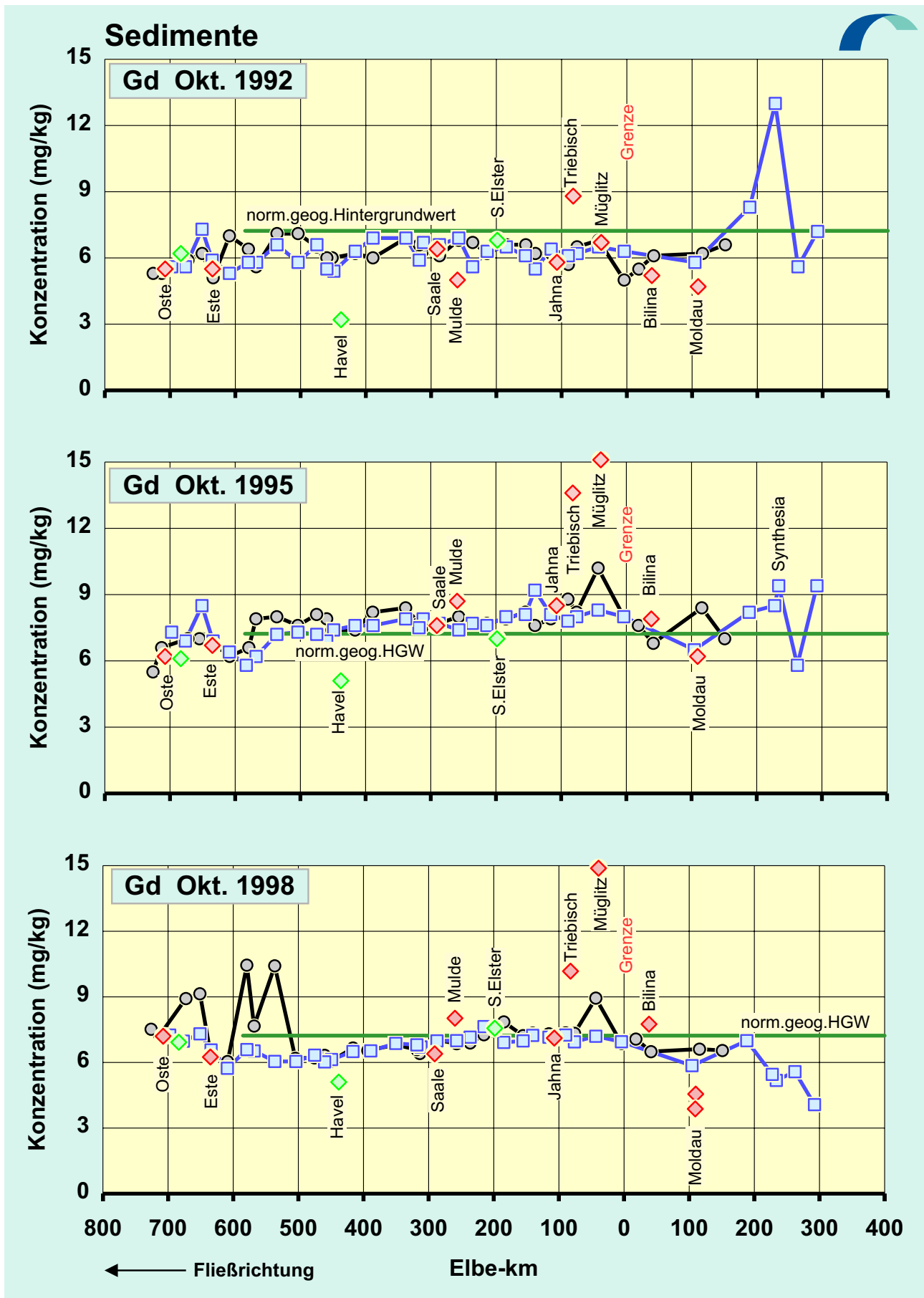


Abb.54e: Vergleich der **Gadolinium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

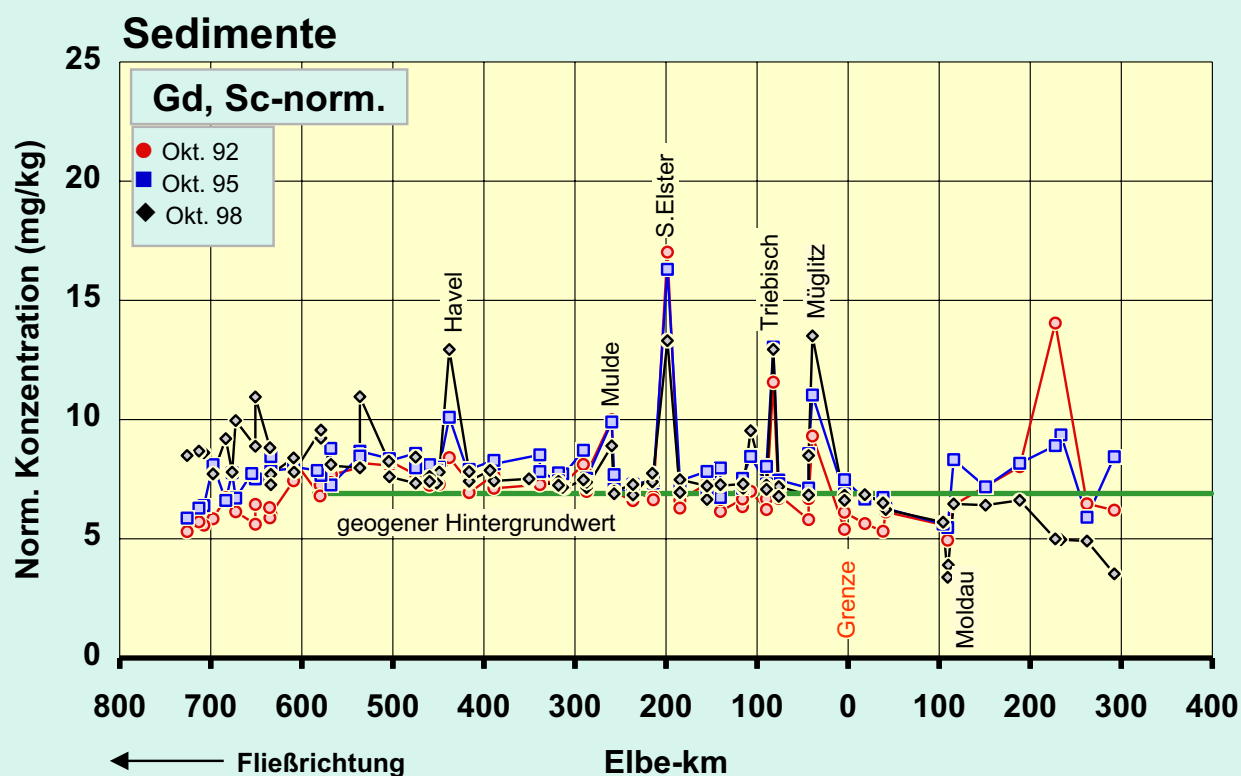
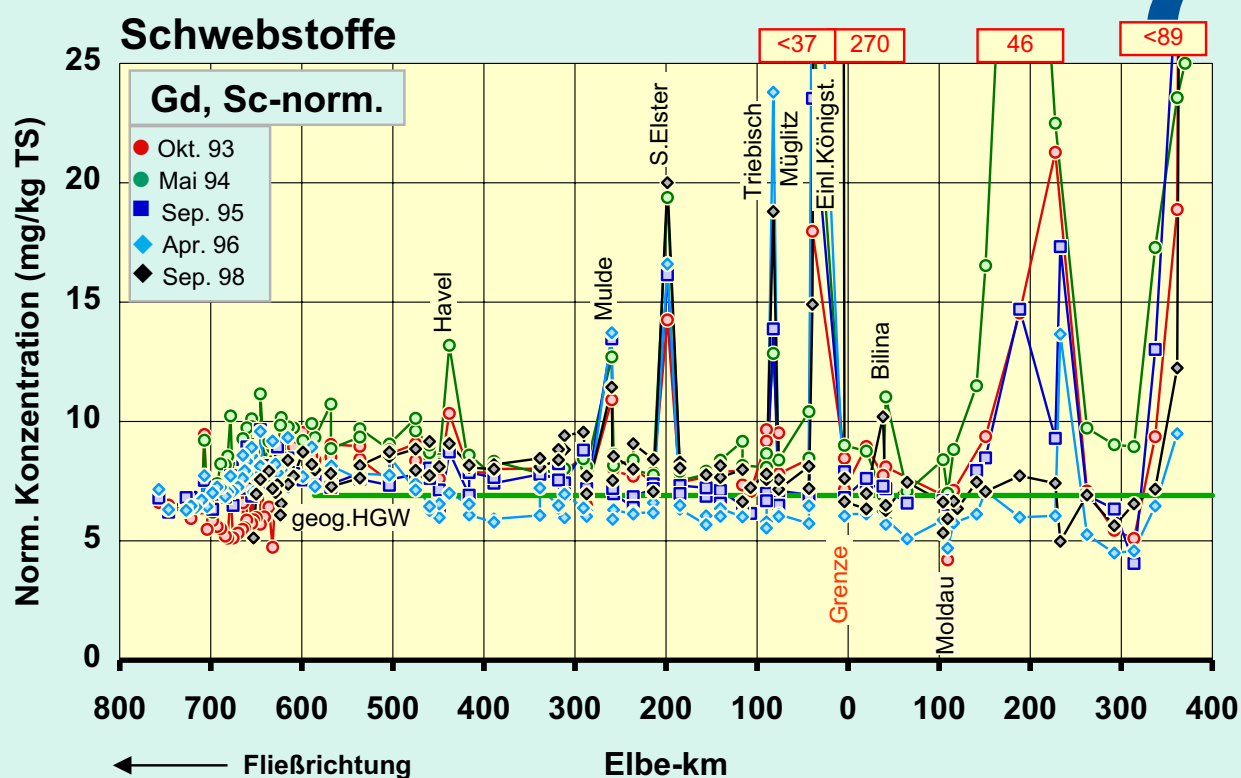


Abb.54f: Vergleich der Sc-normierten **Gadolinium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trokensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Gd}^{norm} = C_{Gd} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Terbium

Tb

Terbium gehört als Mitglied der Gruppe der Lanthanoiden zu den geogenen Elementen. Die Lanthanoide werden aber in einigen Regionen der Elbe auch anthropogen beeinflusst.

Die Terbiumkonzentrationen in den **Elbfiltraten** lagen meist unter der Bestimmungsgrenze (ca. 0,05 µg/L). In Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke konnten jedoch hohe Gehalte von gelöstem Terbium in der Elbe analysiert werden (1995: 1,8 µg/L, 1996: 0,9 µg/L, 1998: 0,1 µg/L).

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Terbium meist im Bereich von 0,3 bis 0,8 mg/kg gemessen. Höhere Gehalte wurden, wie auch für die anderen Lanthanoiden, bei der Quelle (nicht 1996) und bei den Synthesia-Werken (nicht 1998) gefunden. Der höchste Terbiumwert (135 mg/kg) wurde beim Elbestollen unterhalb von Königstein (nur 1998 beprobt) ermittelt. Im Elbeverlauf fielen die Konzentrationen meist langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im Mittel wurden im Mai 1994 die niedrigsten und im September 1995 die höchsten Gehalte bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Terbium um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Es wurden Gehalte zwischen 0,7 und 1,4 mg/kg gemessen. Am Verlauf der Längsprofile konnte bei allen drei Probennahmekampagnen ein markanter Einfluss der Müglitz erkannt werden. Im untersuchten Zeitraum waren keine wesentlichen Änderungen zu beobachten.

Das **Terbium/Scandium-Verhältnis** ist für die meisten Proben nahezu gleich. Nur bei der Elbequelle, bei den Synthesia-Werken und in den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde finden sich deutlich höhere Werte.

Terbium

Tb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,70	0,54	0,63	0,62	0,62
Mai 1994	0,65	0,43	0,53	0,76	0,53
Sept. 1995	0,69	0,69	0,82	0,78	0,75
April 1996	0,73	0,67	0,73	0,85	0,71
Sept. 1998		0,46	0,66	0,72	0,58

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,91	0,89	0,91	0,89	0,90
Okt. 1995	0,96	0,94	1,03	1,00	0,99
Okt. 1998	0,90	0,87	0,95	0,92	0,91

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,90 - 1,7	1,1 - 1,7	0,74 - 1,6	0,74 - 1,7
Auensedimente / Mittelw.	1,3	1,4	1,2	1,3
normiert für Sedimente				0,95
normiert für Schwebstoffe				0,69

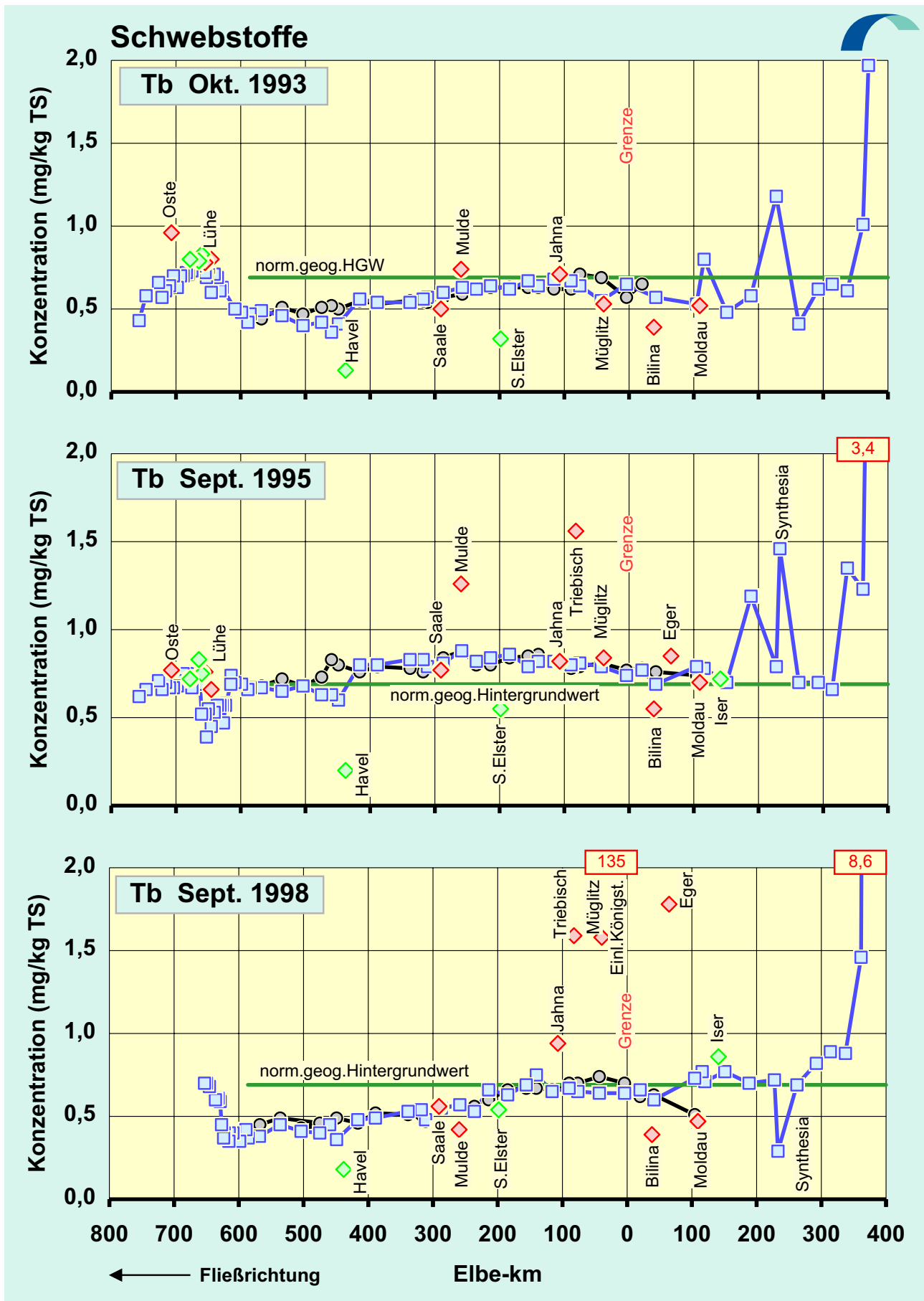


Abb.55c: Vergleich der **Terbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

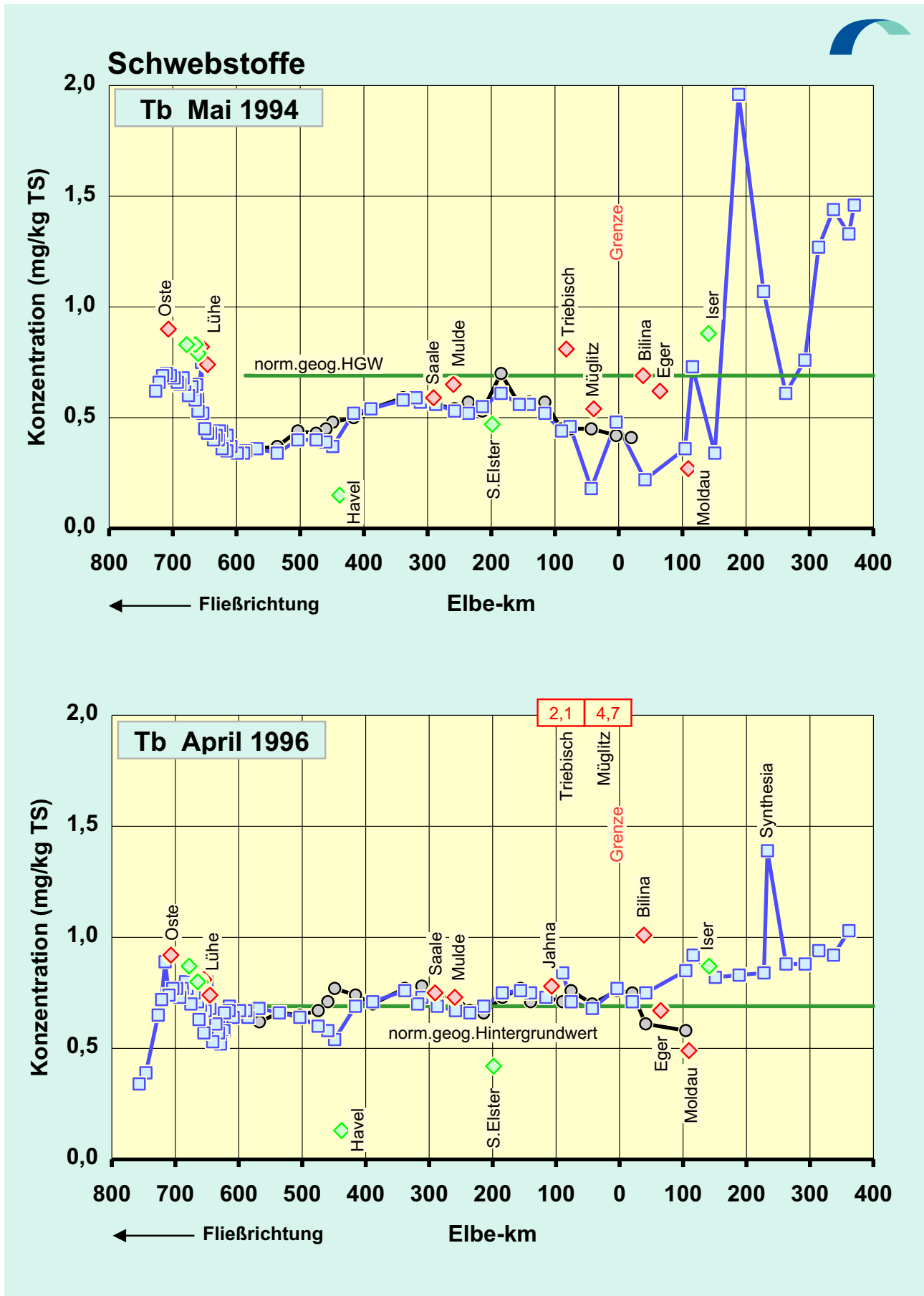


Abb.55d: Vergleich der **Terbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

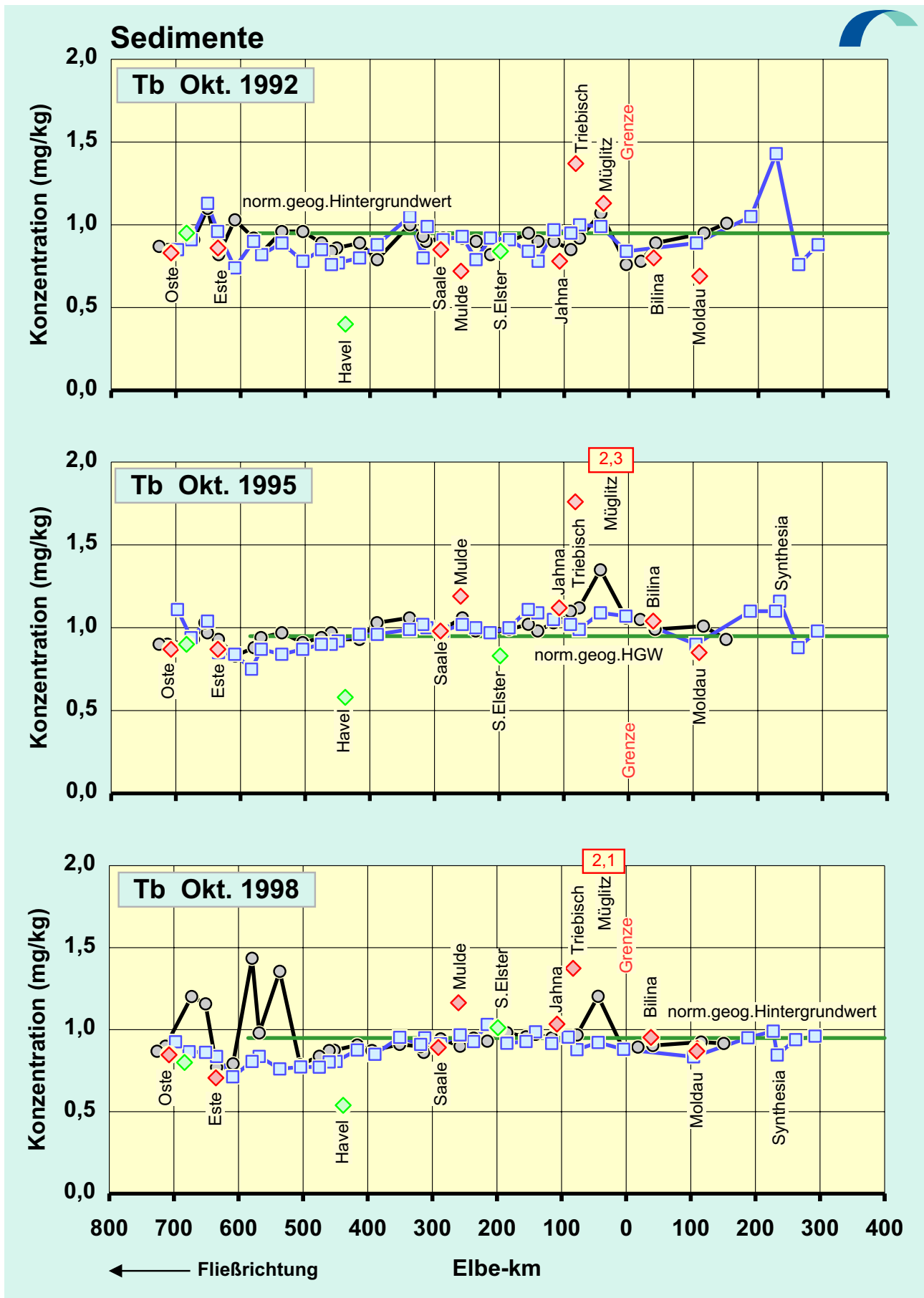


Abb.55e: Vergleich der **Terbium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

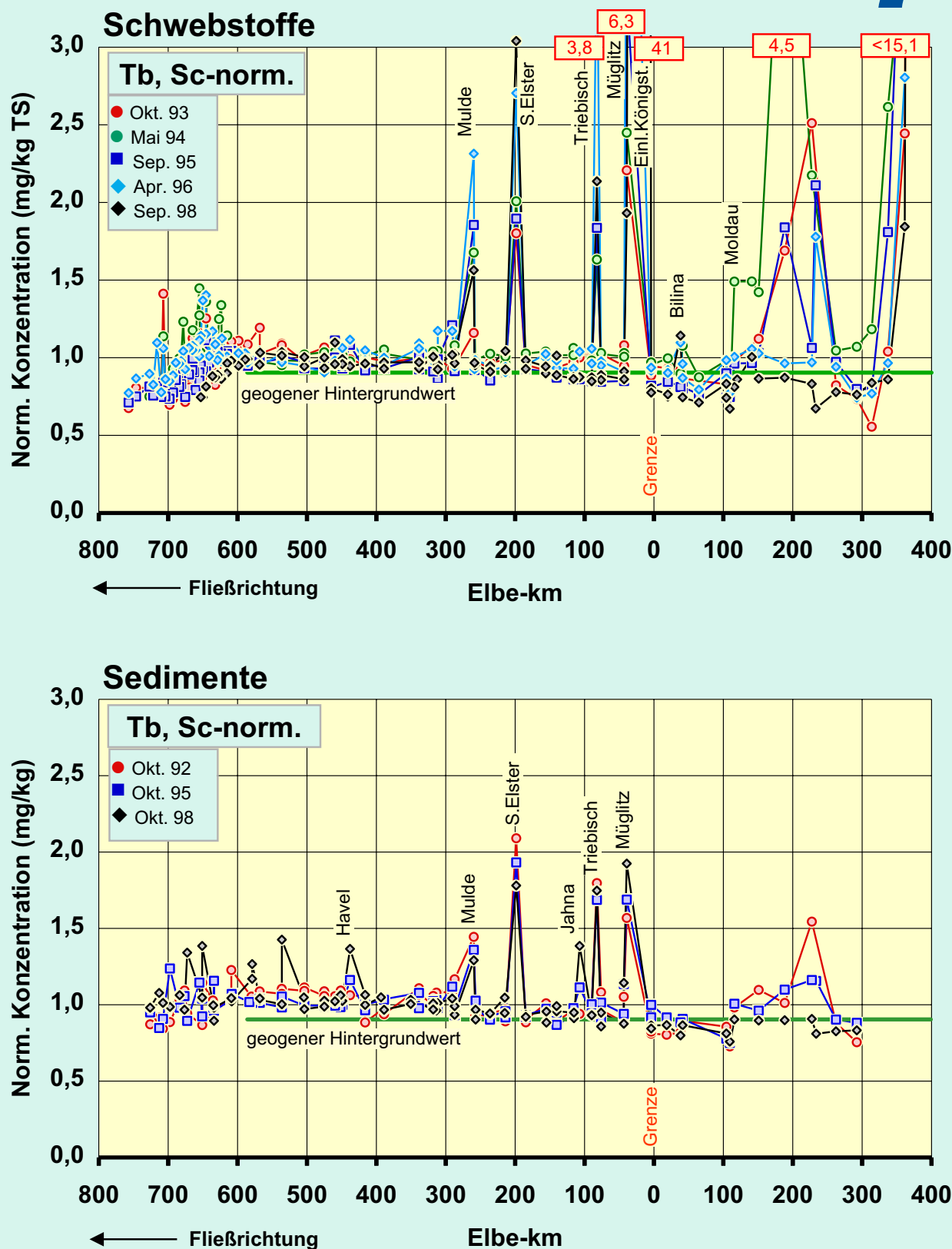


Abb.55f: Vergleich der Sc-normierten **Terbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-μm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Tb}^{norm} = C_{Tb} / C_{Sc} \cdot C^0_{Sc}$, mit $C^0_{Sc} = 13 \text{ mg/kg}$

Dysprosium

Dy

Dysprosium gehört mit der Gruppe der Lanthanoiden zu den geogenen Elementen. In einigen Regionen wird das Element auch anthropogen beeinflusst.

Aufgrund der niedrigen spezifischen Konzentrationen der Schwebstoffe und der zu hohen Bestimmungsgrenze (ca. 0,04 µg/L) für die **Filtrate**, kann keine Aussage über die Transportphase gemacht werden. Bei den Synthesia-Werken wurden 1995 6,4 µg/L, 1996 4,4 µg/L und 1998 etwa 0,3 µg/L gelöstes Dysprosium in der Elbe bestimmt.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Dysprosium meist im Bereich von etwa 2 bis 6 mg/kg nachgewiesen. Deutlich höhere Gehalte wurden bei der Elbequelle (außer 1996) und häufig auch in Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke gefunden. Wie auch bei vielen anderen Elementen, wurde die höchste spezifische Konzentration von Dysprosium im Schwebstoff des Einleiters unterhalb von Königstein ermittelt (1998: 810 mg/kg). Auch bei einigen Nebenflüssen, insbesondere bei Müglitz und Triebisch wurden zeitweise erhöhte Werte festgestellt. Bei fast allen Kampagnen fielen die Konzentrationen von der Quelle in Richtung Mündung langsam ab und nahmen in der Trübungszone wieder zu. Im Mittel wurden im Frühjahr 1994 die niedrigsten und im Herbst 1995 die höchsten spezifischen Gehalte bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Dysprosium über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen 4 und 7 mg/kg gefunden. Höhere Gehalte wurden in den 1995 bzw. '98 gezogenen Sedimenten aus der Müglitz (ca. 14 mg/kg) analysiert. Im untersuchten Zeitraum hatten sich die Gehalte in der Elbe kaum verändert.

Die **Sc-normierten** Profile liegen, wie bei geogenen Elementen üblich, relativ eng beieinander. Neben den Synthesia-Werken bringen die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde verstärkt mit Dysprosium angereicherte Schwebstoffe in die Elbe ein.

Dysprosium

Dy

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,04
April 1996					< 0,04
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,9	3,3	4,1	4,6	3,8
Mai 1994	4,2	3,0	3,3	5,5	3,3
Sept. 1995	5,0	4,5	5,4	5,3	5,2
April 1996	4,5	3,7	3,9	4,4	4,0
Sept. 1998		3,3	5,1	5,4	4,1

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	5,1	5,1	5,8	5,6	5,3
Okt. 1995	5,3	5,8	6,0	5,7	5,8
Okt. 1998	6,1	5,4	6,1	5,5	5,8

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	5 - 12	7 - 10	6 - 11	5 - 12
Auensedimente / Mittelw.	8,8	8,9	8,6	8,8
normiert für Sedimente				6,4
normiert für Schwebstoffe				4,7

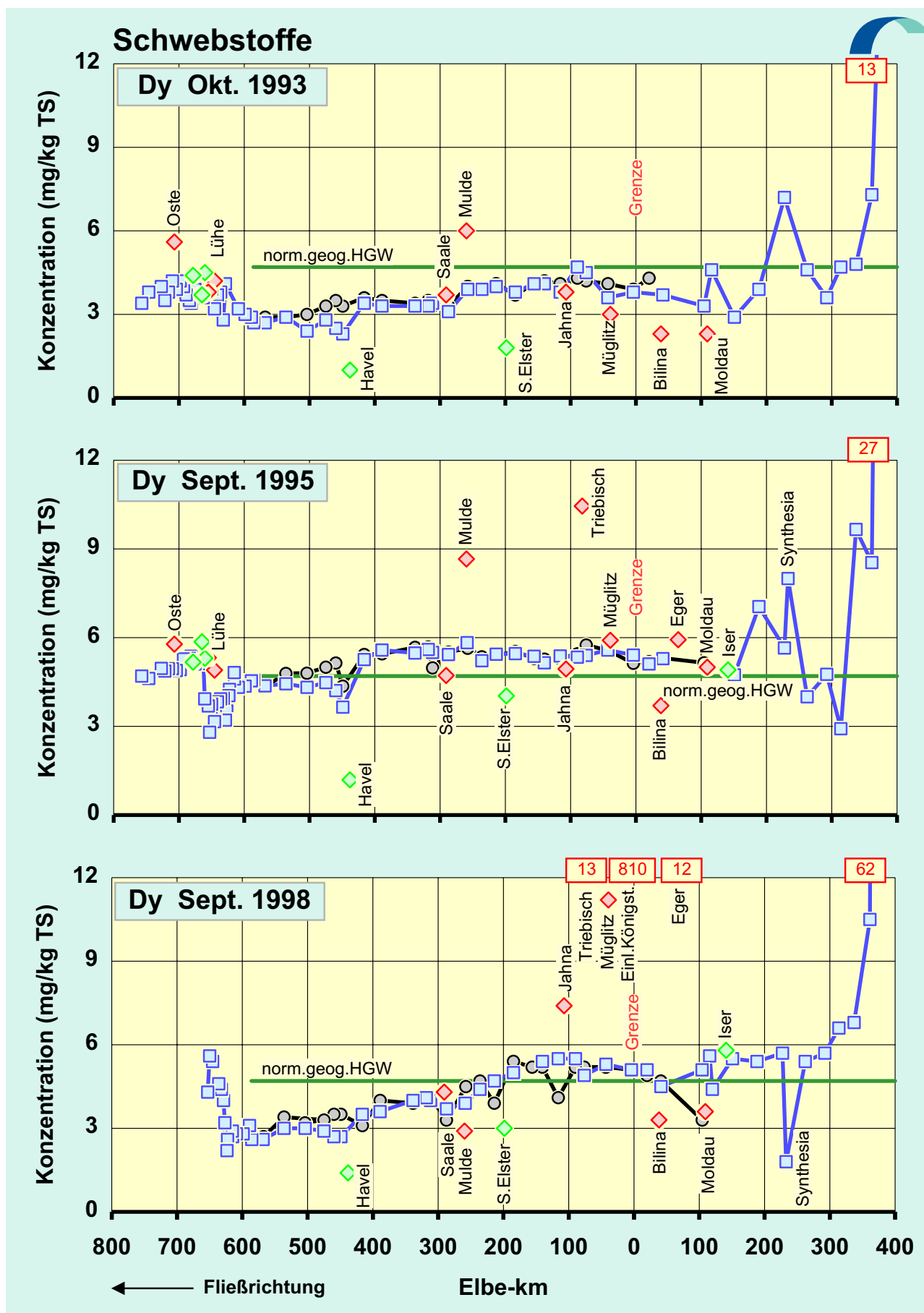
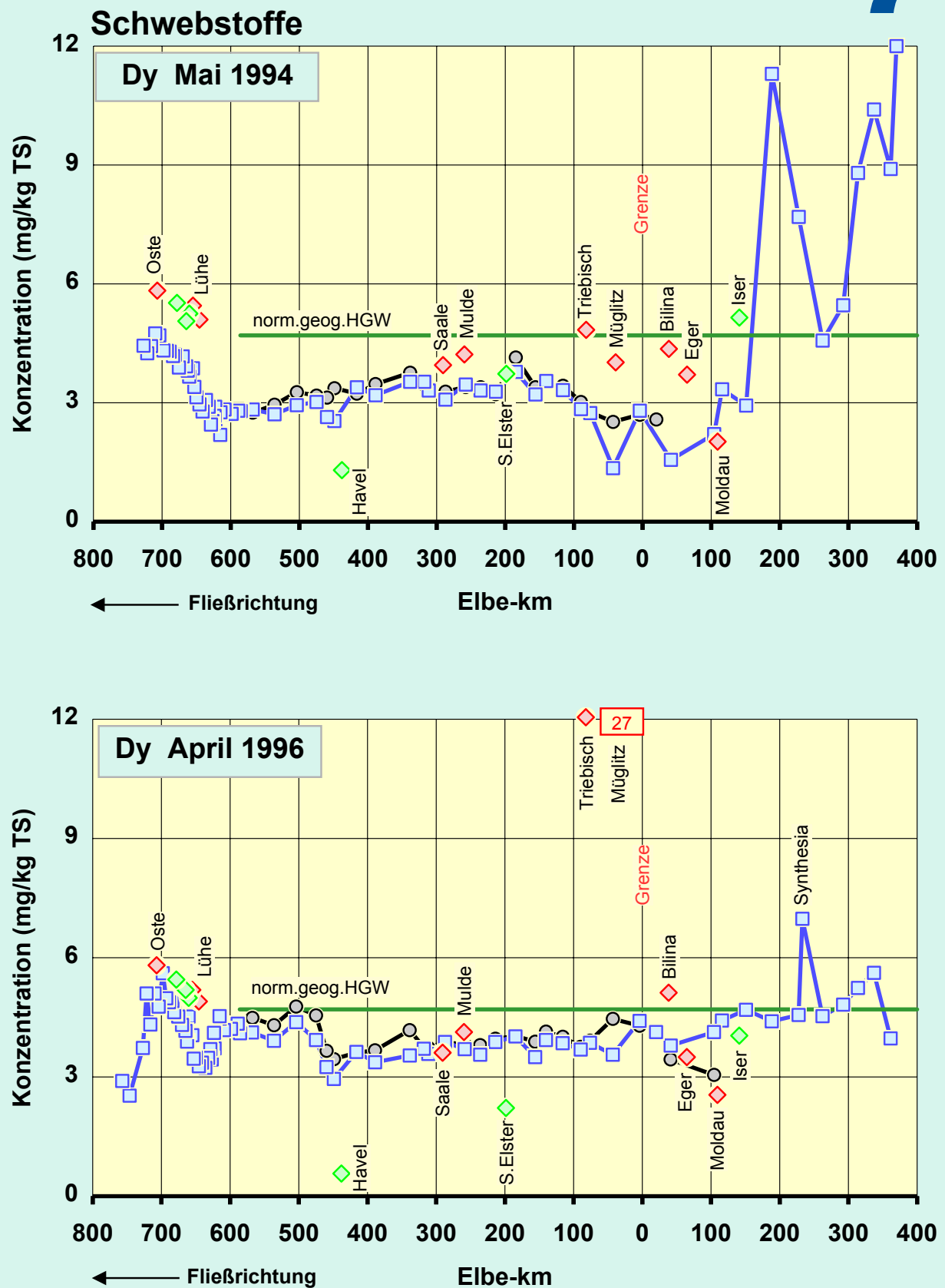


Abb.56c: Vergleich der **Dysprosium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz(TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



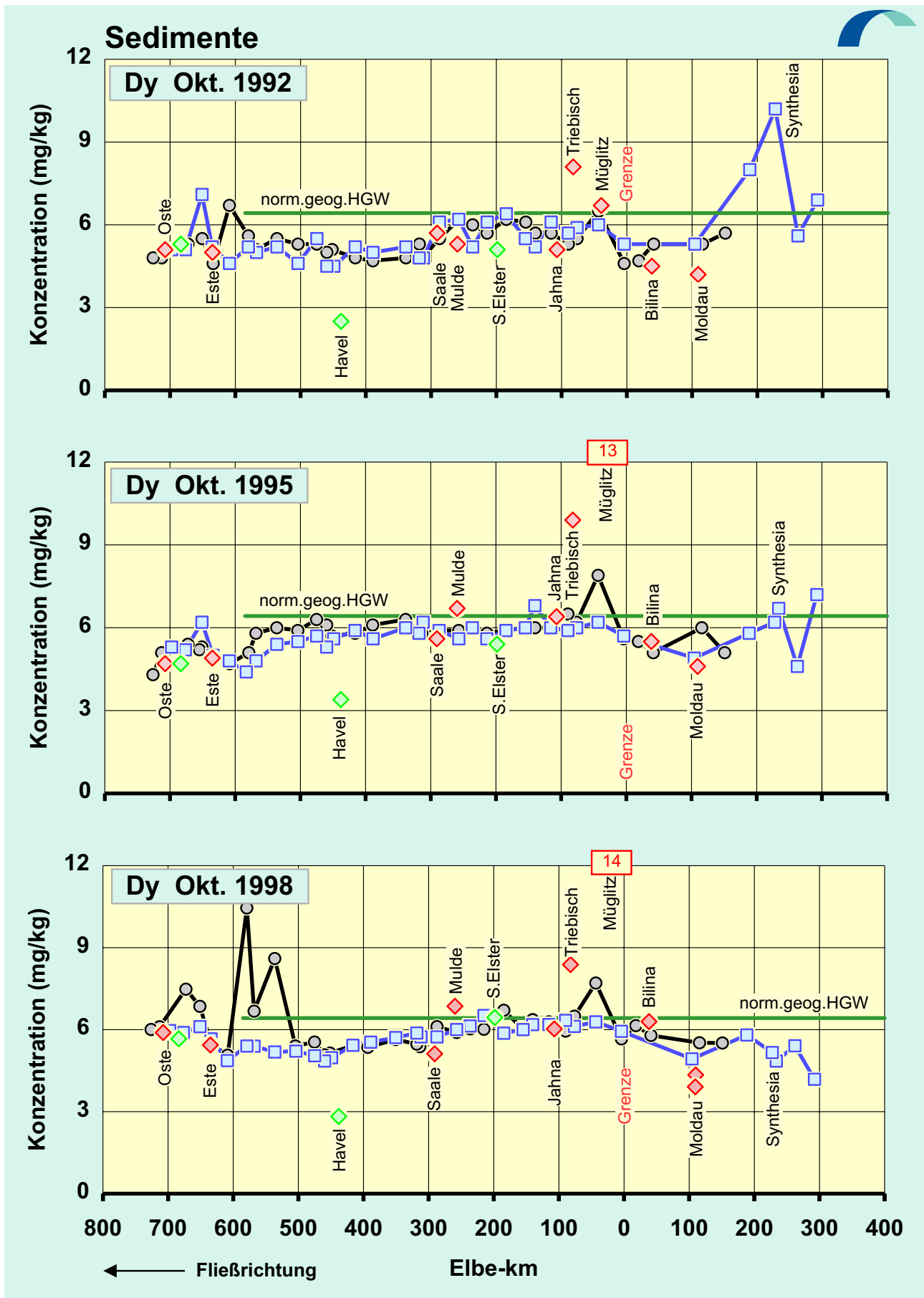


Abb.56e: Vergleich der **Dysprosium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

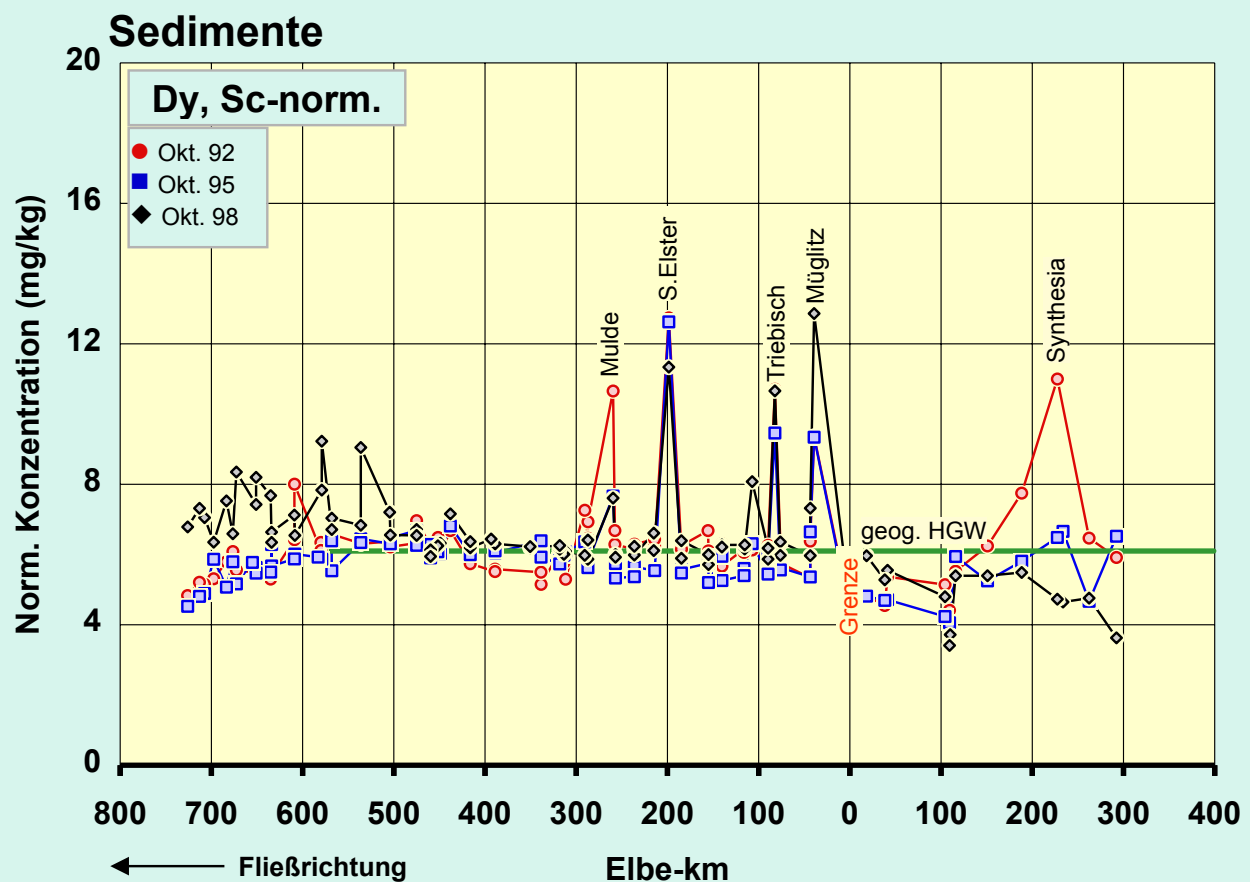
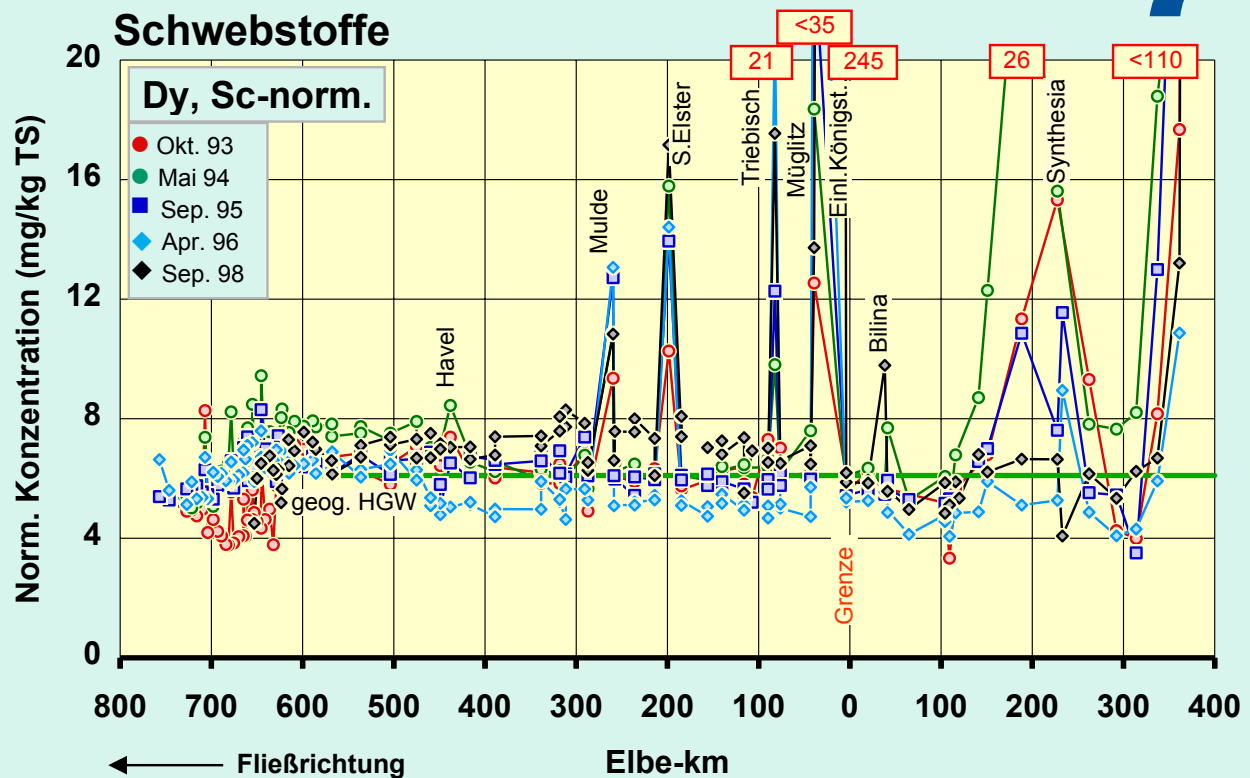


Abb.56f: Vergleich der Sc-normierten **Dysprosium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trokensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Dy}^{norm} = C_{Dy} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Holmium

Ho

Holmium gehört zusammen mit den anderen Lanthanoiden zu den geogenen Elementen, die aber in einigen Elbregionen auch anthropogen beeinflusst werden. Aufgrund der relativ hohen Nachweisgrenzen für die gelösten Anteile kann nur vermutet werden, dass Holmium in der Elbe vor allem am Schwebstoff gebunden transportiert wird.

In den **Elbwasserfiltraten** lagen die Konzentrationen meist unterhalb der Bestimmungsgrenze von etwa 0,03 µg/L. In Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke wurden jedoch, wie auch bei den anderen Lanthanoiden, sehr viel höhere Gehalte beobachtet, z. B. 1995 und '96 etwa 1,0 bzw. 0,7 µg/L, 1998 aber nur noch 0,05 µg/L.

Für die **Schwebstoffe** der Elbe wurden meist spezifische Holmiumgehalte zwischen 0,4 und 1,2 mg/kg gemessen. Die Konzentrationen fielen häufig von hohen Werten bei der Quelle in Fließrichtung schnell ab, sanken dann nur noch langsam bis zum Tidebereich und stiegen in der Trübungszone wieder an. Der höchste Konzentrationswert (114 mg/kg) wurde im Schwebstoff aus dem nur im September 1998 beprobten Elbestollen unterhalb von Königstein bestimmt. Für Holmium waren nur geringe partikuläre Einleitungen der Synthesia-Werke zu beobachten (wie auch für die anderen schwereren Lanthanoide). Im Mittel wurden im September 1995 die höchsten Gehalte festgestellt. Dies war vermutlich auf einen relativ hohen Tonmineralanteil des Schwebstoffs zurückzuführen.

Bei den fraktionierten **Elbsedimenten** lagen die Holmiumkonzentrationen um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen etwa 0,9 und 1,5 mg/kg gemessen. Wegen der relativ großen analytischen Unsicherheiten wird keine Aussage über eine zeitliche Entwicklung gemacht.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Konzentrationen von Schwebstoffen und Sedimenten liegen im Allgemeinen relativ eng beieinander. Wie bei den anderen Lanthanoiden auch, heben sich die Proben aus dem Quellbereich, aus dem Bereich unterhalb der Synthesia-Werke (Valy, Klavary) und aus den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde durch deutlich höhere Ho/Sc-Verhältnisse von den übrigen Elbproben ab.

Holmium

Ho

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,03
Mai 1994					< 0,03
Sept. 1995					< 0,03
April 1996					< 0,03
Sept. 1998					< 0,03

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,7	0,6	0,7	0,9	0,65
Mai 1994	0,8	0,7	0,6	1,1	0,73
Sept. 1995	0,9	0,8	0,9	0,9	0,87
April 1996	0,75	0,6	0,7	0,8	0,68
Sept. 1998		0,6	0,9	0,9	0,74

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,1	1,0	1,3	1,1	1,1
Okt. 1995	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2
Okt. 1998	1,0	1,0	0,7	0,9	0,92

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,8 - 1,9	1,1 - 1,5	0,9 - 1,7	0,8 - 1,9
Auensedimente / Mittelw.	1,5	1,4	1,3	1,4
normiert für Sedimente				1,0
normiert für Schwebstoffe				0,75

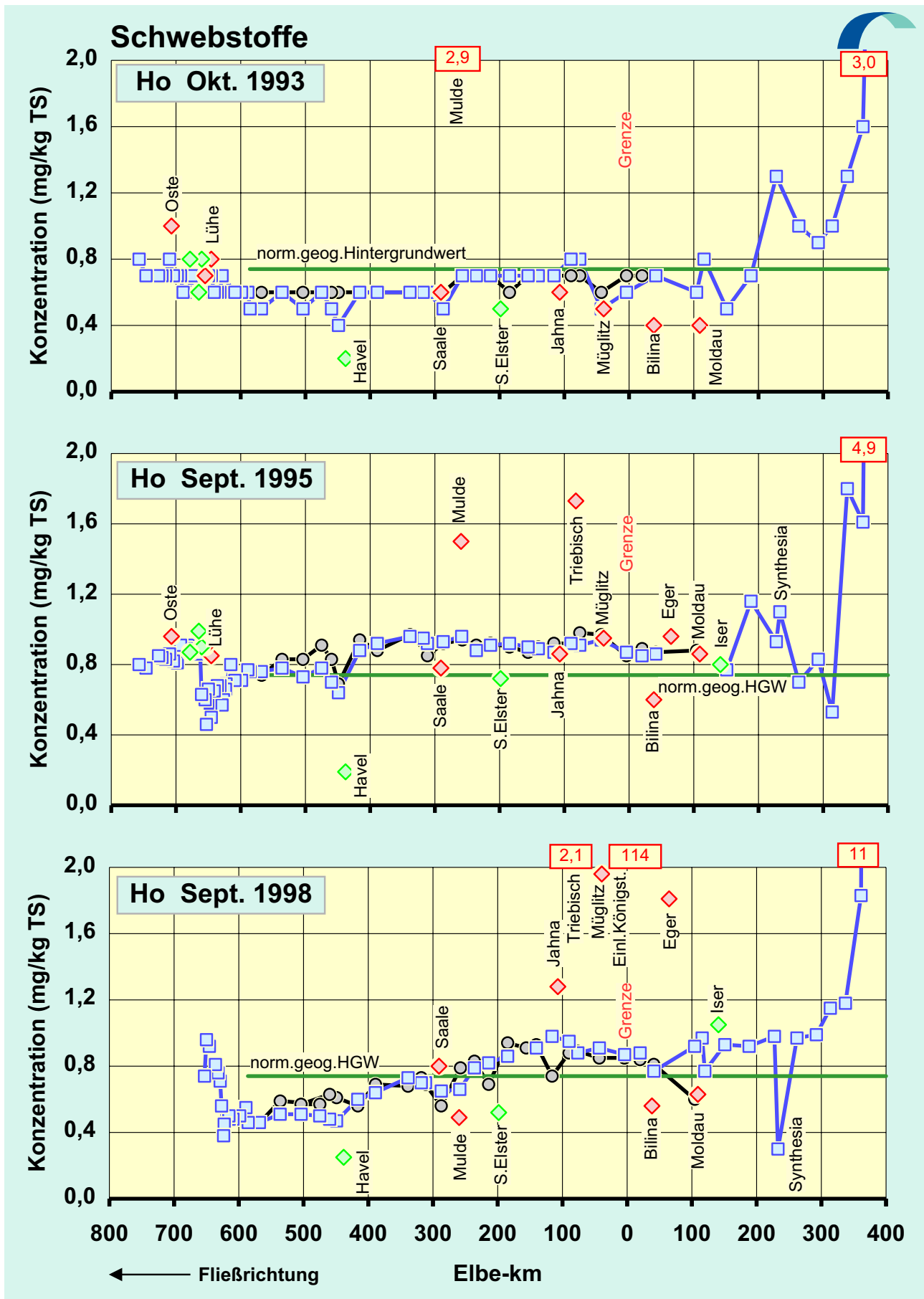


Abb.57c: Vergleich der **Holmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

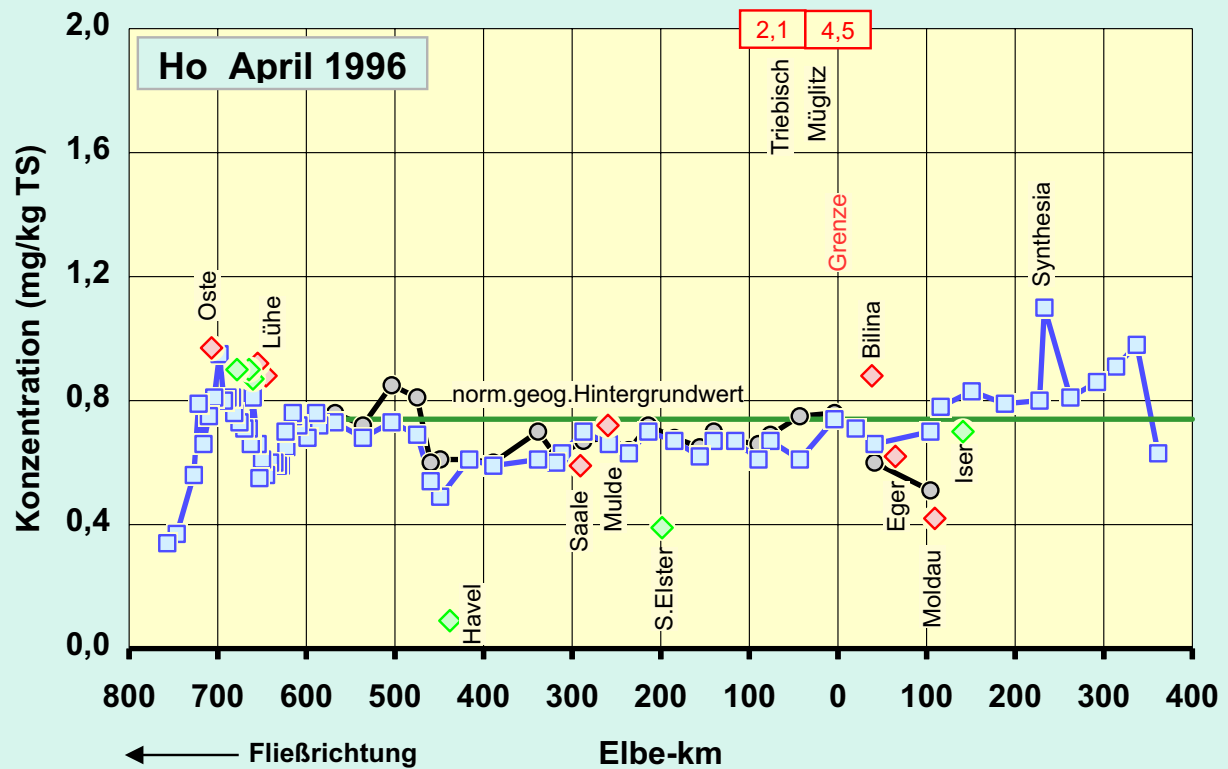
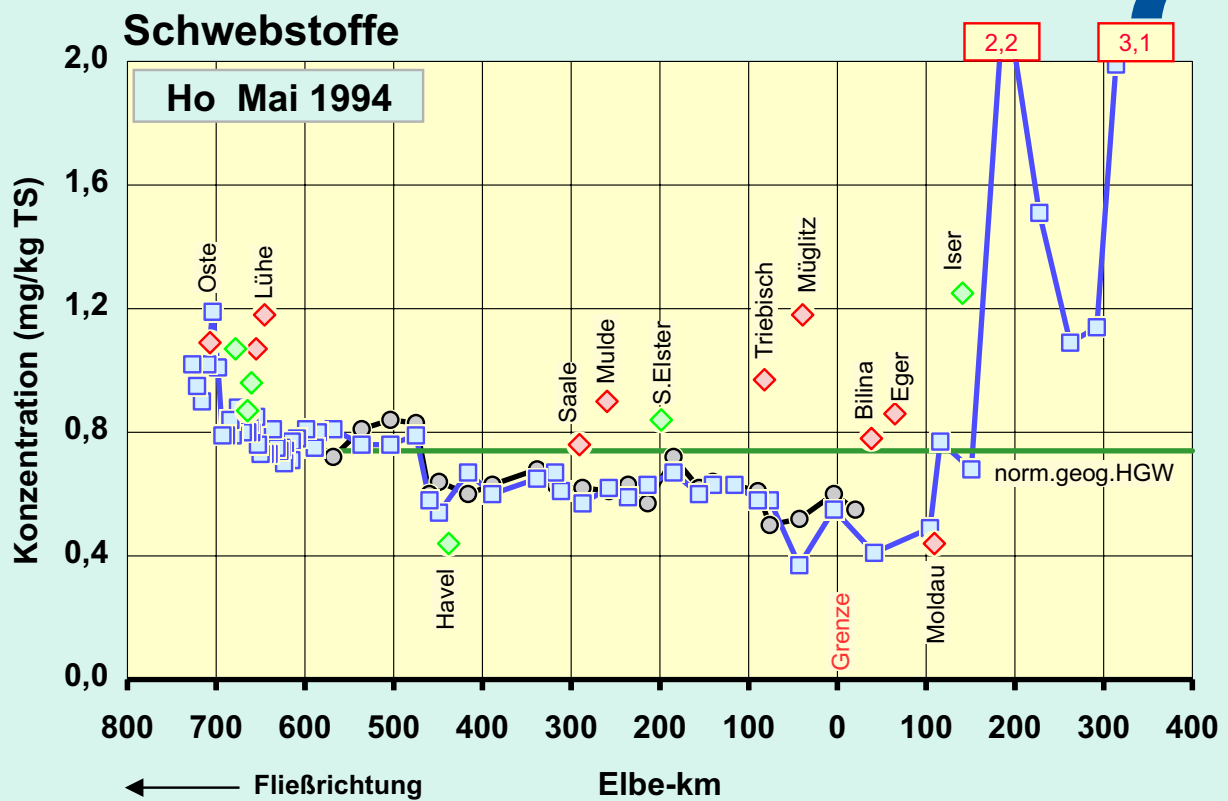


Abb.57d: Vergleich der **Holmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

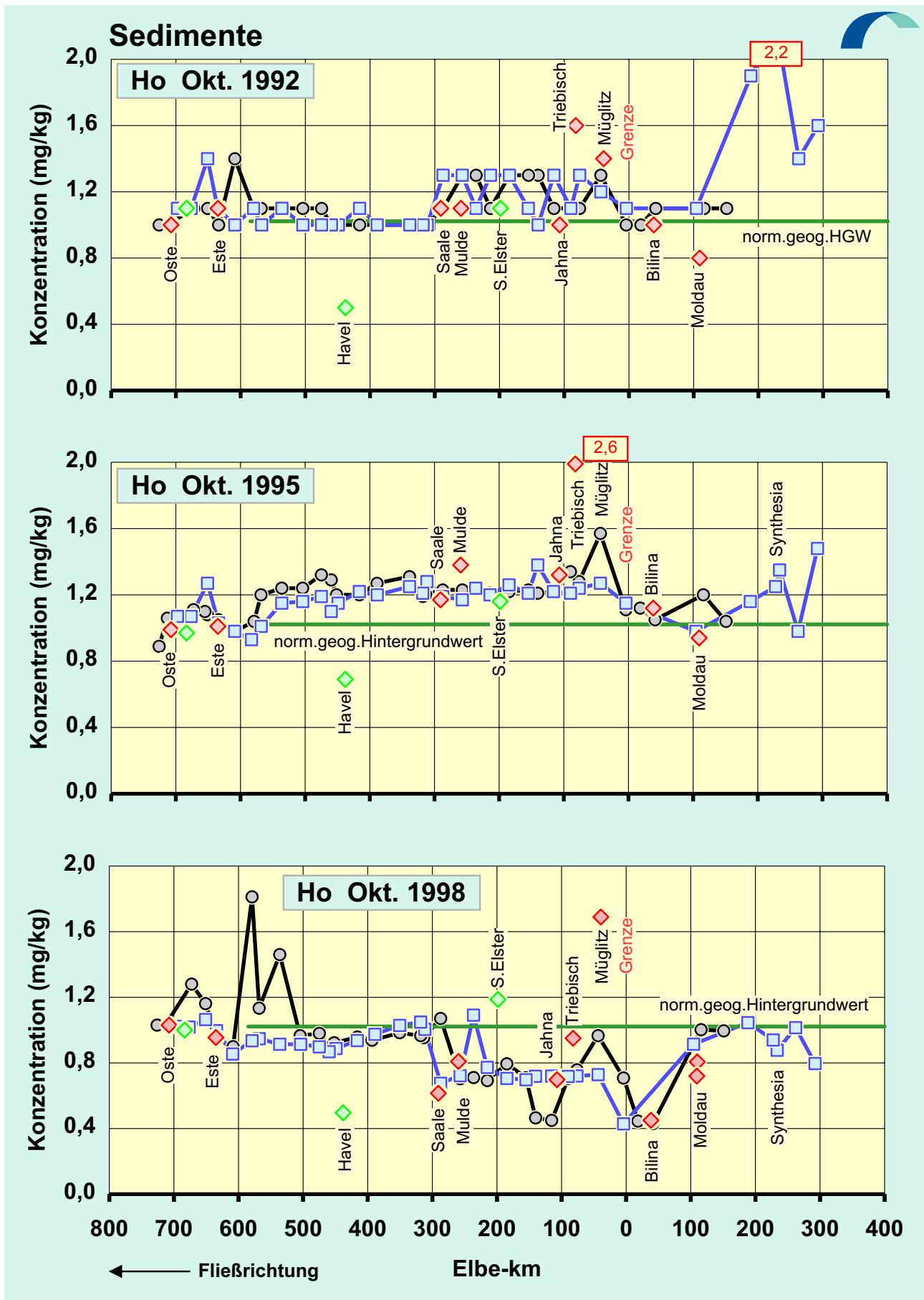


Abb.57e: Vergleich der **Holmium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

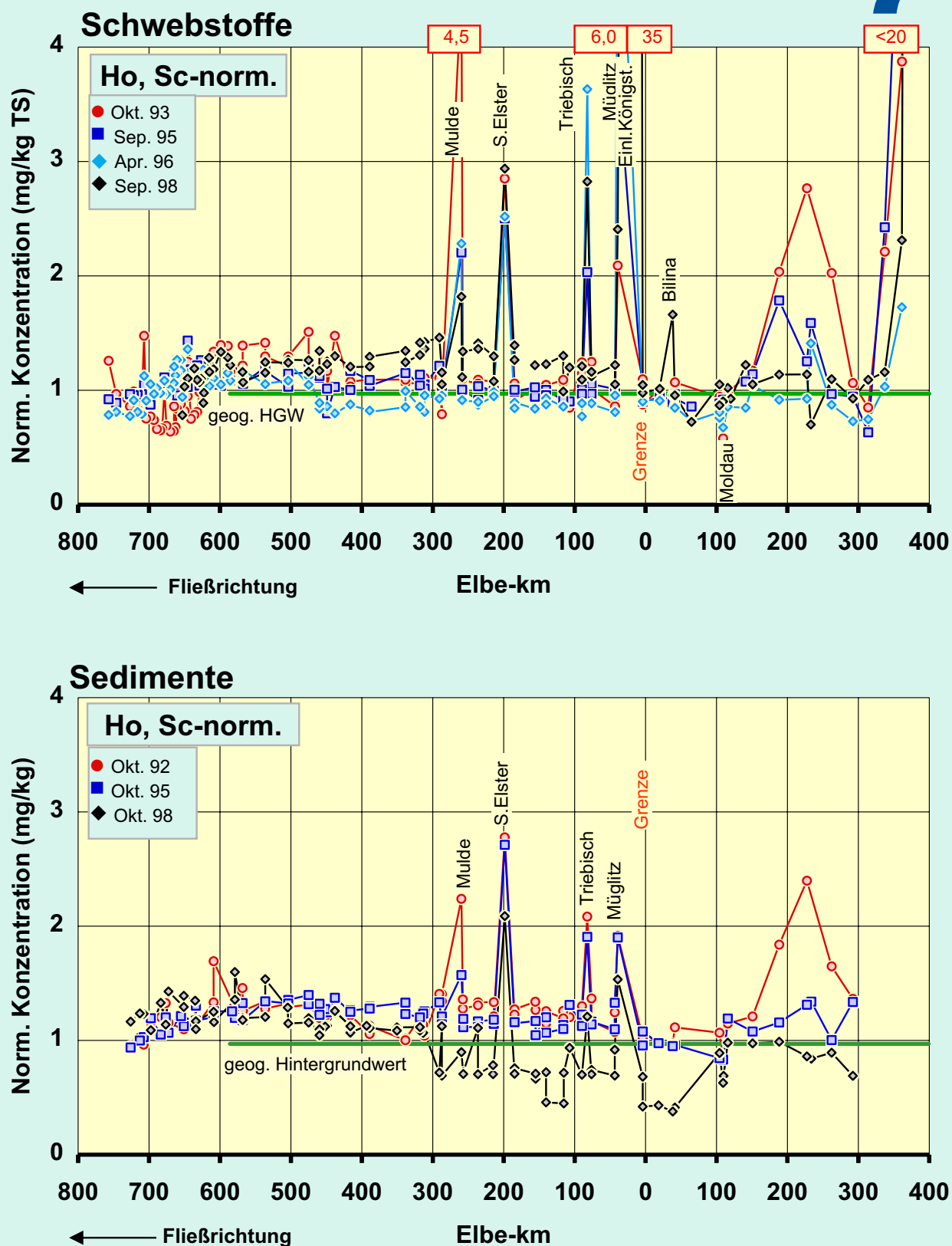


Abb.57f: Vergleich der Sc-normierten **Holmium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ho}^{norm} = C_{Ho} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Erbium



Er

Erbium zählt mit der Gruppe der Lanthanoide zu den geogenen Elementen. Aufgrund der niedrigen Konzentrationen kann keine Aussage über die Transportphase gemacht werden.

Die Erbiumanteile in den **Filtraten** lagen meist unter der Bestimmungsgrenze von 0,03 µg/L. Aber bei den Synthesia-Werken wurden hohe Werte von gelöstem Erbium in der Elbe gefunden: 2,8 µg/L im September 1995, 2,0 µg/L im April 1996 und nur noch 0,14 µg/L im September 1998.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Erbium meist im Bereich von 0,6 bis 3 mg/kg gemessen, nur im tschechischen Oberlauf wurden höhere Werte bestimmt. Die Konzentrationen nahmen von der Quelle im Längsprofil meist schnell ab, sanken dann bis zum Tidebereich nur wenig und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im gesamten Elbeverlauf zeigten sich 1995 in den Proben höhere Erbiumkonzentrationen. Dies lag vermutlich an einem höheren Tonmineralanteil im Schwebstoff. Die höchste Konzentration wurde an dem nur 1998 beprobten Elbestollen unterhalb von Königstein mit 246 mg/kg gefunden. In der Triebisch und Müglitz wurden 1996 und 1998 über 5 mg/kg und in der Müglitz 1996 etwa 13 mg/kg bestimmt. Für Erbium und die anderen schwereren Lanthanoide waren keine partikulären Einleitungen der Synthesia-Werke zu beobachten.

In den fraktionierten **Elbsedimenten** lagen die Konzentrationen von Erbium im Bereich von 2 bis 4 mg/kg, um etwa 30 % über denen der Schwebstoffe. In den Längsprofilen war für die Sedimente eine geringe Abnahme bis zum Tidebereich festzustellen.

Wie auch bei den anderen Lanthanoiden unterscheiden sich die **Sc-normierten** Längsprofile für Erbium nur wenig. Die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde besitzen deutlich höhere Erbium/Scandium-Verhältnisse als die Elbe.

Erbium

Er

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,03
Mai 1994					< 0,03
Sept. 1995					< 0,03
April 1996					< 0,03
Sept. 1998					< 0,03

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	2,0	1,7	1,9	2,2	1,8
Mai 1994	2,3	1,6	1,7	2,8	1,8
Sept. 1995	2,5	2,3	2,7	2,6	2,6
April 1996	2,2	1,8	1,9	2,2	1,9
Sept. 1998	-	1,6	2,4	2,6	2,1

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	3,1	2,9	3,4	3,2	3,1
Okt. 1995	2,9	3,2	3,3	3,1	3,2
Okt. 1998	3,0	2,6	3,0	2,7	2,9

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	2,7 - 6	3,2 - 5,8	3,2 - 6,4	2,7 - 6,4
Auensedimente / Mittelw.	4,7	5,0	4,9	4,9
normiert für Sedimente				3,6
normiert für Schwebstoffe				2,6

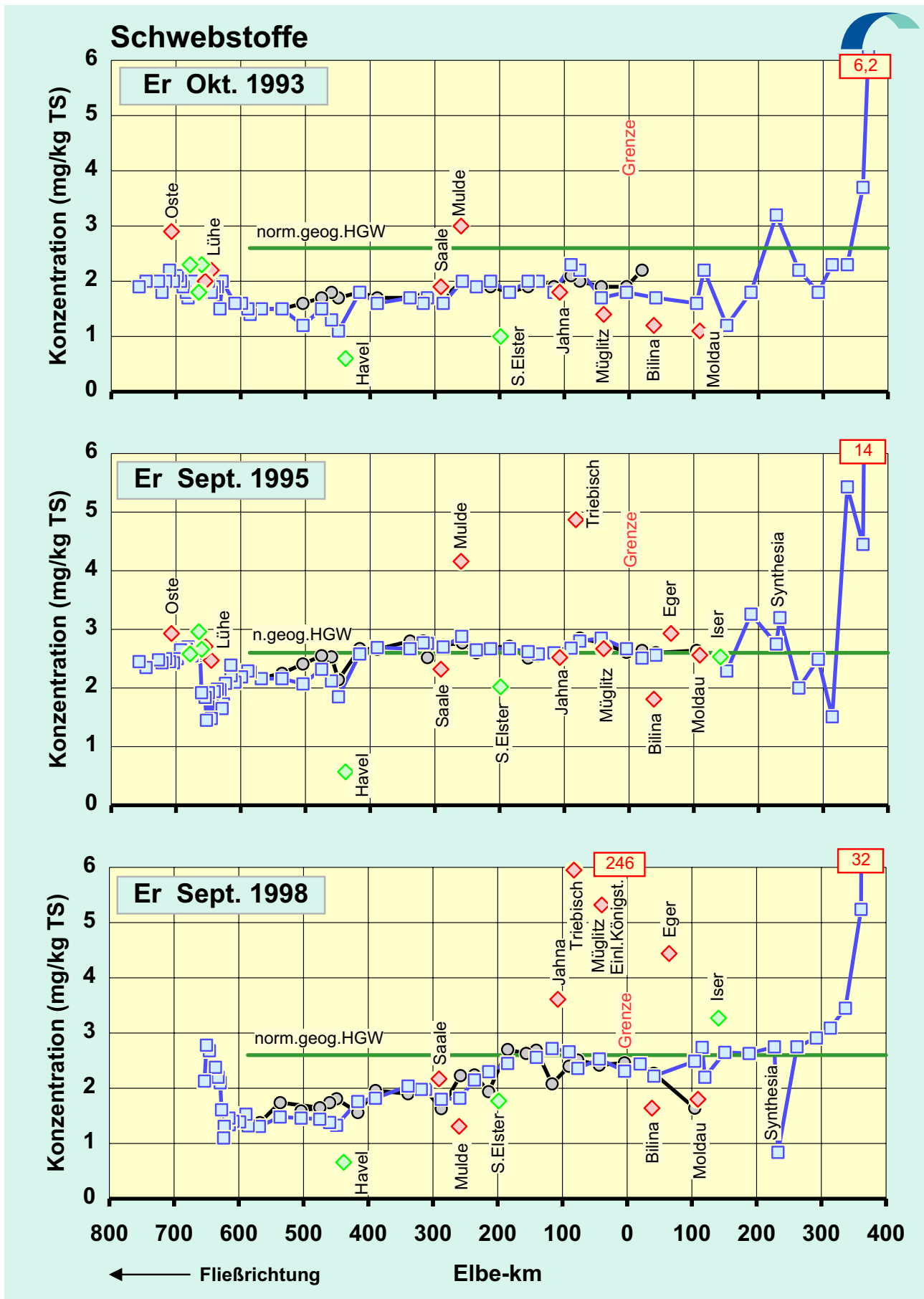


Abb.58c: Vergleich der **Erbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ♦ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

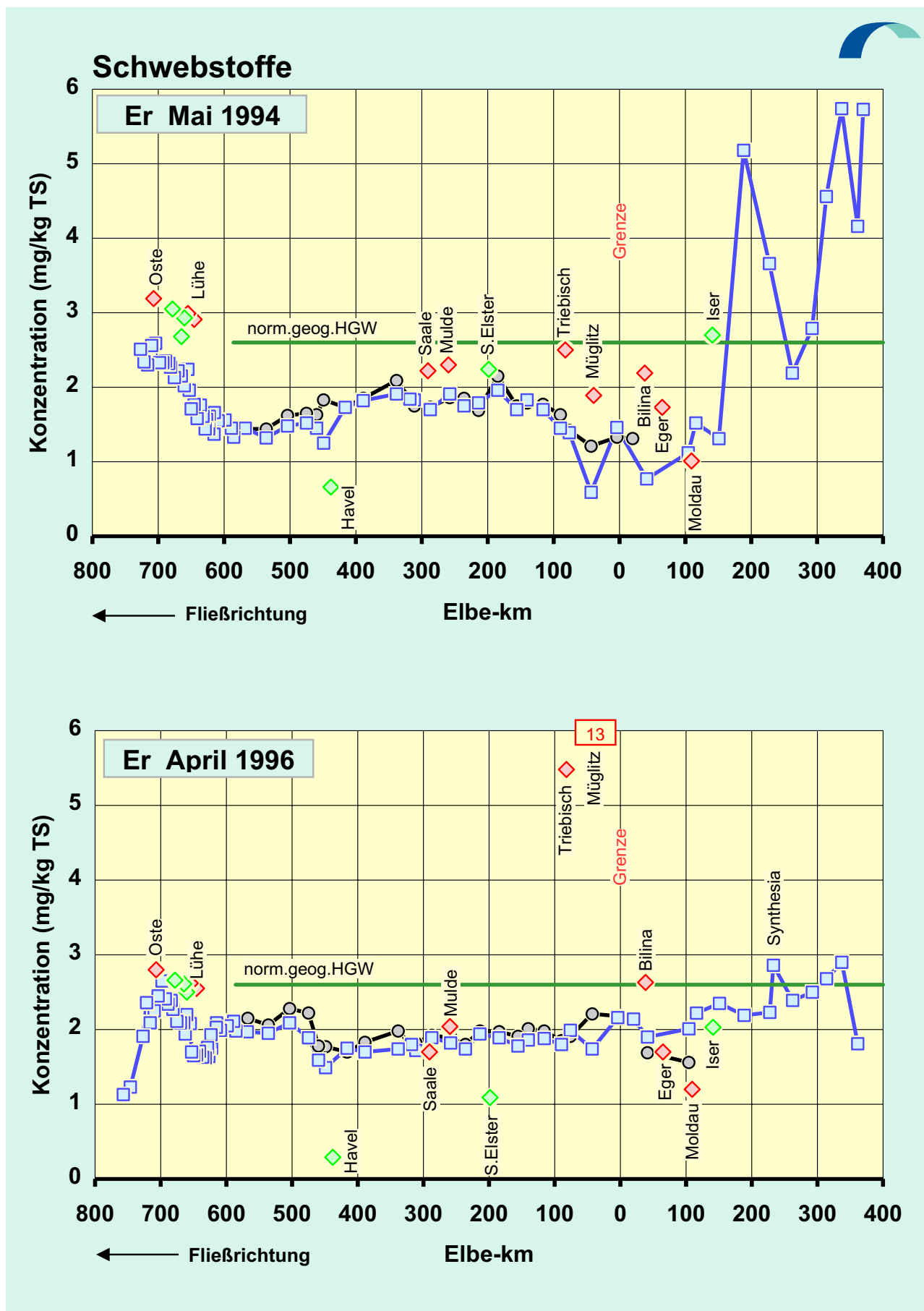


Abb.58d: Vergleich der **Erbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

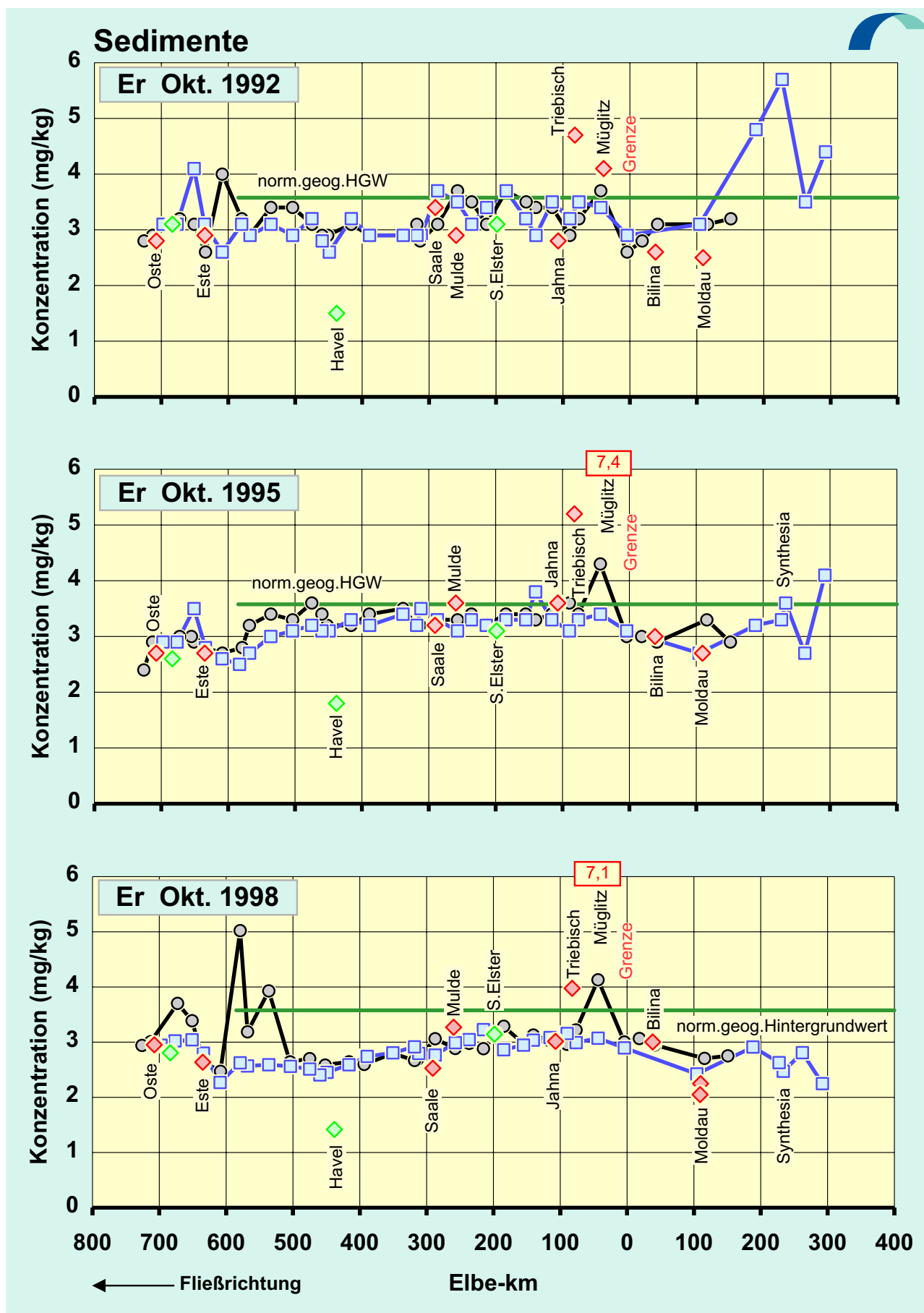


Abb.58e: Vergleich der **Erbium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

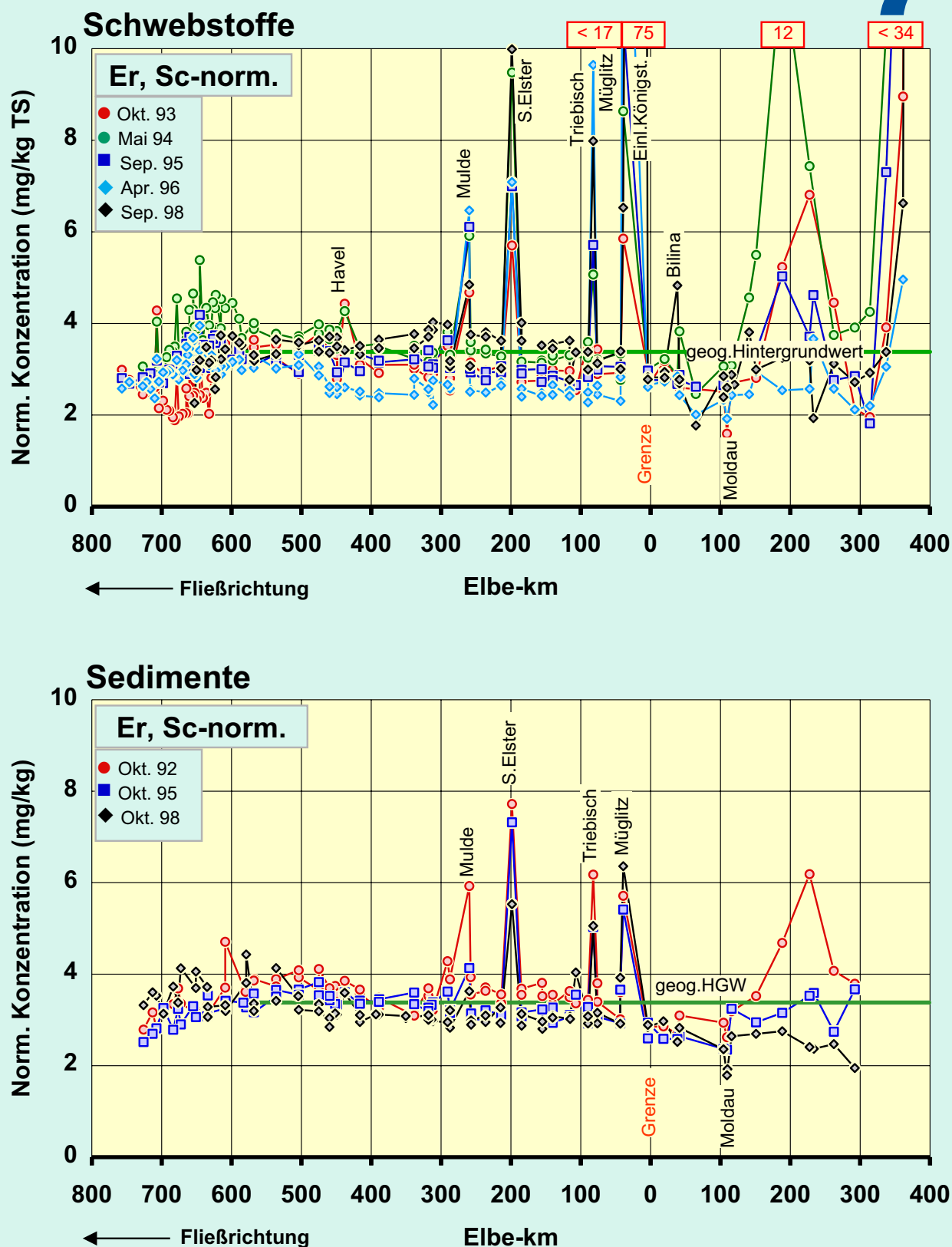


Abb.58f: Vergleich der Sc-normierten **Erbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Er}^{norm} = C_{Er} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Thulium

Tm

Thulium gehört mit der Gruppe der Lanthanoiden zu den geogenen Elementen. Aufgrund der niedrigen Konzentrationen kann keine Aussage über die Transportphase gemacht werden.

Die Thuliumkonzentrationen in den **Elbwasserfiltraten** lagen meist unter der Bestimmungsgrenze von 0,04 µg/L. In der Nähe der Synthesia-Werke wurde aber doch gelöstes Thulium in der Elbe gefunden: 1995: 0,29 µg/L, 1996: 0,24 µg/L und 1998 nur noch 0,008 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Thulium meist im Bereich von 0,2 bis 0,4 mg/kg gemessen, nur im tschechischen Oberlauf wurden höhere Werte bestimmt. Im Längsprofil nahmen die Konzentrationen unterhalb der Quelle stark ab und veränderten sich dann bis zum Tidebereich nur noch wenig. In der Trübungszone wurde ein leichter Anstieg festgestellt. 1995, '96 und '98 wurden in der Triebischmündung und 1994, '96 und '98 auch in der Müglitzmündung Werte über 0,6 mg/kg gemessen. Die höchste Konzentration wurde an dem nur 1998 beprobten Elbestollen unterhalb von Königstein mit 27 mg/kg gefunden. Auch für Thulium gab es keine erhöhten Werte in den Schwebstoffen bei Synthesia.

In den fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Thulium über denen der Schwebstoffe im Bereich zwischen 0,3 und 0,7 mg/kg. Die Längsprofile zeigten einen flachen Verlauf. Für 1992 liegen keine Werte vor.

Die **Sc-normierten** Längsprofile zeigen wie auch bei anderen geogen geprägten Elementen nur kleine Veränderungen. Der Quellbereich, die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster, Mulde und der Elbestollen bei Königstein heben sich durch hohe Thulium/Scandium-Verhältnisse hervor.

Thulium

Tm

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
Mai 1994	0,36	0,29	0,27	0,59	0,29
Sept. 1995	0,35	0,32	0,37	0,35	0,35
April 1996	0,31	0,26	0,26	0,32	0,28
Sept. 1998	-	0,24	0,35	0,36	0,30

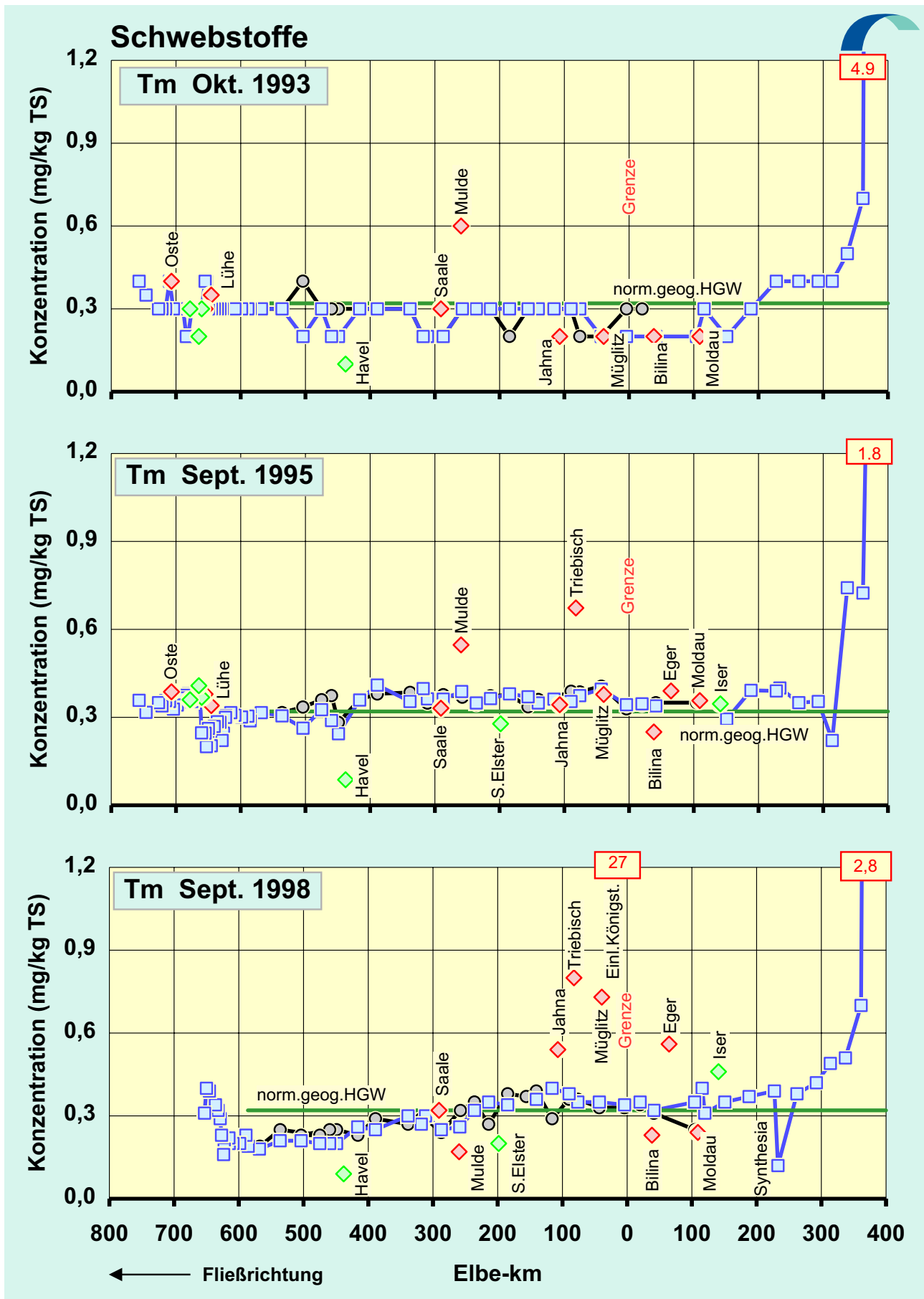
Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992					
Okt. 1995	0,54	0,59	0,60	0,57	0,59
Okt. 1998	0,44	0,39	0,27	0,38	0,37

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,3 - 0,9	0,4 - 0,6	0,4 - 0,7	0,3 - 0,9
Auensedimente / Mittelw.	0,6	0,5	0,6	0,6
normiert für Sedimente				0,44
normiert für Schwebstoffe				0,32



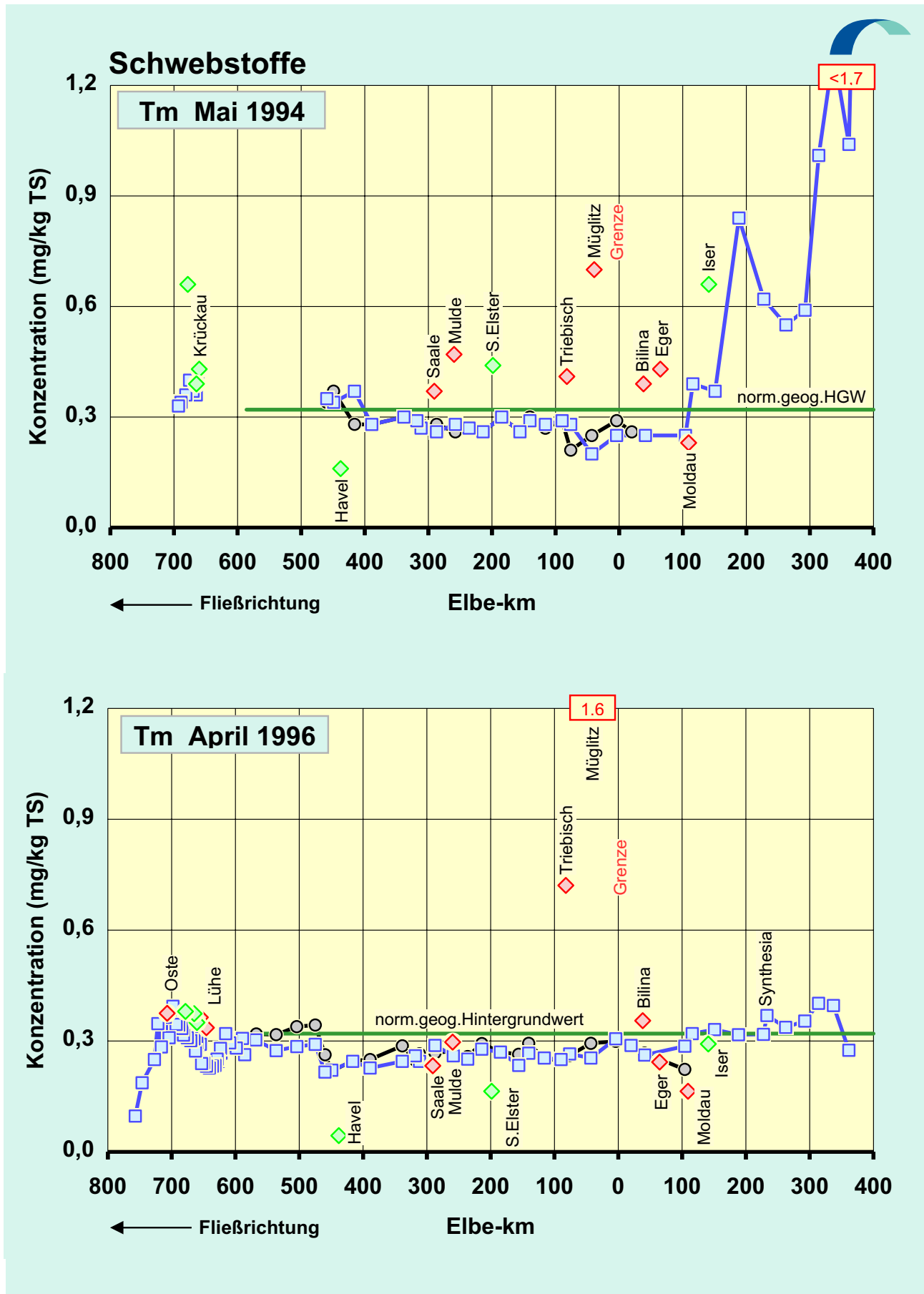


Abb.59d: Vergleich der **Thulium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

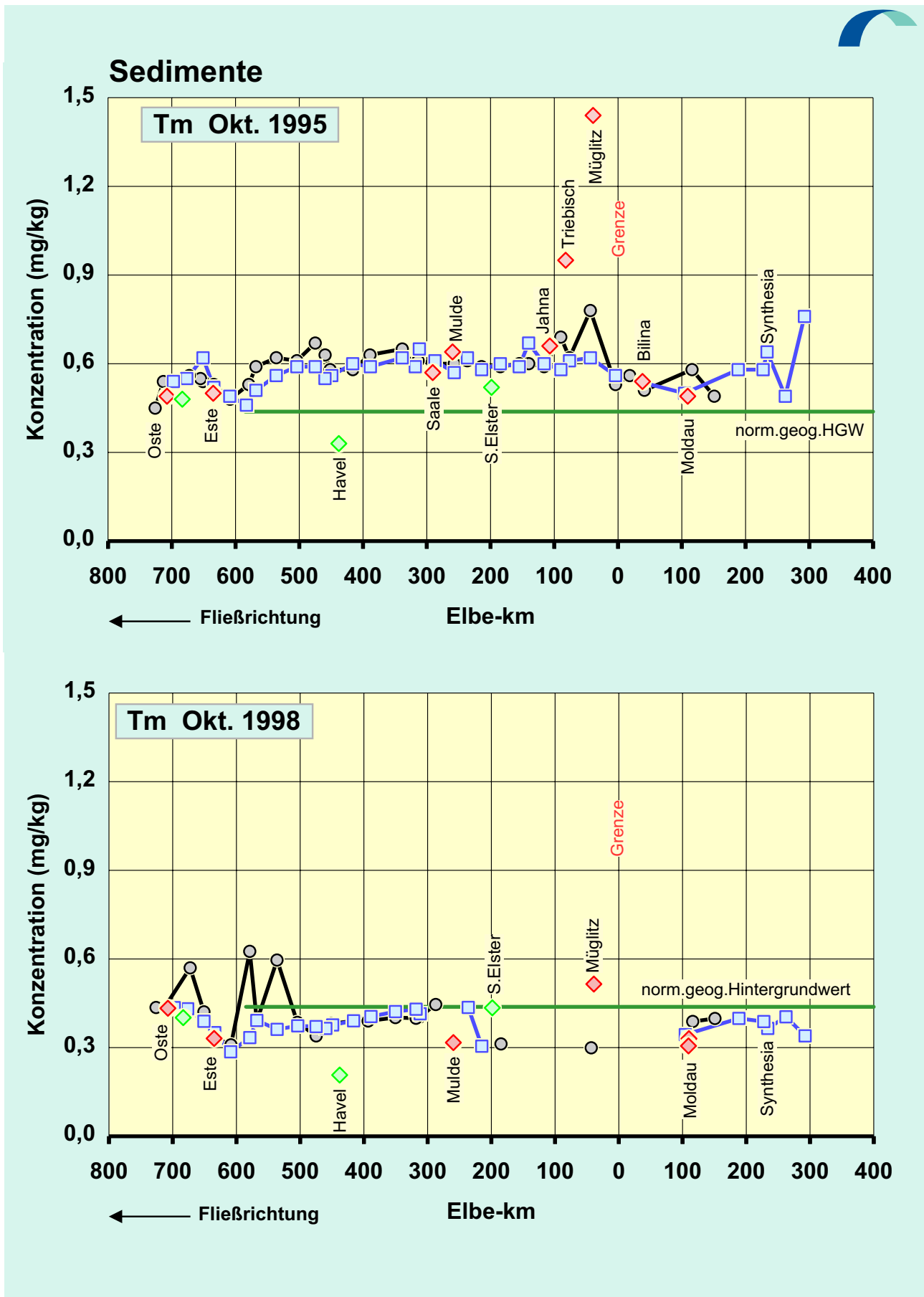


Abb.59e: Vergleich der **Thulium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Okt. 1995 / Oktober 1998 / (Okt.1992 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

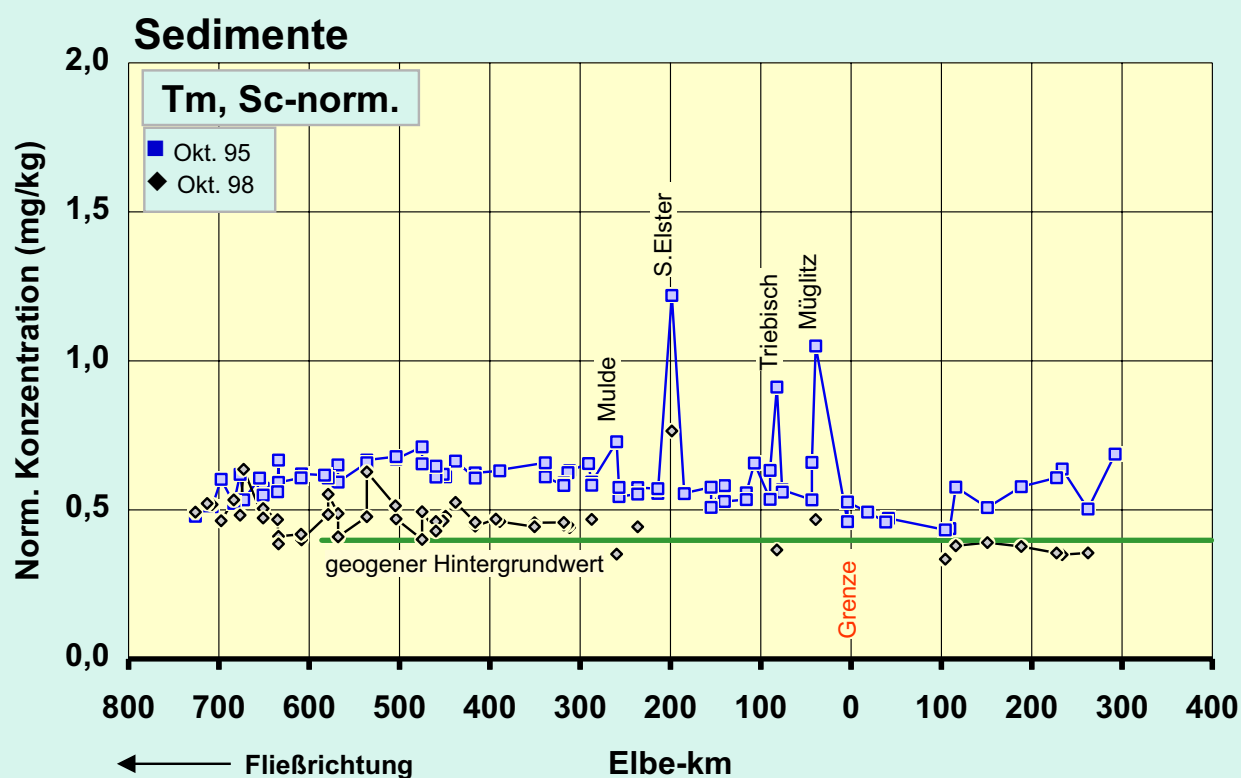
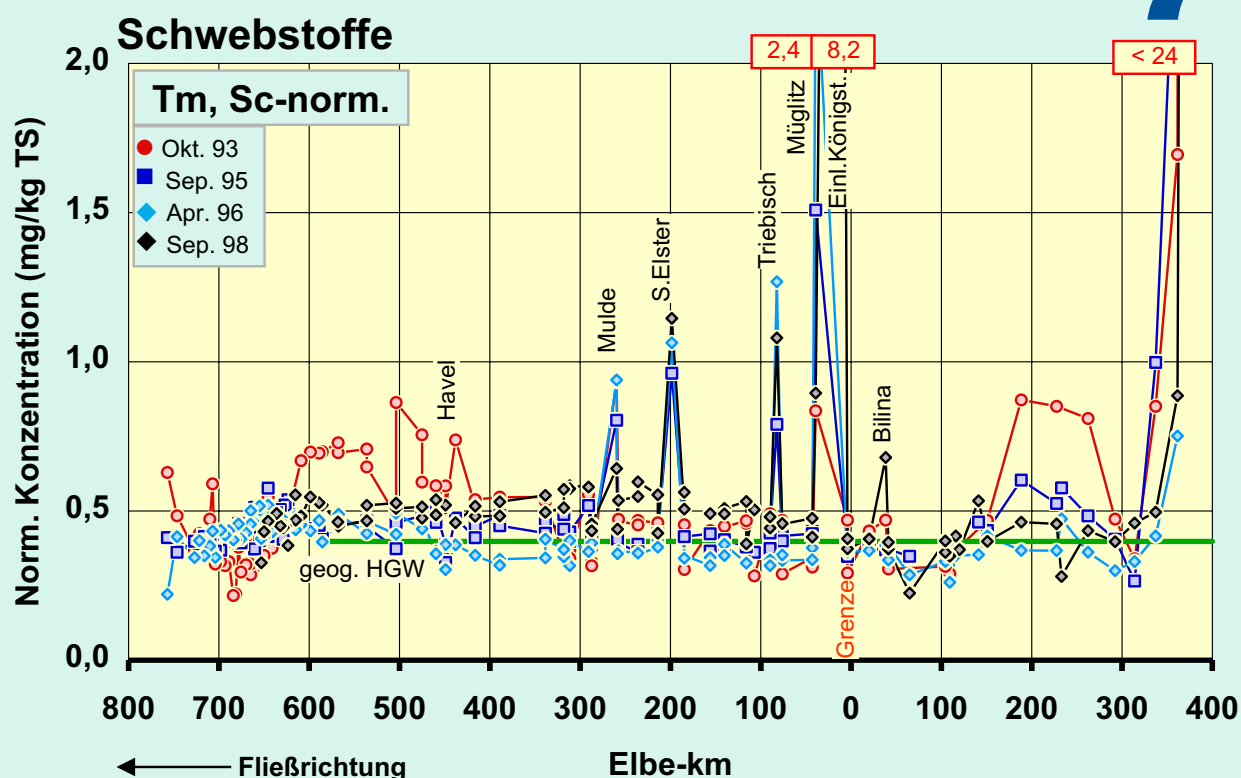


Abb.59f: Vergleich der Sc-normierten **Thulium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Tm}^{norm} = C_{Tm} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Ytterbium

Yb

Ytterbium gehört zusammen mit den anderen Lanthanoiden zu den geogenen Elementen. In einigen Elbregionen werden aber auch die Lanthanoiden anthropogen beeinflusst. Aufgrund niedriger spezifischer Konzentrationen der Schwebstoffe und zu hoher Nachweisgrenzen für die gelösten Anteile, kann für Ytterbium keine Aussage über die Transportphase gemacht werden.

In den **Elbfiltraten** lagen die Konzentrationen meist unter der Bestimmungsgrenze von ca. 0,06 µg/L. In Nähe der Einleitung der Synthesia-Werke wurden jedoch wesentlich höhere Gehalte in der Elbe ermittelt, wie 1995: 2,1 µg/L und 1996: 1,4 µg/L, 1998 aber nur noch 0,09 µg/L.

Die gemessenen spezifischen Ytterbiumkonzentrationen der **Schwebstoffe** aus der Elbe bewegten sich meist zwischen etwa 1,0 und 3,0 mg/kg. Höhere Gehalte wurden häufig in Nähe der Elbequelle (1998: 27 mg/kg) und in den Nebenflüssen Müglitz (1996: 14 mg/kg) und Triebisch gefunden. Ein ganz besonders hoher Ytterbiumwert (144 mg/kg) wurde in dem Schwebstoff aus dem nur 1998 beprobten Elbestollen unterhalb von Königstein entdeckt. In den Längsprofilverläufen fielen die Konzentrationen meist langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Im Mittel wurden für die Kampagnen von 1995 und '96 die höchsten Medianwerte bestimmt.

Für die fraktionierten **Elbsedimente** lagen die Konzentrationen von Ytterbium um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Die gemessenen Werte fielen meist in den Bereich von 2,5 bis 4,5 mg/kg. Bei allen drei Kampagnen war ein gewisser Einfluss der Müglitz auf die Elbsedimente zu beobachten. Für die Sedimente vom Herbst 1998 wurden unterhalb des Elbe-km 500 auch für Ytterbium mehrere Ausreißerwerte gefunden. Im untersuchten Zeitraum waren keine signifikanten Änderungen der mittleren Ytterbiumgehalte zu erkennen.

Das **Yb/Sc-Verhältnis** ist für die meisten Proben gleich. Nur die Schwebstoffe und Sedimente im Quellbereich, im Einflussbereich der Synthesia-Werke und in den Nebenflüssen Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde sind deutlich stärker mit Ytterbium beladen.

Ytterbium

Yb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,06
Mai 1994					< 0,06
Sept. 1995					< 0,06
April 1996					< 0,06
Sept. 1998					< 0,06

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	2,5	1,8	2,1	2,5	2,1
Mai 1994	2,4	1,5	1,9	2,8	1,9
Sept. 1995	2,4	2,5	2,8	2,7	2,6
April 1996	2,5	2,4	2,5	3,1	2,5
Sept. 1998	-	1,7	2,3	2,5	2,0

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	3,3	3,0	3,1	3,2	3,1
Okt. 1995	3,4	3,3	3,6	3,5	3,4
Okt. 1998	3,7	3,0	3,4	3,3	3,2

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	3,4 - 6,2	3,7 - 5,5	2,9 - 5,8	2,9 - 6,2
Auensedimente / Mittelw.	4,7	4,8	4,4	4,6
normiert für Sedimente				3,4
normiert für Schwebstoffe				2,4

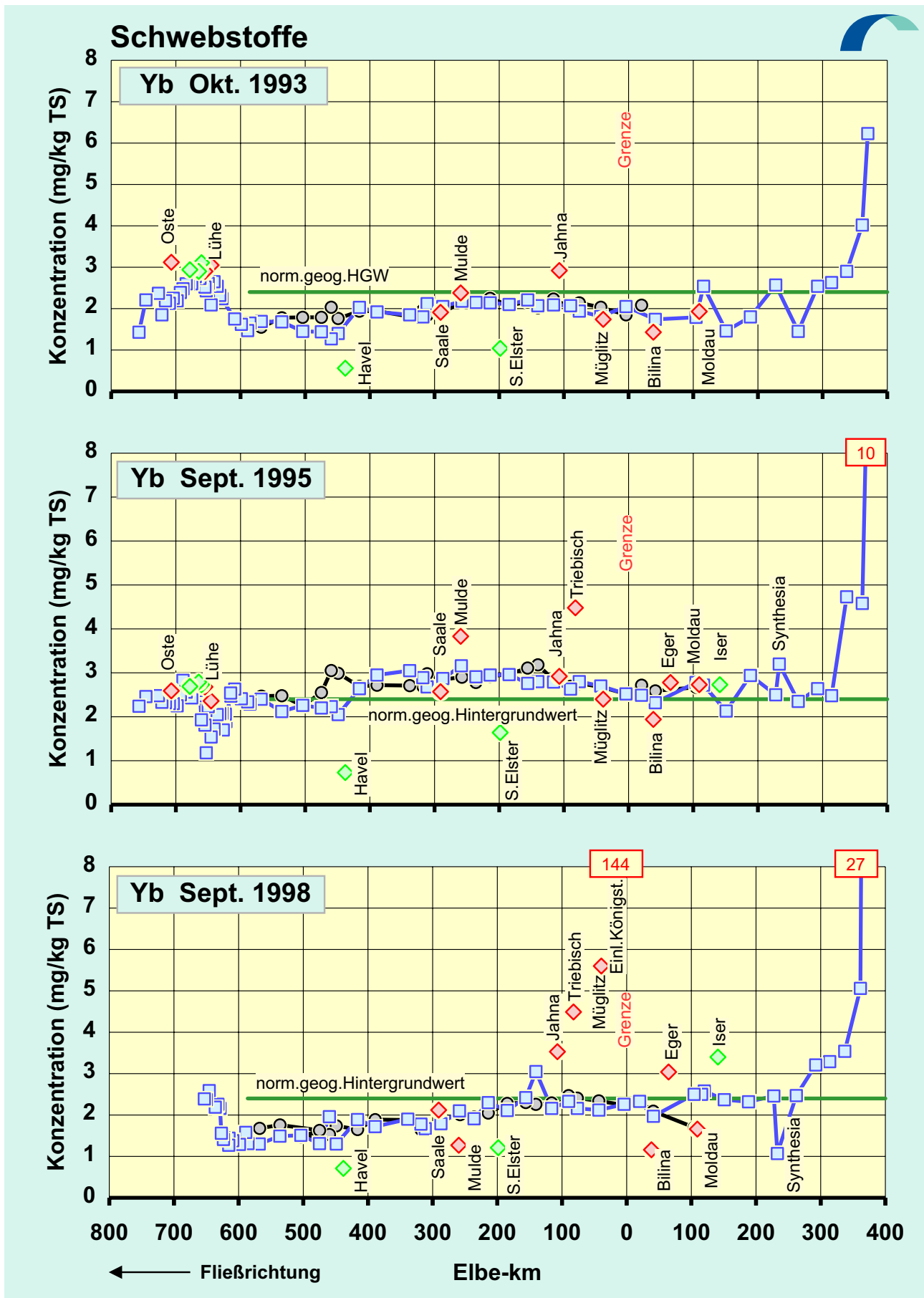


Abb.60c: Vergleich der **Ytterbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

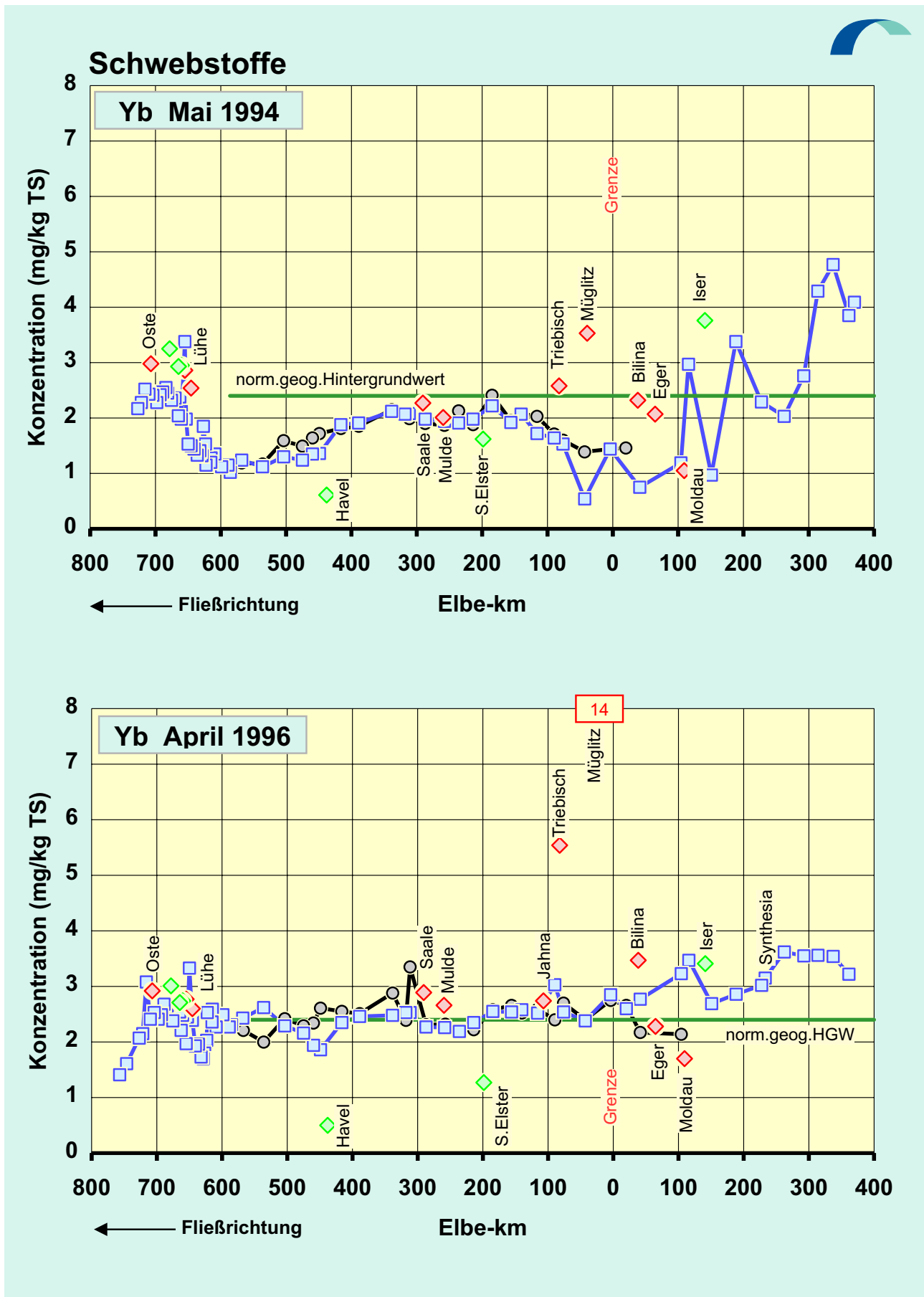


Abb.60d: Vergleich der **Ytterbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

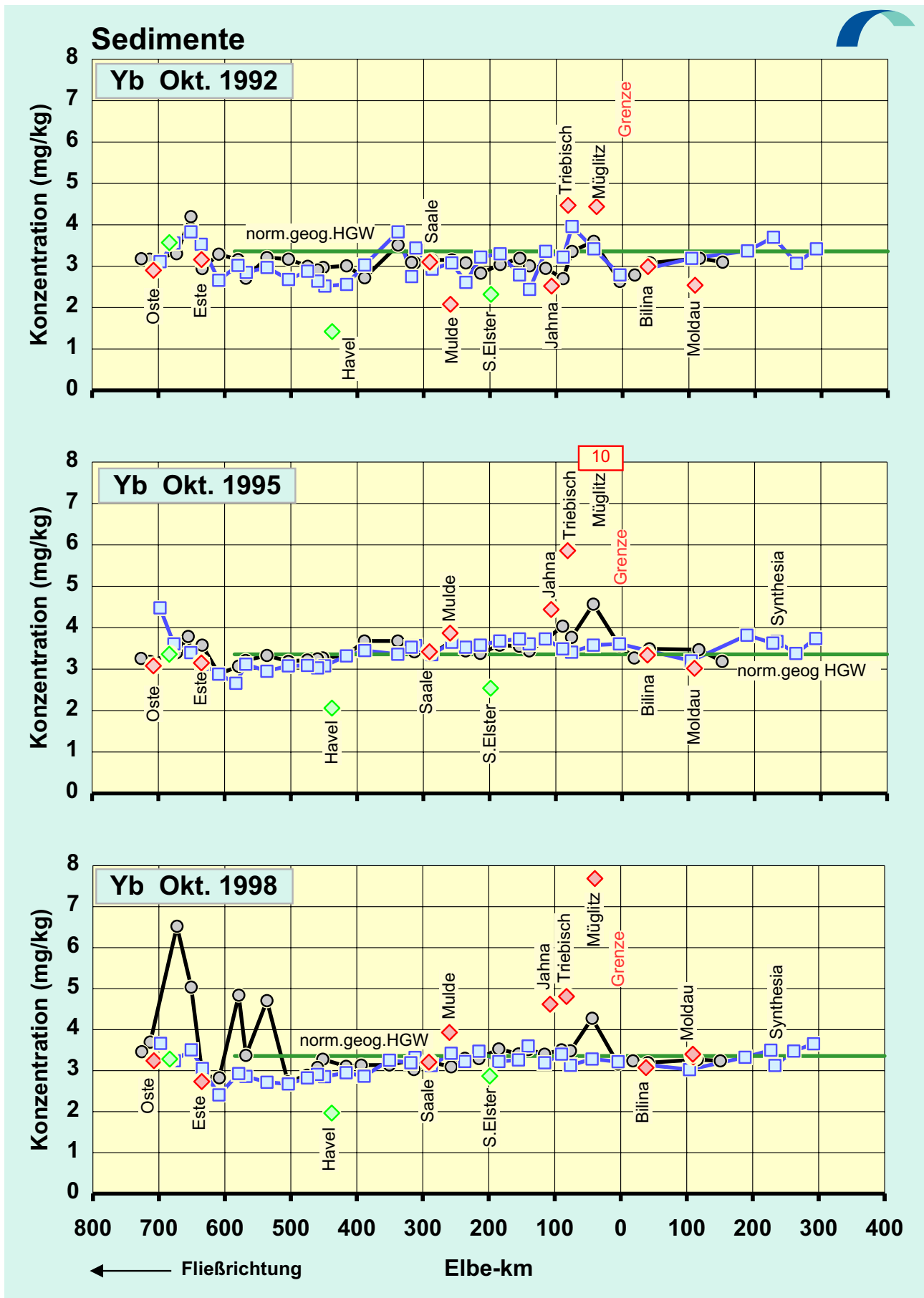


Abb.60e: Vergleich der **Ytterbium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

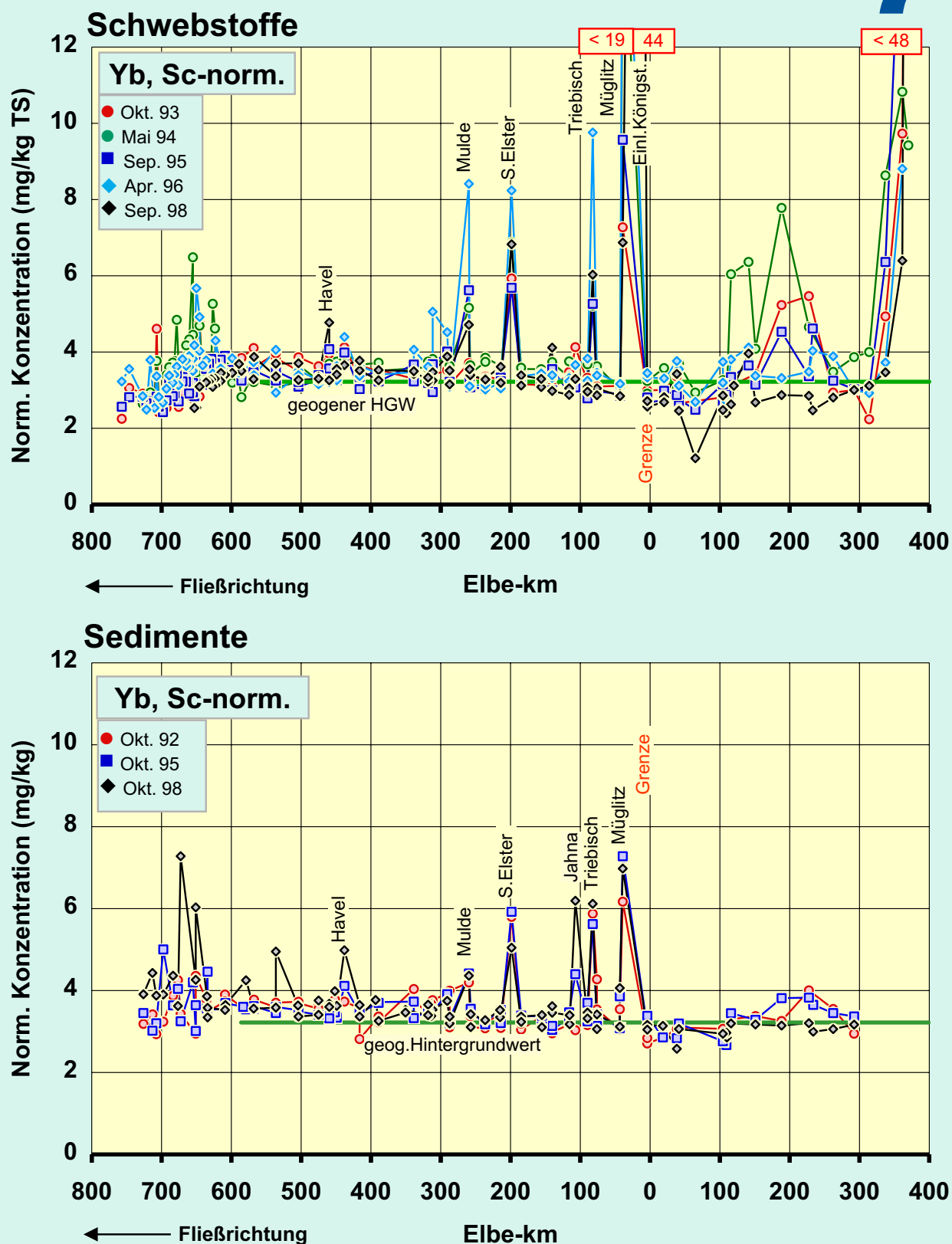


Abb.60f: Vergleich der Sc-normierten **Ytterbium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Yb}^{norm} = C_{Yb} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Lutetium



Lu

Lutetium wird als Lanthanoid den geogenen Elementen zugeordnet. In einigen Elbregionen werden die Lanthanoide aber auch anthropogen beeinflusst. Aufgrund zu hoher Nachweisgrenzen für die gelösten Anteile kann keine Aussage über die Transportphase gemacht werden.

Die Lutetiumkonzentrationen in den **Elbfiltraten** lagen fast immer unter der Bestimmungsgrenze von etwa 0,05 µg/L.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurde Lutetium meist im Konzentrationsbereich von etwa 0,15 bis 0,45 mg/kg gemessen. Höhere spezifische Gehalte wurden zeitweise in Nähe der Quelle (1998: 3,4 mg/kg) und in den Nebenflüssen Müglitz (1996: 1,7 mg/kg) und Triebisch festgestellt. Der höchste Lutetiumwert (17 mg/kg) wurde, wie auch für viele andere Elemente, in dem Schwebstoff aus dem nur im Herbst 1998 beprobten Elbestollen unterhalb von Königstein entdeckt. In den verschiedenen Längsprofilverläufen fielen die Konzentrationen meist langsam von der Quelle in Richtung Mündung ab und stiegen in der Trübungszone wieder an. Die Mediane der einzelnen Kampagnen schwankten im untersuchten Zeitraum etwas auf und ab, was wahrscheinlich durch unterschiedliche Tonmineralanteile der Schwebstoffe zu erklären war.

Bei den fraktionierten **Elbsedimenten** lagen die Lutetiumgehalte um etwa ein Drittel über denen der Schwebstoffe. Es wurden meist Werte zwischen 0,3 und 0,6 mg/kg gefunden. Wie bei vielen anderen Lanthanoiden, konnte auch für Lutetium bei allen Probennahmekampagnen ein kleiner Konzentrationsanstieg in den Elbsedimenten kurz unterhalb der Müglitzeinmündung festgestellt werden. Einige höhere, ausreißerverdächtige Gehalte wurden im Herbst 1998 in den Sedimentproben unterhalb von Elbe-km 500 gemessen. Im beprobten Zeitraum waren keine signifikanten Änderungen der mittleren Lutetiumkonzentrationen zu erkennen.

Wie auch bei den anderen Lanthanoiden fallen die **Sc-normierten** Längsprofile für die Schwebstoffe und Sedimente fast aufeinander. Sie steigen in Fließrichtung leicht an. Der Quellbereich, die Umgebung der Synthesia-Werke und die Nebenflüsse Müglitz, Triebisch, Schwarze Elster und Mulde heben sich durch höhere Lu/Sc-Verhältnisse hervor.

Lutetium

Lu

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,32	0,25	0,27	0,32	0,27
Mai 1994	0,32	0,21	0,26	0,38	0,26
Sept. 1995	0,34	0,33	0,38	0,36	0,36
April 1996	0,33	0,31	0,34	0,42	0,33
Sept. 1998	-	0,24	0,34	0,35	0,30

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,43	0,38	0,41	0,42	0,41
Okt. 1995	0,46	0,44	0,48	0,46	0,46
Okt. 1998	0,51	0,41	0,46	0,45	0,44

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,37 - 0,87	0,46 - 0,65	0,41 - 0,74	0,37 - 0,87
Auensedimente / Mittelw.	0,63	0,58	0,59	0,60
normiert für Sedimente				0,44
normiert für Schwebstoffe				0,32

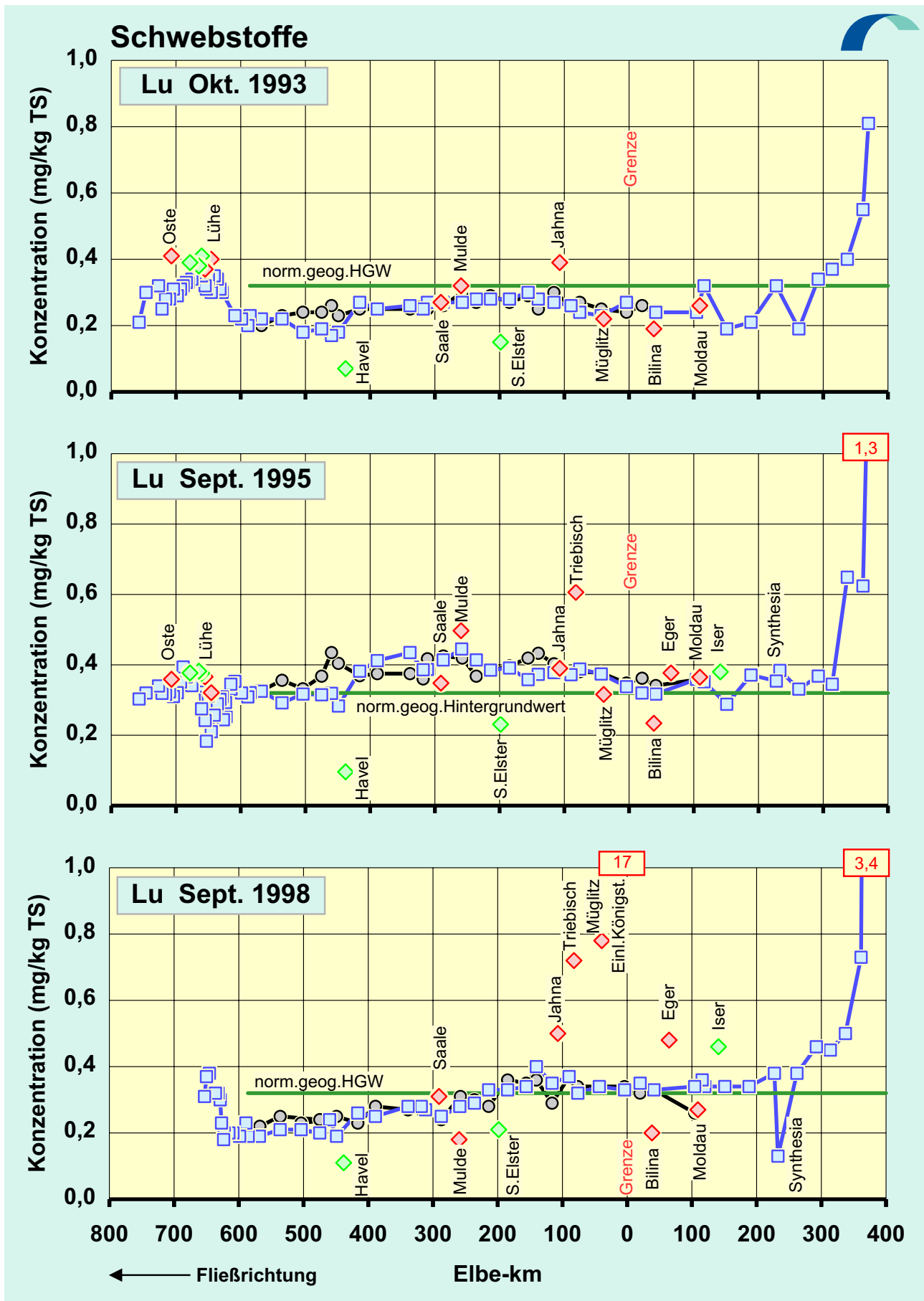


Abb.61c: Vergleich der **Lutetium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

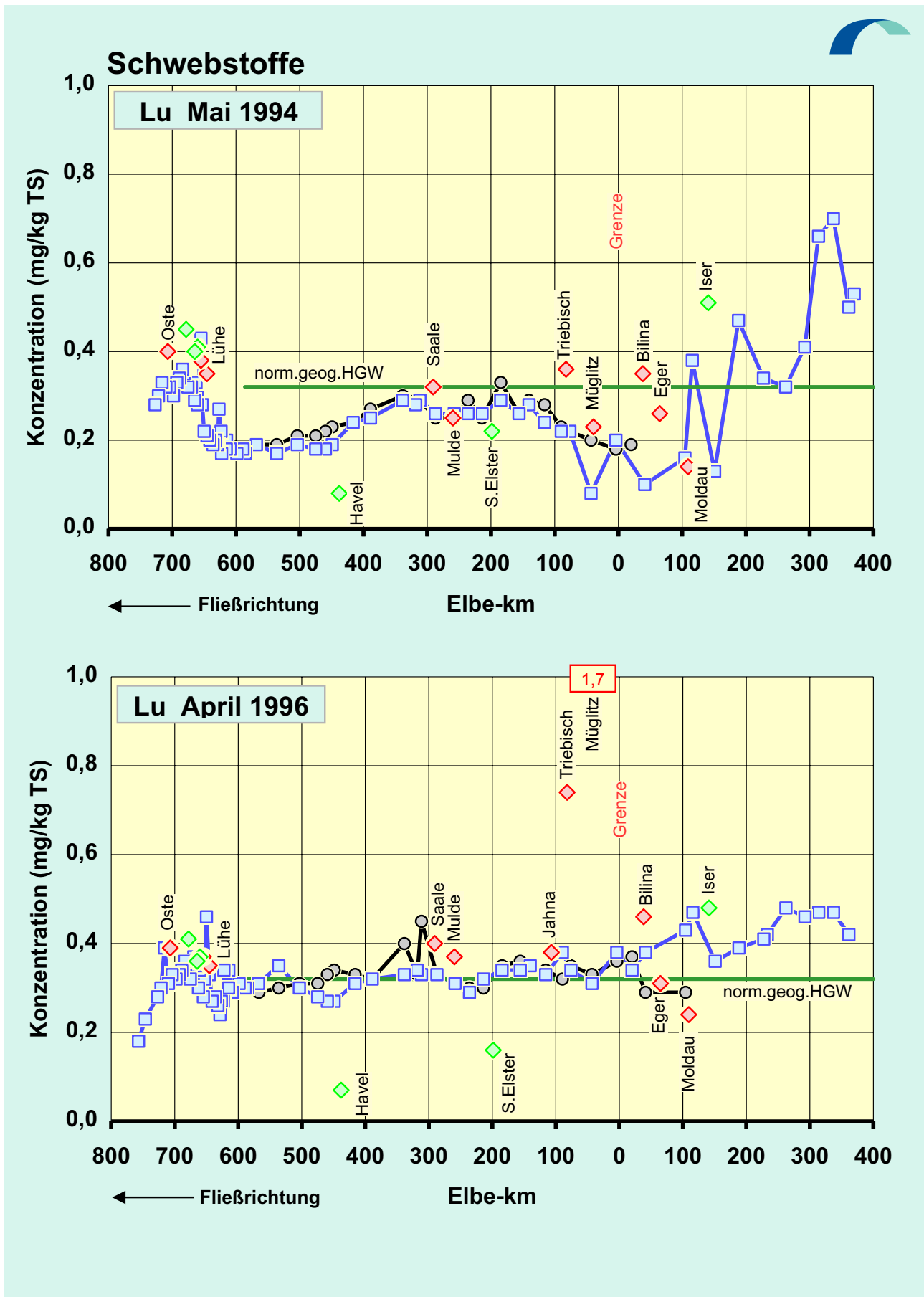


Abb.61d: Vergleich der **Lutetium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

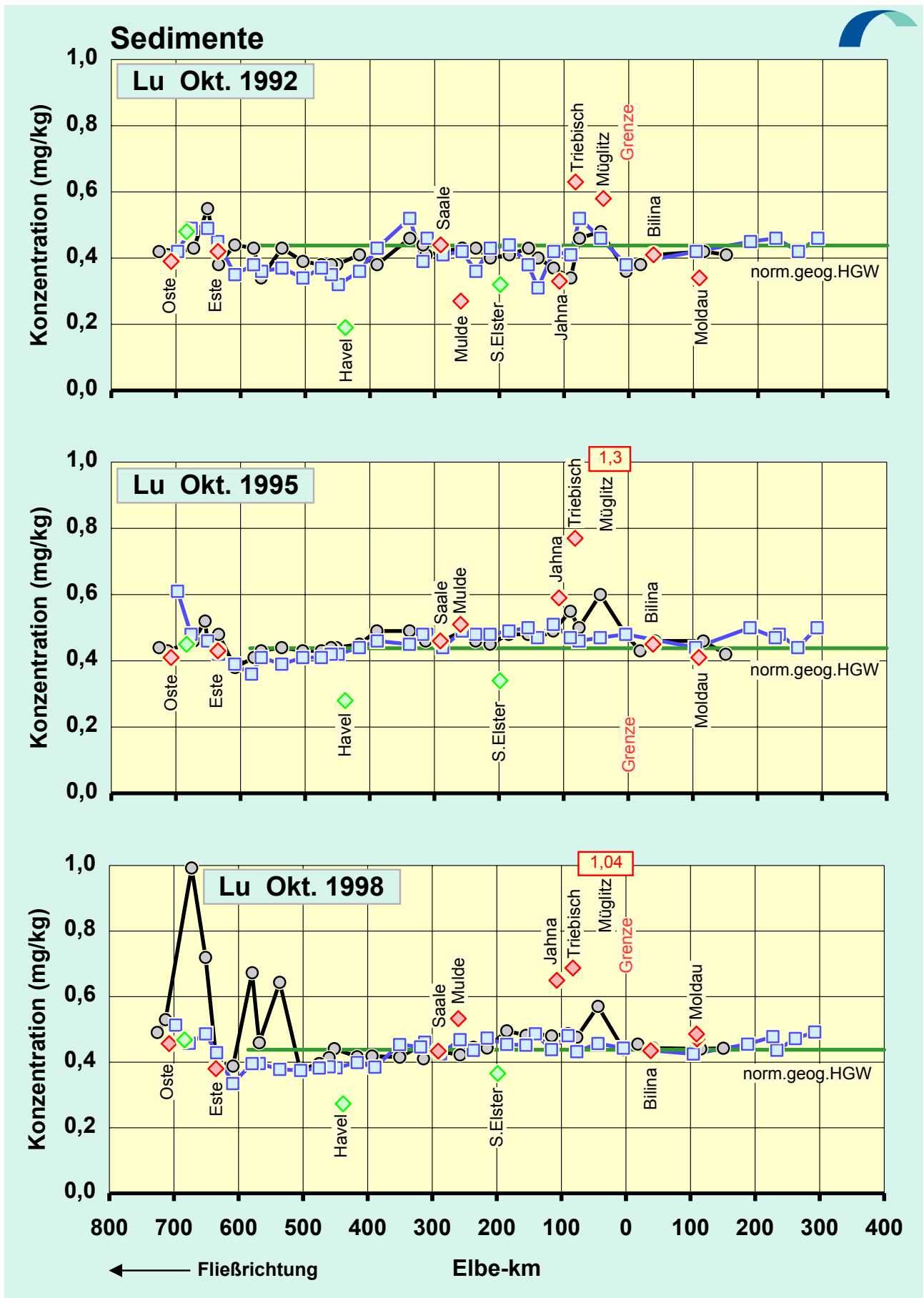


Abb.61e: Vergleich der **Lutetium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

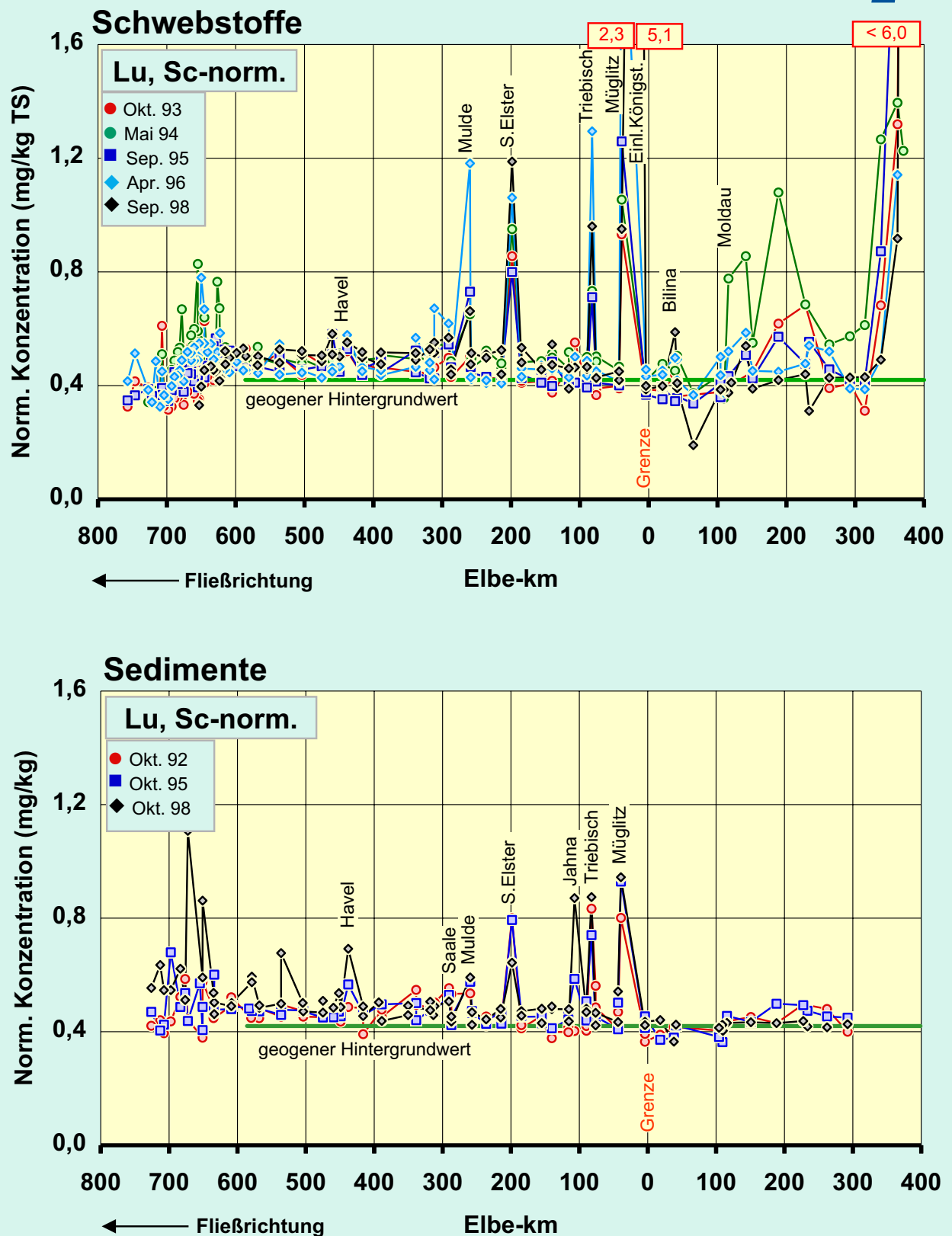


Abb.61f: Vergleich der Sc-normierten **Lutetium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-μm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Lu}^{norm} = C_{Lu} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Hafnium



Hf

Hafnium zählt zu den geogenen Elementen. Es ist in natürlichen Erzen mit Zirkonium vergesellschaftet, kommt aber in der Elbe in wesentlich geringeren Konzentrationen vor.

In den **Filtraten** lagen die Hafniumgehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze der ICP-MS von etwa 0,04 µg/L.

Für die **Schwebstoffe** wurden spezifische Gehalte von 1,1 bis 9,6 mg/kg ermittelt. Meist wurden längs der Elbe relativ große Konzentrationsunterschiede beobachtet. Diese waren im Mai 1994 am stärksten und im September 1998 am geringsten ausgeprägt. Wie auch bei anderen geogenen Elementen wurden höhere Gehalte in Tschechien um Verdek, in der mittleren Elbe um Pretzsch und in der Trübungszone (besonders im Frühjahr) gefunden. Im Mittel wurden in den Schwebstoffen von 1995 und '96 die höchsten Hafniumgehalte bestimmt.

In den untersuchten **Oberflächensedimenten** lagen die Gehalte meist zwischen 4 bis 10 mg/kg. Etwas höhere Werte wurden in der Tideelbe gefunden. Die zeitlichen Veränderungen waren relativ gering.

Die **Scandium-Normierung** der Hafniumkonzentrationen bringt die Längsprofile der verschiedenen Kampagnen relativ eng zusammen. Es ist ein langsamer Anstieg von der Quelle bis zur Tideelbe zu beobachten. In der Tideelbe sind, ähnlich wie beim Zirkonium, die Frühjahrs- und Herbstkampagnen deutlich voneinander zu unterscheiden. Während für die Schwebstoffe vom Mai '94 bzw. April '96 aus der Trübungszone besonders hohe Hf/Sc-Verhältnisse gefunden werden, fallen die entsprechenden Werte für Oktober '93, September '95 bzw. '98 kaum aus dem Rahmen der übrigen. Bei den Schwebstoffen erhebt sich nur die Bilina markant aus dem Band der normierten Werte, bei den Sedimenten sind es zusätzlich die Triebisch und die Jahna.

Hafnium

Hf

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,04
Mai 1994					< 0,04
Sept. 1995					< 0,04
April 1996					< 0,04
Sept. 1998					< 0,04

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,6	3,6	4,5	2,7	3,7
Mai 1994	5,4	3,0	4,2	2,1	3,5
Sept. 1995	4,3	4,5	5,7	3,9	4,6
April 1996	5,3	4,7	5,1	4,9	4,9
Sept. 1998	-	3,2	4,1	3,3	3,4

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	6,7	6,1	6,4	6,0	6,3
Okt. 1995	8,3	6,6	7,6	6,2	7,1
Okt. 1998	11,3	6,2	6,7	6,0	6,3

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	4,3 - 10,8	7,2 - 10,4	4,0 - 12,0	4,0 - 12,0
Auensedimente / Mittelw.	7,3	8,8	7,9	8,0
normiert für Sedimente				5,8
normiert für Schwebstoffe				4,2

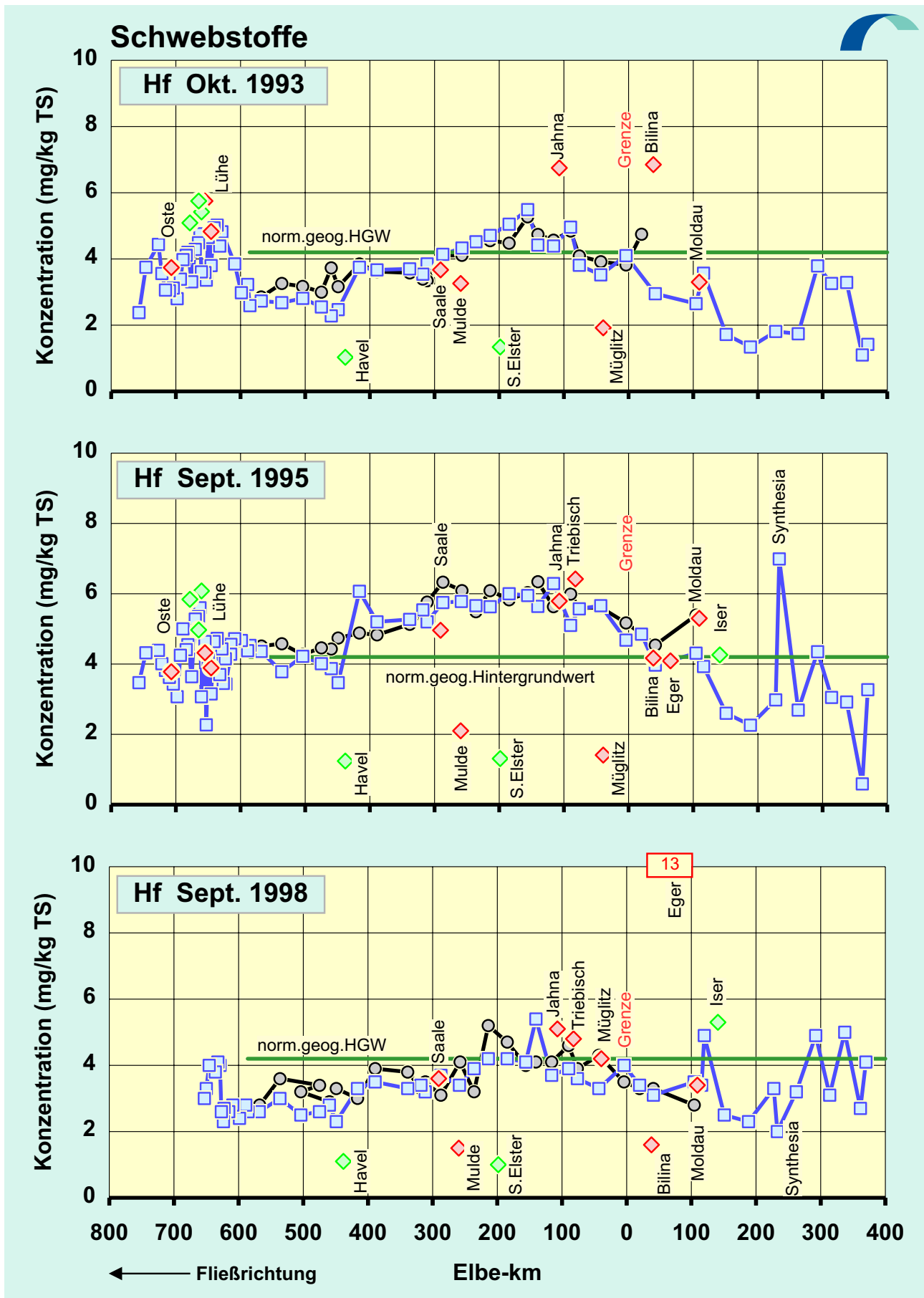


Abb.62c: Vergleich der **Hafnium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

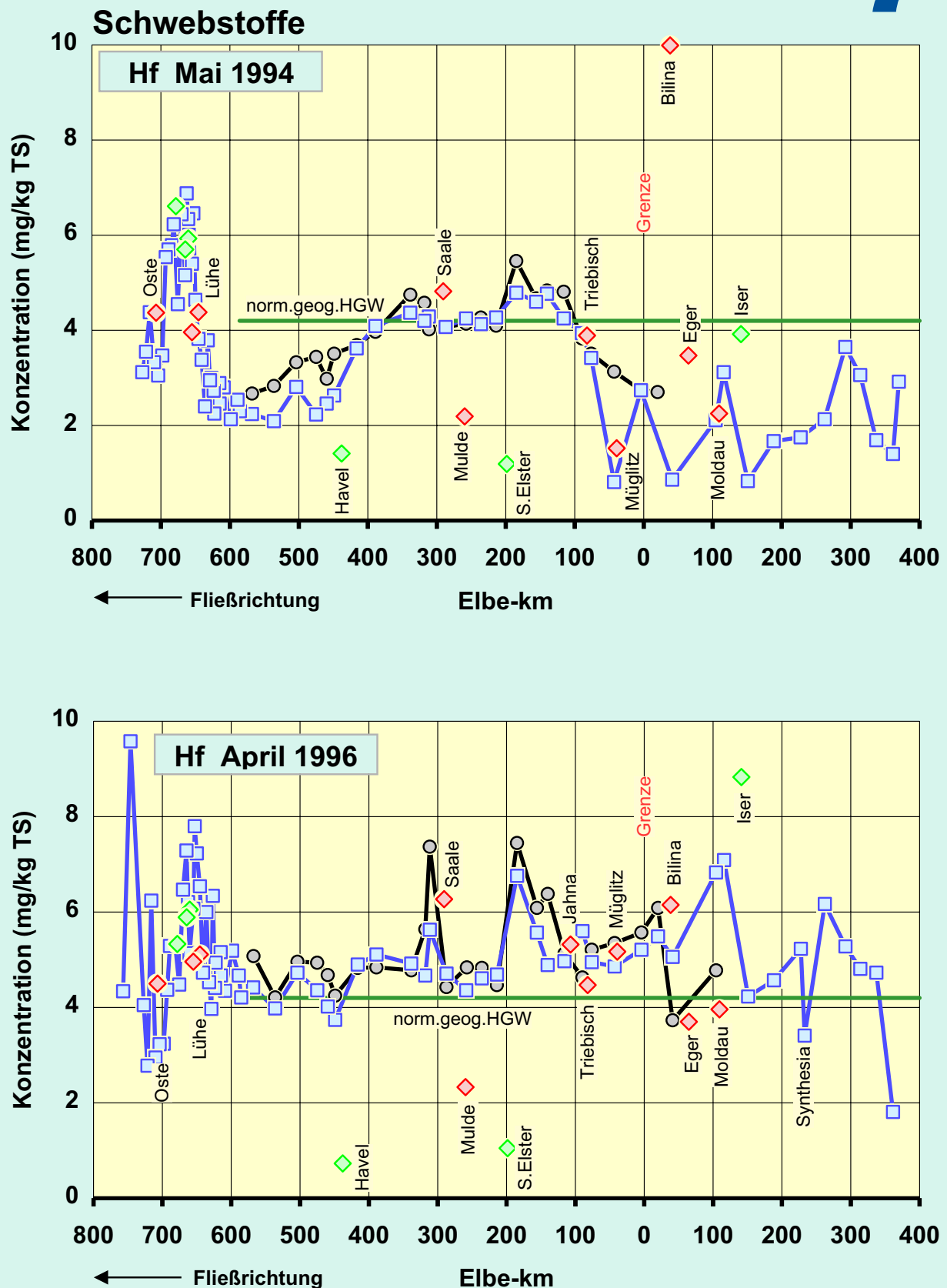


Abb.62d: Vergleich der **Hafnium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

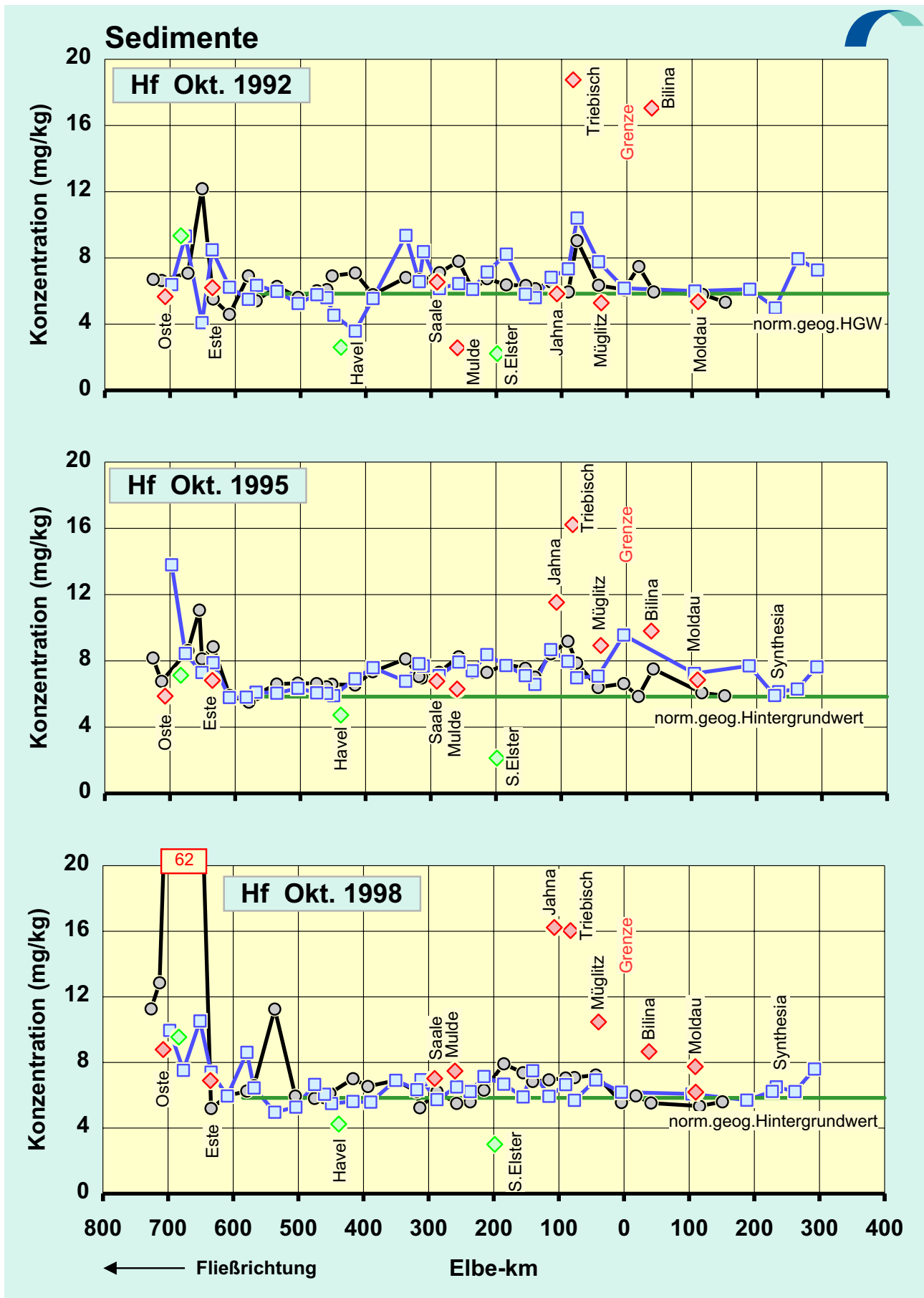


Abb.62e: Vergleich der **Hafnium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

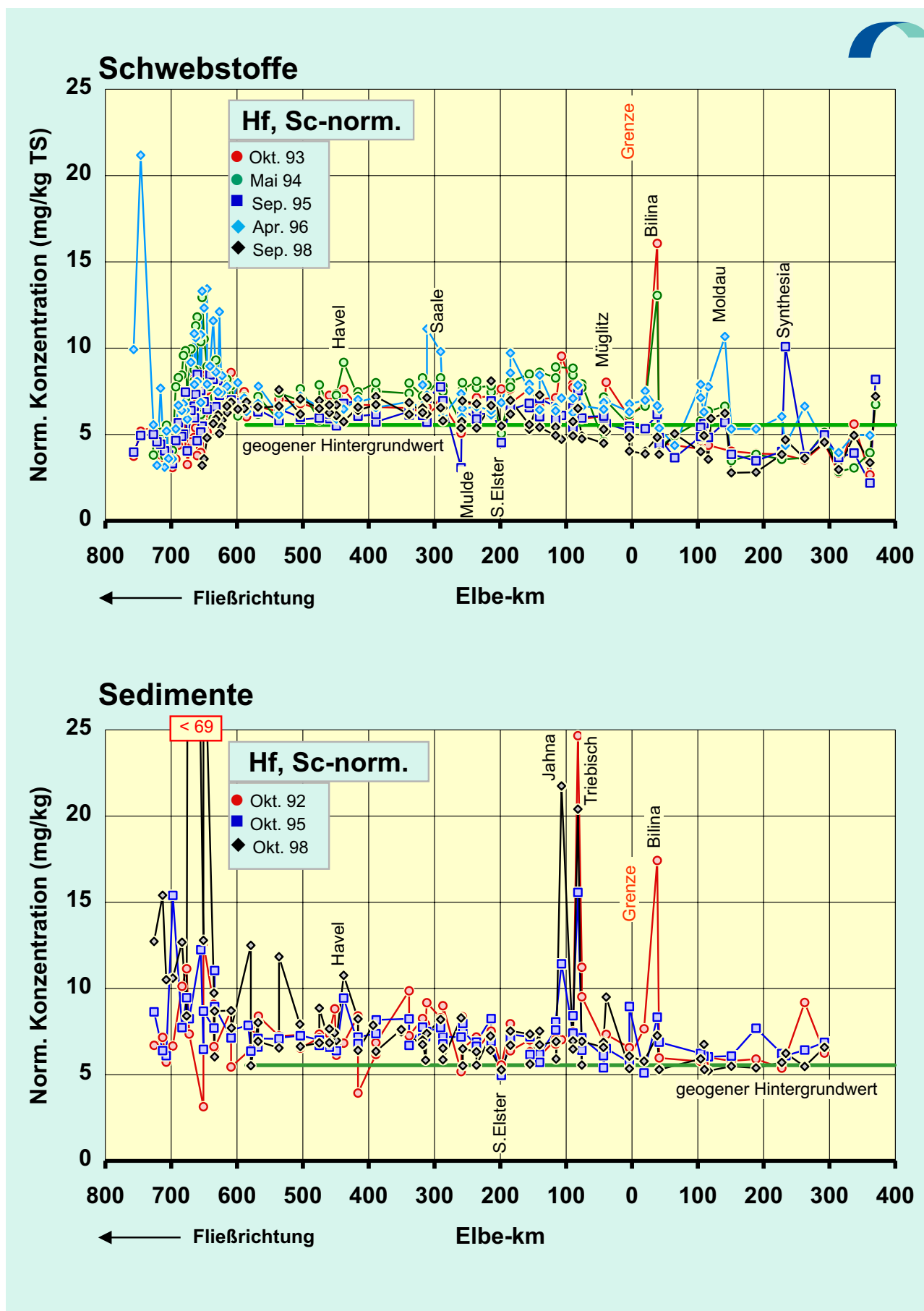


Abb.62f: Vergleich der Sc-normierten **Hafnium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Hf}^{norm} = C_{Hf} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Tantal

Ta

Das Element Tantal wird in der Elbe vor allem geogen beeinflusst. Im Elbwasser liegt es hauptsächlich partikulär gebunden vor.

Die Konzentrationen in den **Filtraten** lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,05 µg/L).

In den **Schwebstoffen** wurden meist Tantalgehalte zwischen 0,3 und 1,2 mg/kg gemessen. Anthropogen waren sicher die höheren Konzentrationen bei den Synthesia-Werken (1995: 11 mg/kg; 1996: 2,4 mg/kg) einzustufen. Die Längsprofile zeigten das auch von vielen anderen geogenen Elementen her bekannte Aussehen. Im Wesentlichen fielen die Konzentrationen in Fließrichtung bis zum Tidebereich ab und stiegen in der Trübungszone noch einmal an. 1995/'96 hatten die Gehalte gegenüber 1993/'94 vermutlich durch eine generelle Erhöhung des Tonmineralanteils im Schwebstoff zugenommen. Im September 1998 war der Medianwert aber wieder etwa auf den Wert von Oktober 1993 zurückgefallen.

Die Gehalte in den **Sedimenten** der Elbe lagen meist im Bereich von 0,9 bis 1,5 mg/kg. Höhere Werte wurden in der Müglitz (z. B. 1995: 12 mg/kg) und etwas unterhalb ihrer Einmündung in der Elbe beobachtet. Im Längsprofil nahmen die Konzentrationen in Fließrichtung geringfügig ab. Die mittleren Konzentrationen in den Elbsedimenten hatten sich im untersuchten Zeitraum nicht signifikant verändert.

Nach der **Sc-Normierung** der Tantalgehalte sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Kampagnen weitgehend verschwunden. Nur die Werte für einige Einleiter (Synthesia-Werke, Bilina, Müglitz und Mulde) streuen stärker.

Tantal

Ta

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,86	0,72	0,90	0,83	0,83
Mai 1994	0,80	0,50	0,71	0,62	0,65
Sept. 1995	0,83	0,88	1,10	0,96	0,91
April 1996	0,89	0,90	1,05	1,04	0,94
Sept. 1998	-	0,66	0,97	0,95	0,79

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,10	1,21	1,34	1,24	1,24
Okt. 1995	1,16	1,23	1,48	1,32	1,30
Okt. 1998	1,10	1,21	1,37	1,15	1,26

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	1,3 - 1,8	1,2 - 1,6	1,1 - 2,1	1,1 - 2,1
Auensedimente / Mittelw.	1,6	1,4	1,5	1,5
normiert für Sedimente				1,10
normiert für Schwebstoffe				0,80

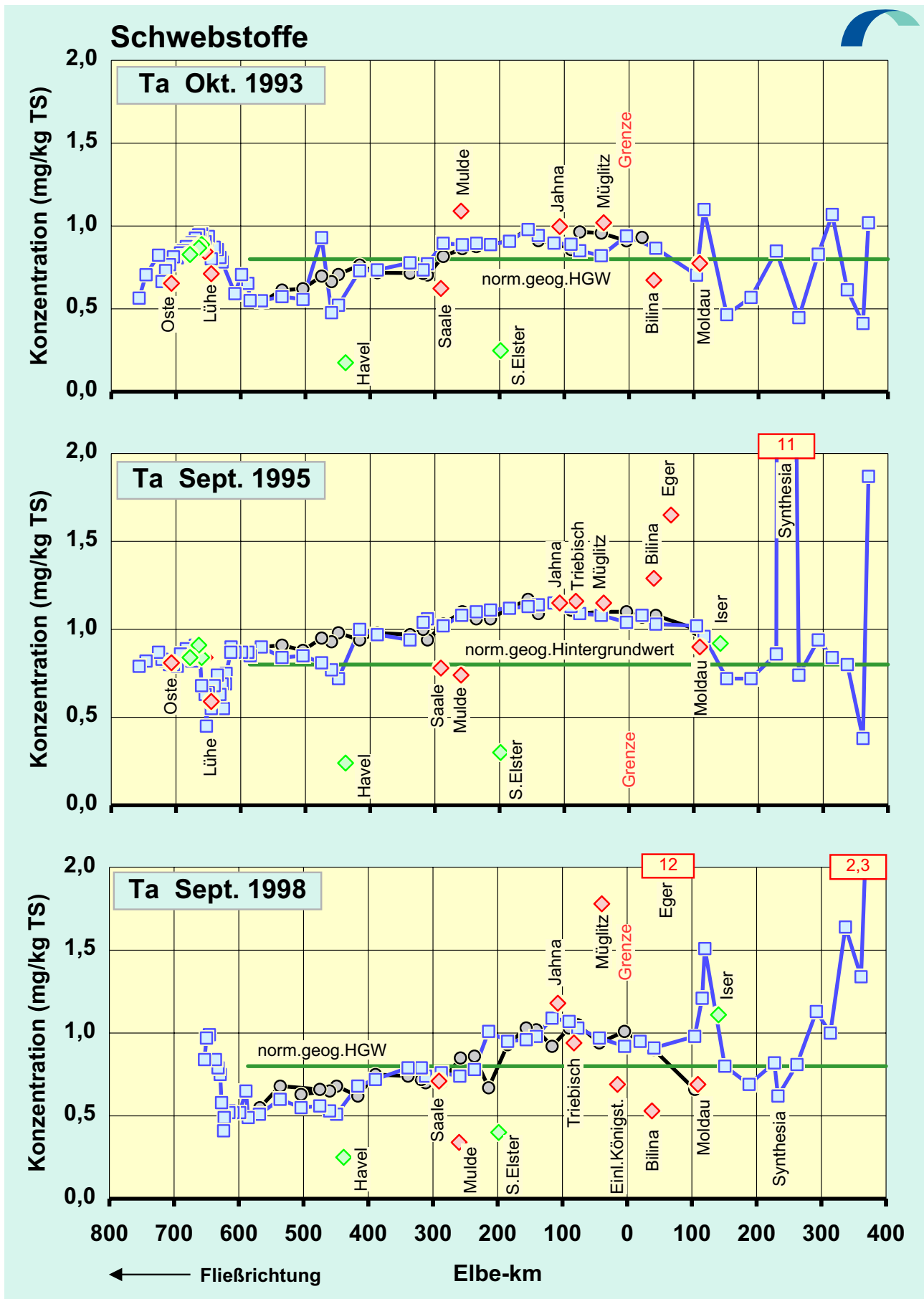
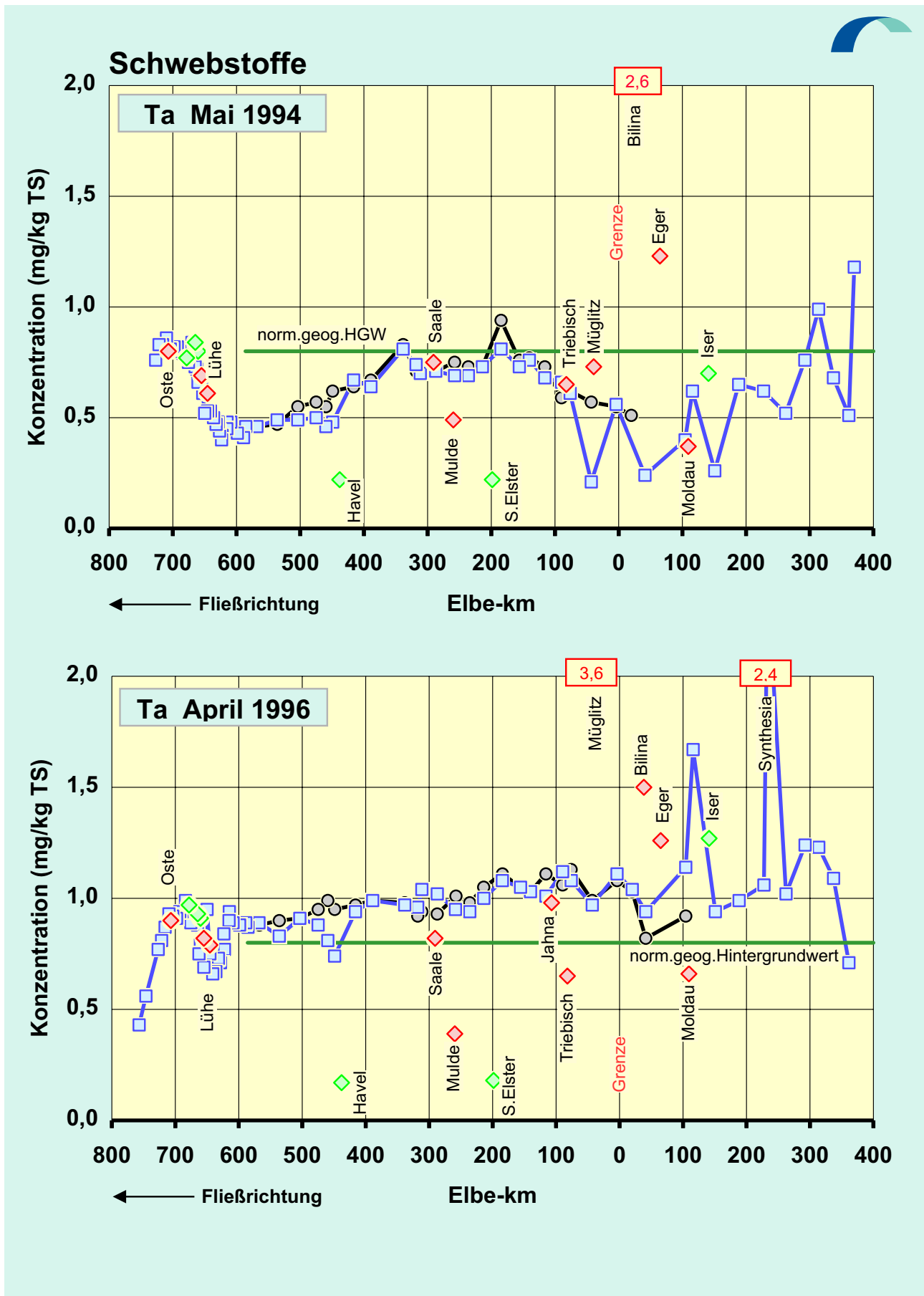


Abb.63c: Vergleich der **Tantal**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



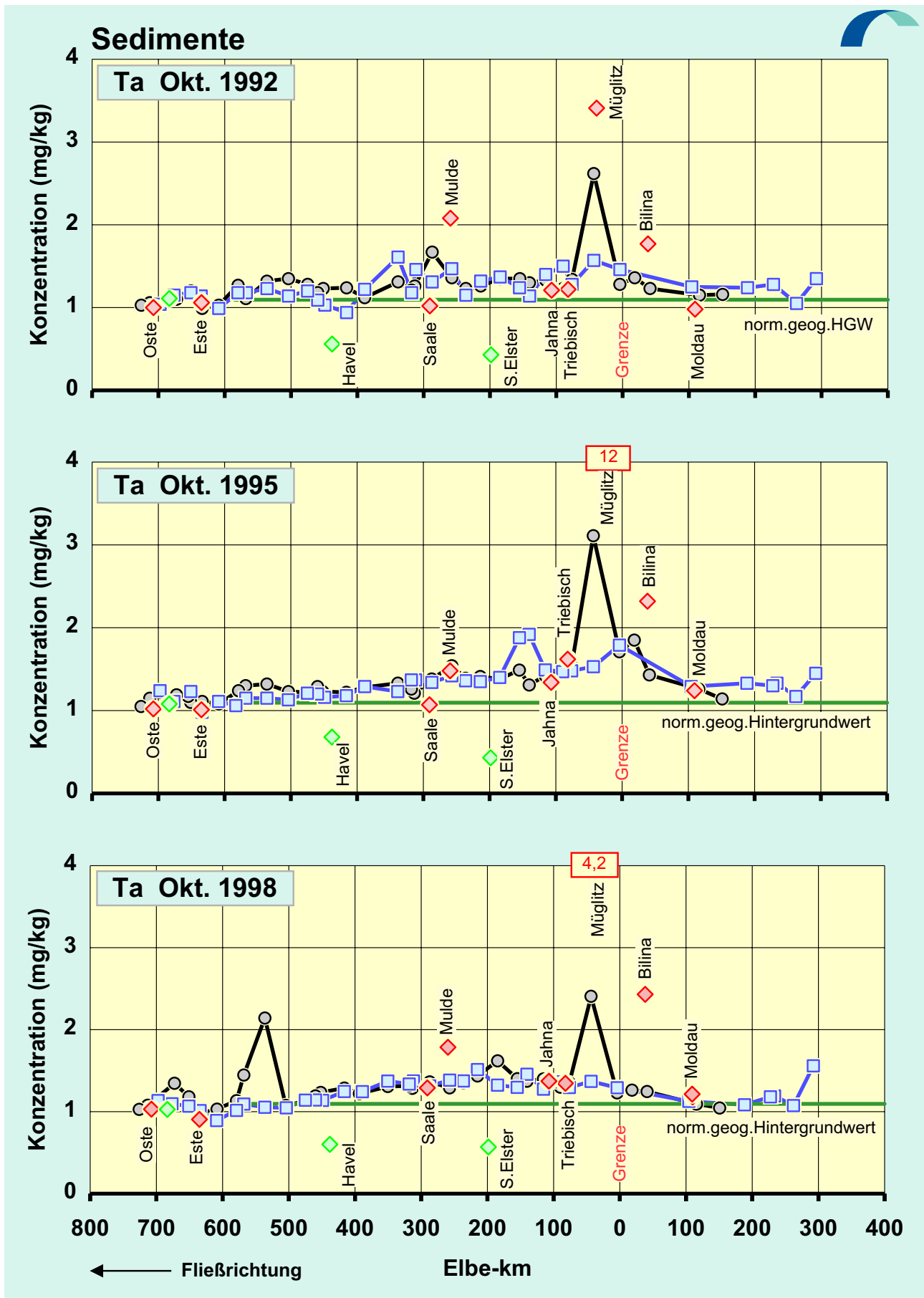


Abb.63e: Vergleich der **Tantal**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

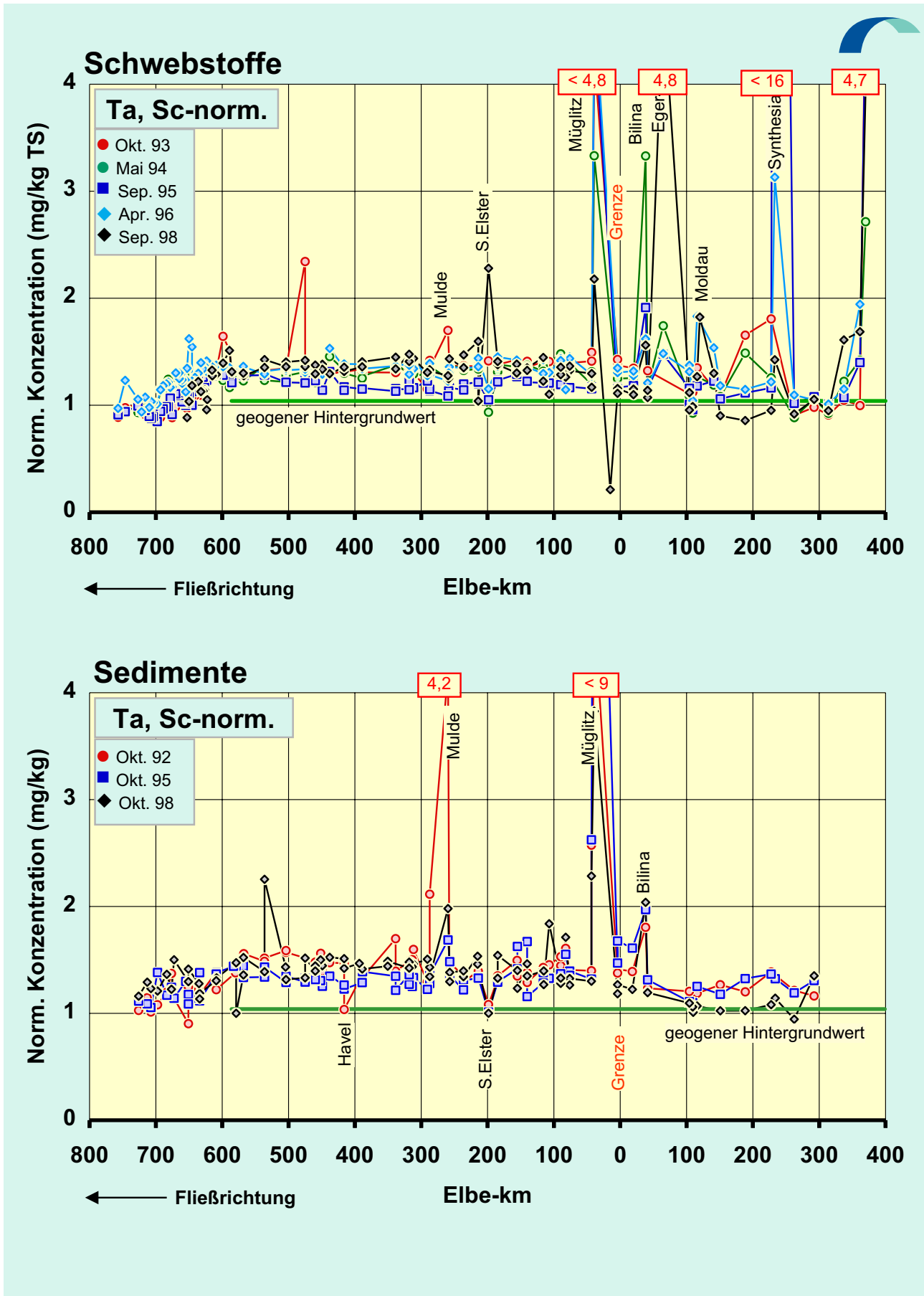


Abb.63f: Vergleich der Sc-normierten **Tantal**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Ta}^{norm} = C_{Ta} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Wolfram



W

Wolfram ist in der Elbe ein vorwiegend anthropogen beeinflusstes Element. Zu der Belastung tragen sowohl die Filtrate als auch die Schwebstoffe bei.

Die Wolframkonzentrationen in den **Elbwasserfiltraten** wurden meist in einem Bereich von etwa 0,1 bis 0,5 µg/L gefunden. In Nähe der Quelle lagen die Werte häufig darunter, manchmal sogar unterhalb der Nachweisgrenze (0,01 µg/L). Wesentlich höhere Konzentrationen wurden zeitweise in Nähe der beiden Chemiefirmen Synthesia (1998: 1,1 µg/L) und Spolana (1995: 6,2 µg/L) gemessen. Auch in der Bilina (1995: 19 µg/L) wurde sehr viel gelöstes Wolfram gefunden. Die Konzentrationslängsprofile hatten für die verschiedenen Kampagnen recht individuelle Verläufe. Im Mittel wurden im Oktober 1993 die höchsten und im April 1996 die niedrigsten Gehalte ermittelt.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden spezifische Wolframkonzentrationen von 1,4 bis 17 mg/kg bestimmt. Wesentlich höhere Werte wurden meist in den Nebenflüssen Bilina (1994/'95: ca. 126 mg/kg), Müglitz (1996: 113 mg/kg) und Mulde (1993: 65 mg/kg) gefunden. Im mittleren Bereich der Elbe lagen die Gehalte der Schwebstoffe von 1993 deutlich über denen der darauffolgenden Jahre. Im Mai 1994 wurden im Mittel die niedrigsten Werte bestimmt.

Die Wolframkonzentrationen der **Elbsedimente** lagen meist in einem Bereich von 2 bis 30 mg/kg. Deutlich höhere Werte wurden in der Müglitz (z. B. 1995 fast 500 mg/kg) und etwas unterhalb ihrer Einmündung in der Elbe (1995: 75 mg/kg) beobachtet. Die Gehalte stiegen in Fließrichtung der Elbe bis zum Ästuar an (1992 deutlicher als 1995 und '98) und fielen dann in der Tideelbe stark ab. Die Medianwerte sanken von 1992 bis 1998 kräftig.

Die **Sc-normierten** Längsprofile von Schwebstoffen und Sedimenten zeigen eine deutliche Reduzierung der Wolframbeladungen im untersuchten Zeitraum. Aber es sind auch die zum Teil noch andauernden hohen Belastungen durch die Bilina, Müglitz und Mulde zu erkennen.

Wolfram

W

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(0,44)	0,39	0,25	(0,33)	0,33
Mai 1994	0,41	0,17	0,27	0,17	0,26
Sept. 1995	0,33	0,16	0,13	0,18	0,16
April 1996	0,14	0,11	0,09	0,12	0,11
Sept. 1998	-	0,31	0,20	0,19	0,24

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	3,5	9,6	10,8	5,0	8,4
Mai 1994	4,1	4,0	3,5	3,7	3,8
Sept. 1995	3,5	5,8	5,0	3,6	5,2
April 1996	3,6	4,8	5,5	3,1	4,6
Sept. 1998	-	4,0	5,0	4,2	4,3

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	3,5	14,5	9,8	4,7	10,1
Okt. 1995	3,7	7,4	8,5	4,1	7,3
Okt. 1998	3,2	6,3	6,2	3,8	5,8

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	3,3 - 4,9	2,5 - 3,5	2,9 - 5,3	2,5 - 5,3
Auensedimente / Mittelw.	3,7	3,3	3,8	3,6
normiert für Sedimente				2,6
normiert für Schwebstoffe				1,9

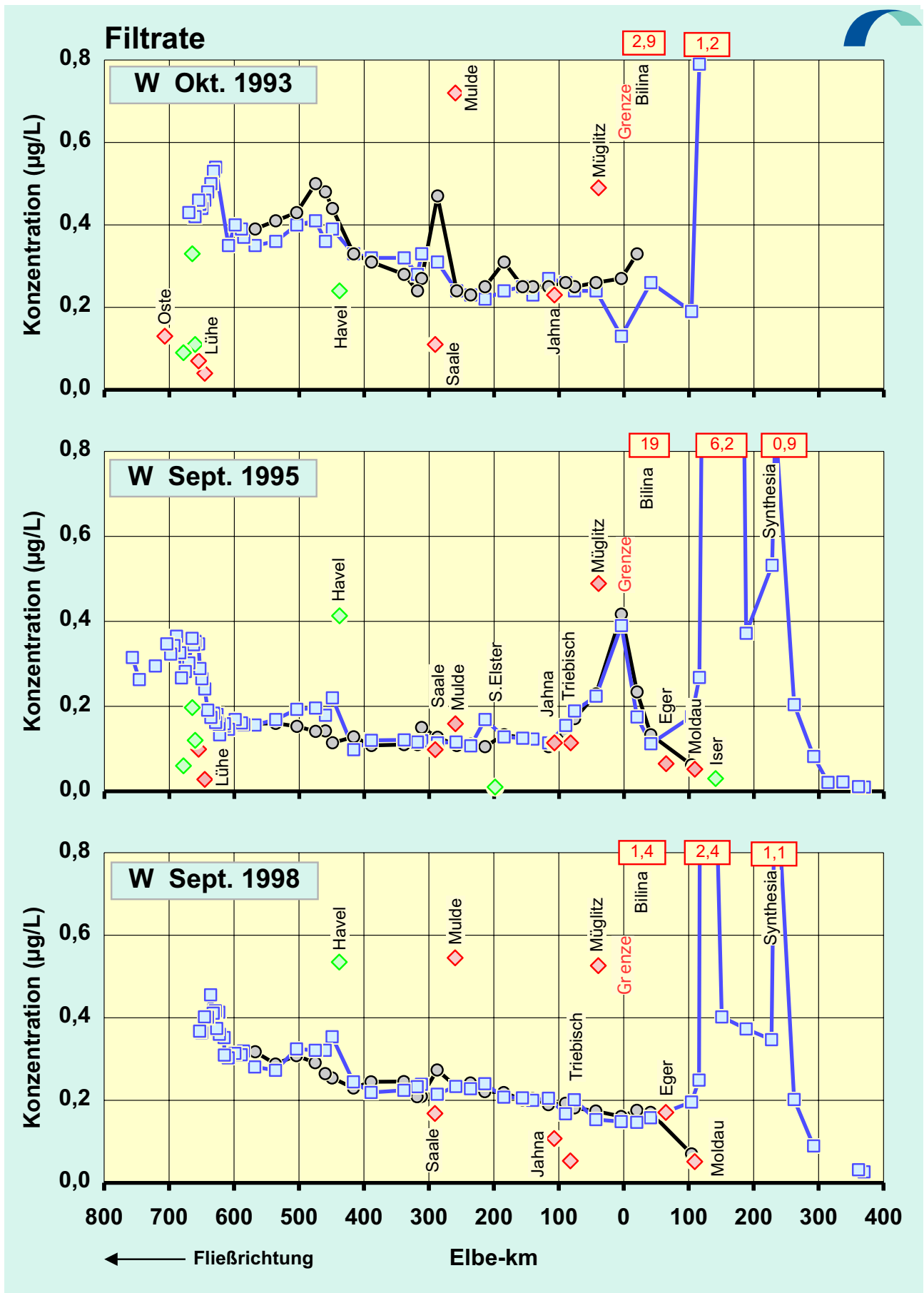


Abb.64a: Vergleich der **Wolfram**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

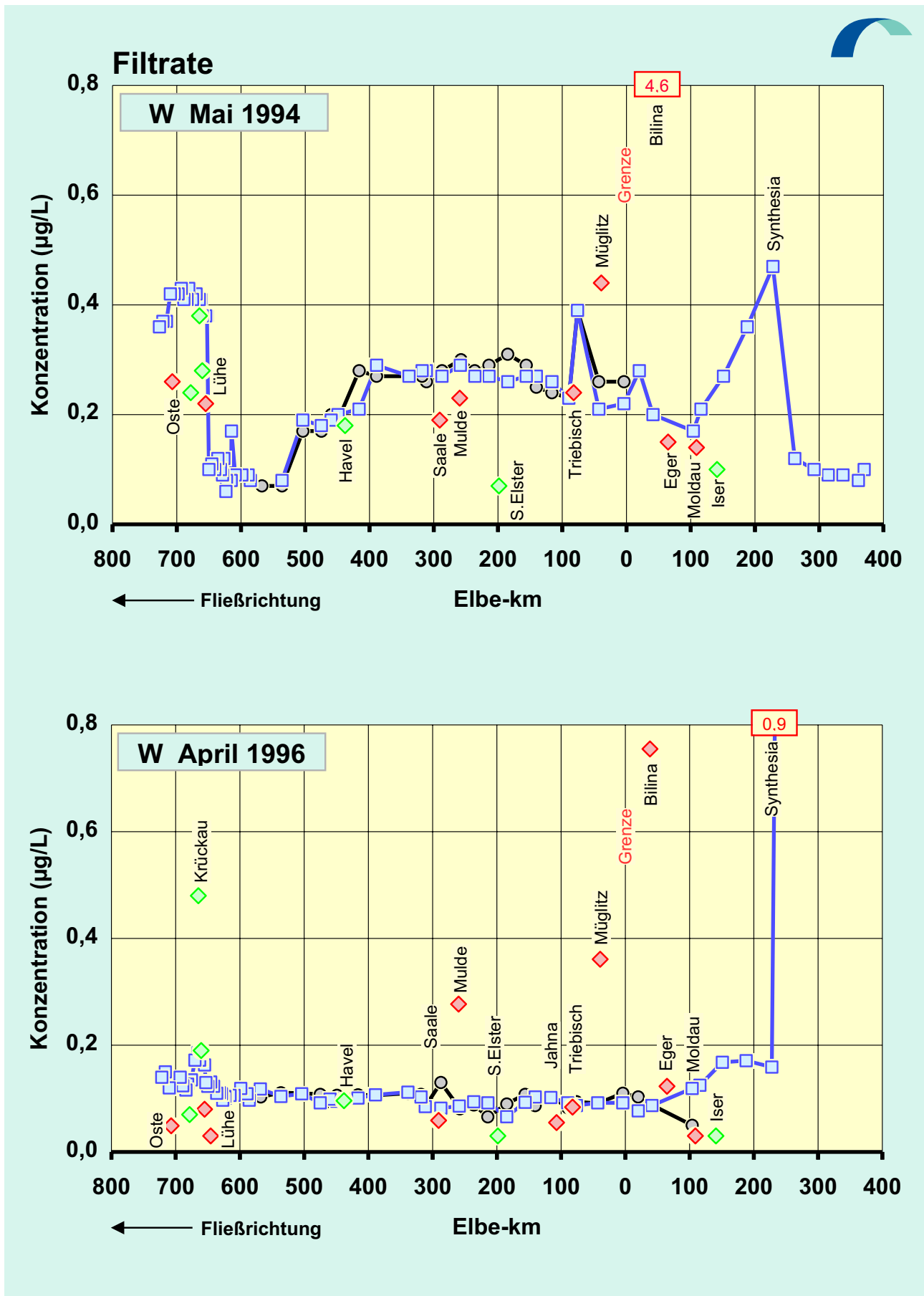


Abb.64b: Vergleich der **Wolfram**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

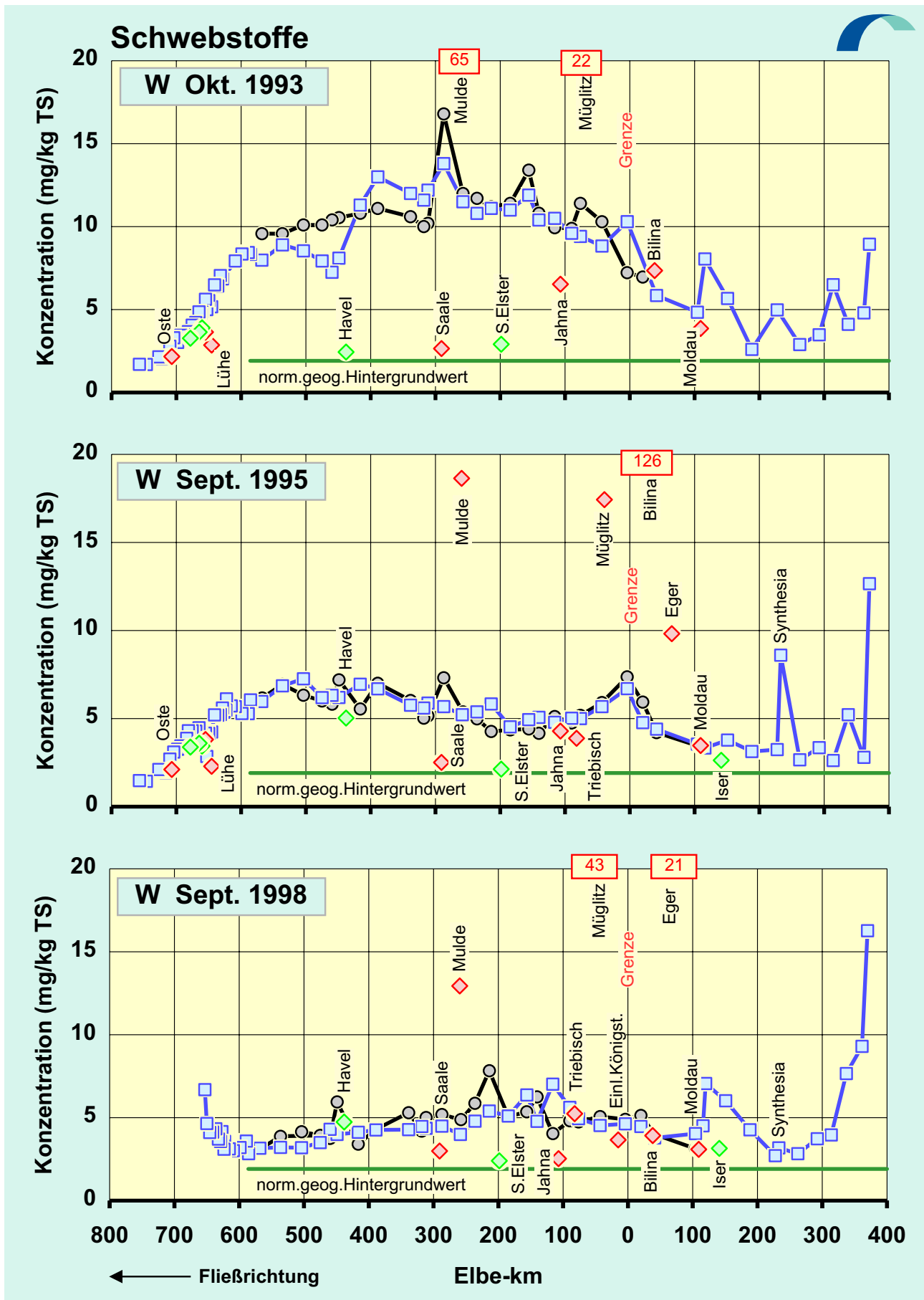
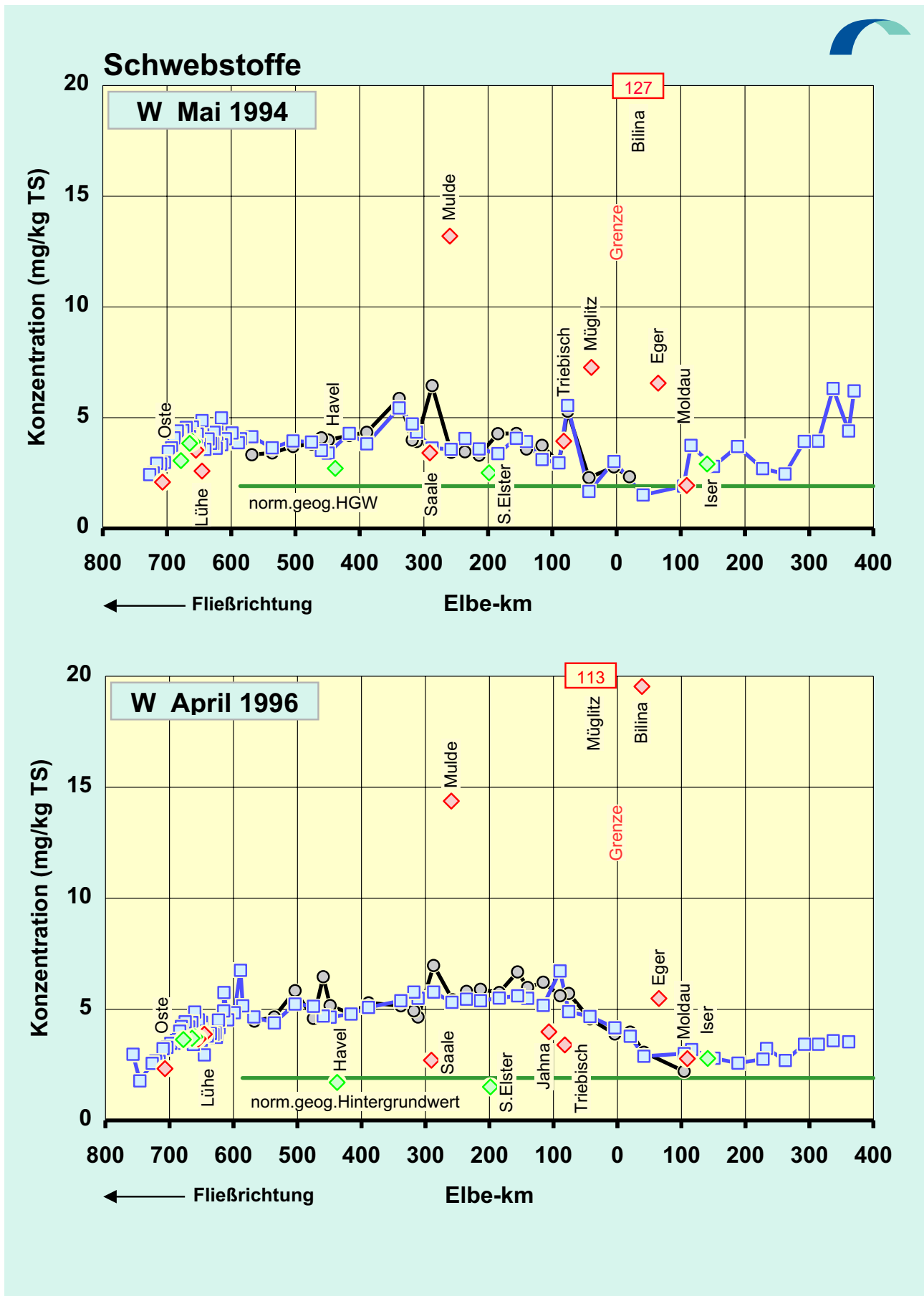


Abb.64c: Vergleich der **Wolfram**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



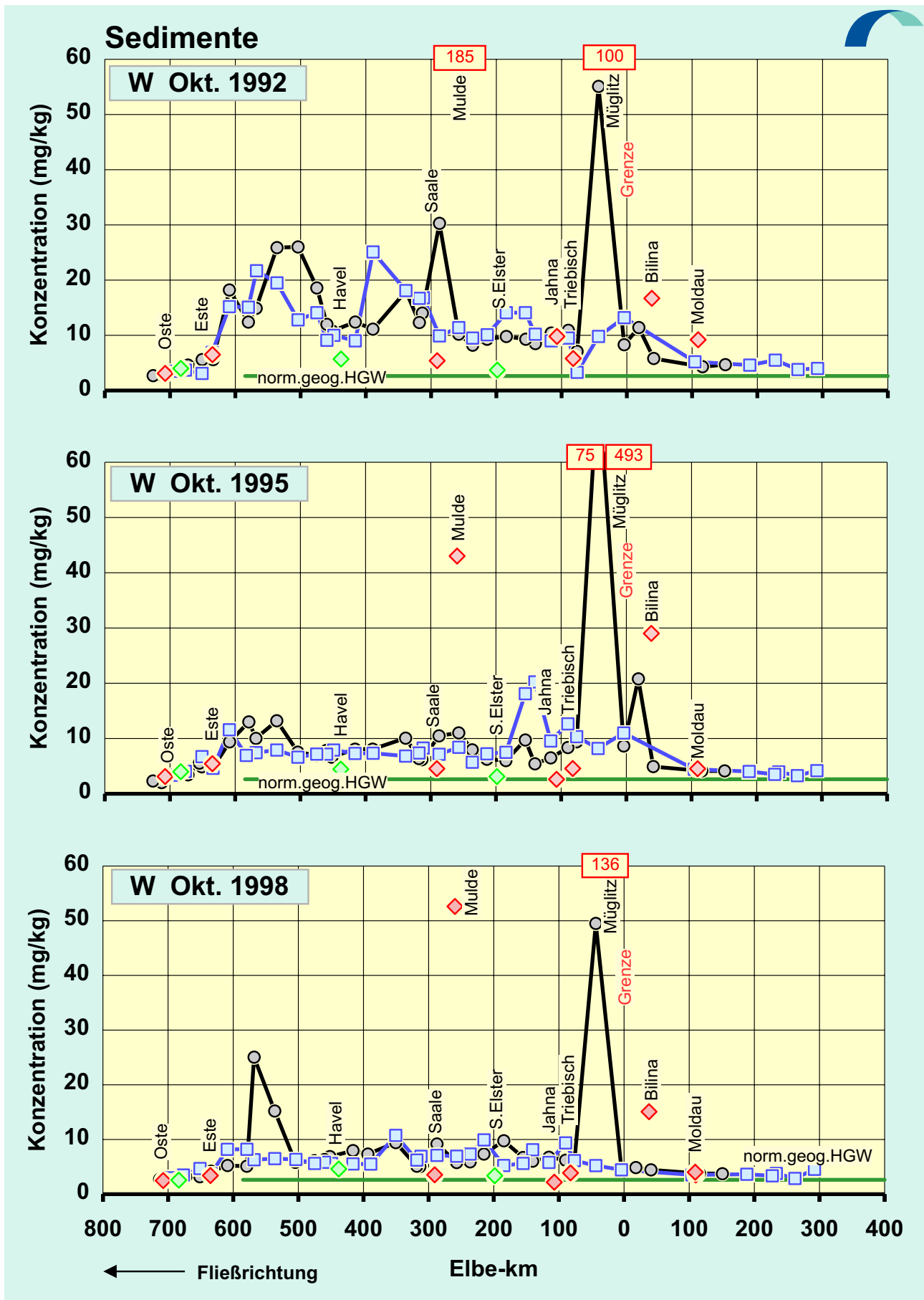


Abb.64e: Vergleich der **Wolfram**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

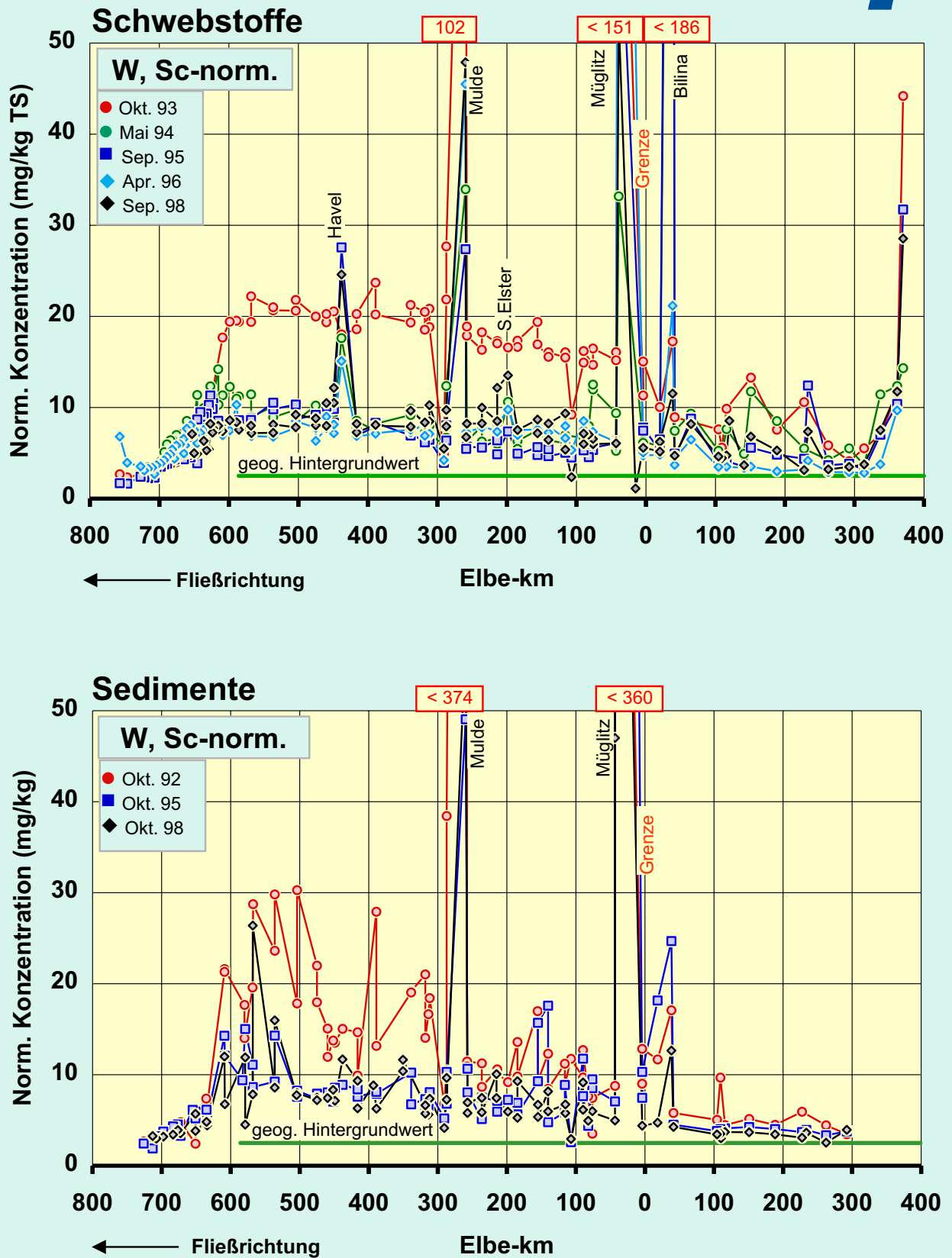


Abb.64f: Vergleich der Sc-normierten **Wolfram**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_W^{norm} = C_W / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Gold

Au

Die Goldkonzentrationen in der Elbe werden auch anthropogen beeinflusst. Gold konnte als einziges der schweren Edelmetalle in den Schwebstoffen und Sedimenten der Elbe nachgewiesen werden.

In den **Elbefiltraten** konnte Gold mit den eingesetzten Analysemethoden (Nachweisgrenze etwa 0,02 µg/L) nicht bestimmt werden. Dennoch wird erwartet, dass der gelöste Anteil des Elements für die Gesamtfracht eine große Rolle spielt.

Die spezifischen Konzentrationen in den **Schwebstoffen** streuten in dem weiten Bereich von 0,004 bis 0,34 mg/kg. Das Auftreten der relativ vielen Ausreißer war vermutlich auf eine inhomogene Verteilung des partikulären Goldes zurückzuführen. Außer vielleicht im Tidebereich waren die Längsprofilverläufe der spezifischen Goldkonzentrationen der einzelnen Probennahmekampagnen deshalb nicht so deutlich wie bei anderen Elementen zu erkennen. Auch zeitliche Trends ließen sich nicht klar ausmachen. Identifizierbare Einleitungen erfolgten zeitweise durch die Synthesia-Werke und über die Nebenflüsse Moldau und Triebisch.

Auch die Goldgehalte der fraktionierten **Elbsedimente** von 1992 und 1995 variierten stark, die von 1998 dagegen deutlich weniger. Die Werte lagen im gleichen Bereich wie die der Schwebstoffe (0,003 bis 0,31 mg/kg). Die Triebischsedimente der Kampagnen von 1993 und '95 fielen durch besonders hohe Goldgehalte (über 0,75 mg/kg) auf. Die mittleren Werte in der Elbe schienen vom Oktober 1992 bis zu 1995/'98 gesunken zu sein.

Die Längsprofile der **Scandium-normierten** Goldkonzentrationen zeigen für die Schwebstoffe und Sedimente vom Herbst 1995 in weiten Bereichen die niedrigsten Werte; die höchsten finden sich für die Schwebstoffe von 1993/'94.

Gold

Au

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,02
Mai 1994					< 0,02
Sept. 1995					< 0,02
April 1996					< 0,02
Sept. 1998					< 0,02

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	0,010	0,043	0,070	0,061	0,048
Mai 1994	0,017	0,030	0,066	0,051	0,037
Sept. 1995	0,010	0,045	0,039	0,038	0,036
April 1996	0,016	0,037	0,056	0,029	0,039
Sept. 1998	-	0,034	0,064	0,086	0,056

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,008	0,061	0,079	0,070	0,063
Okt. 1995	0,008	0,047	0,057	0,047	0,049
Okt. 1998	0,006	0,042	0,057	0,037	0,045

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,002 - 0,006	0,002 - 0,009	0,001 - 0,007	0,001 - 0,009
Auensedimente / Mittelw.	0,0024	0,0032	0,0034	0,0030
normiert für Sedimente				0,0023
normiert für Schwebstoffe				0,0016

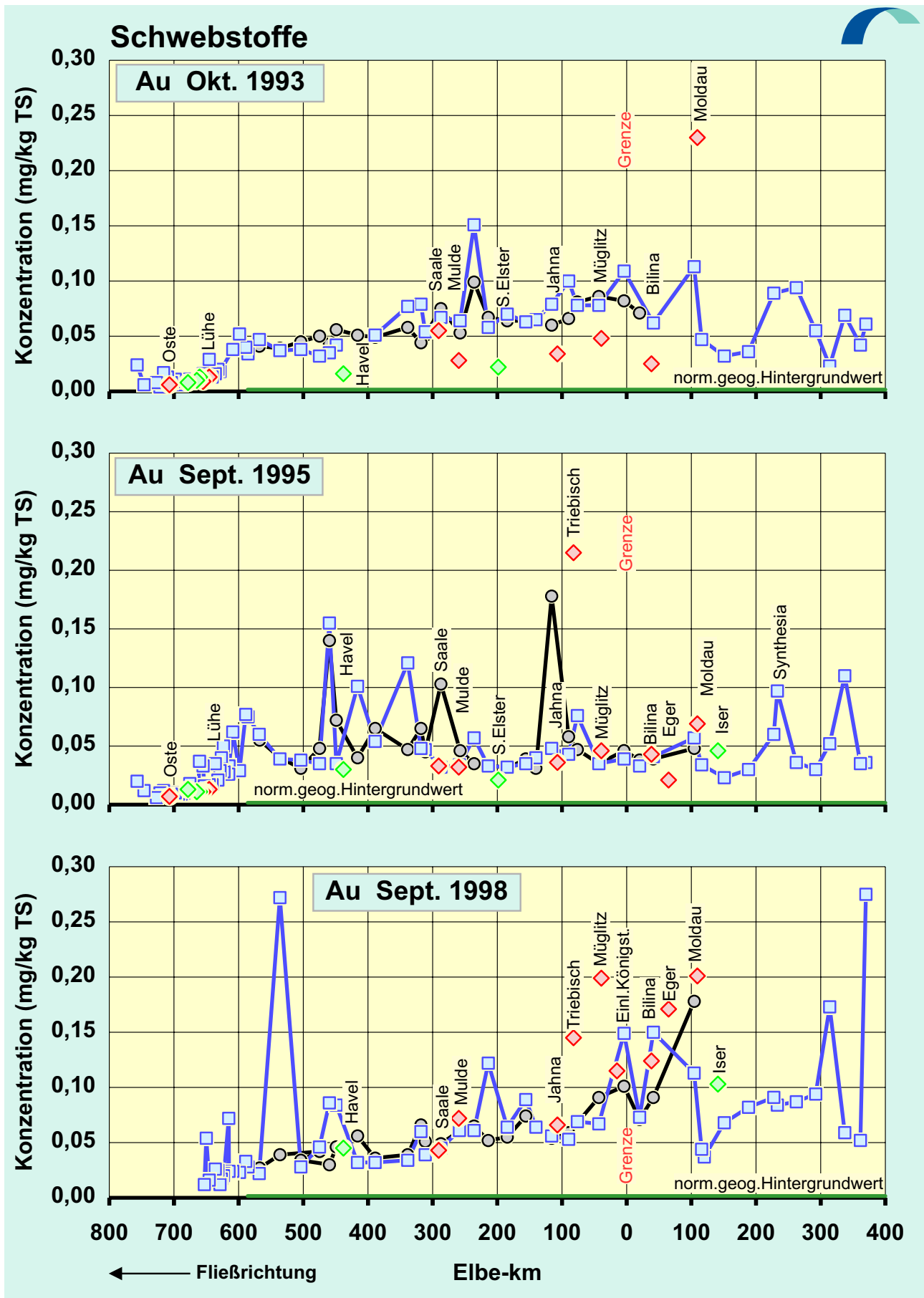


Abb.65c: Vergleich der **Gold**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

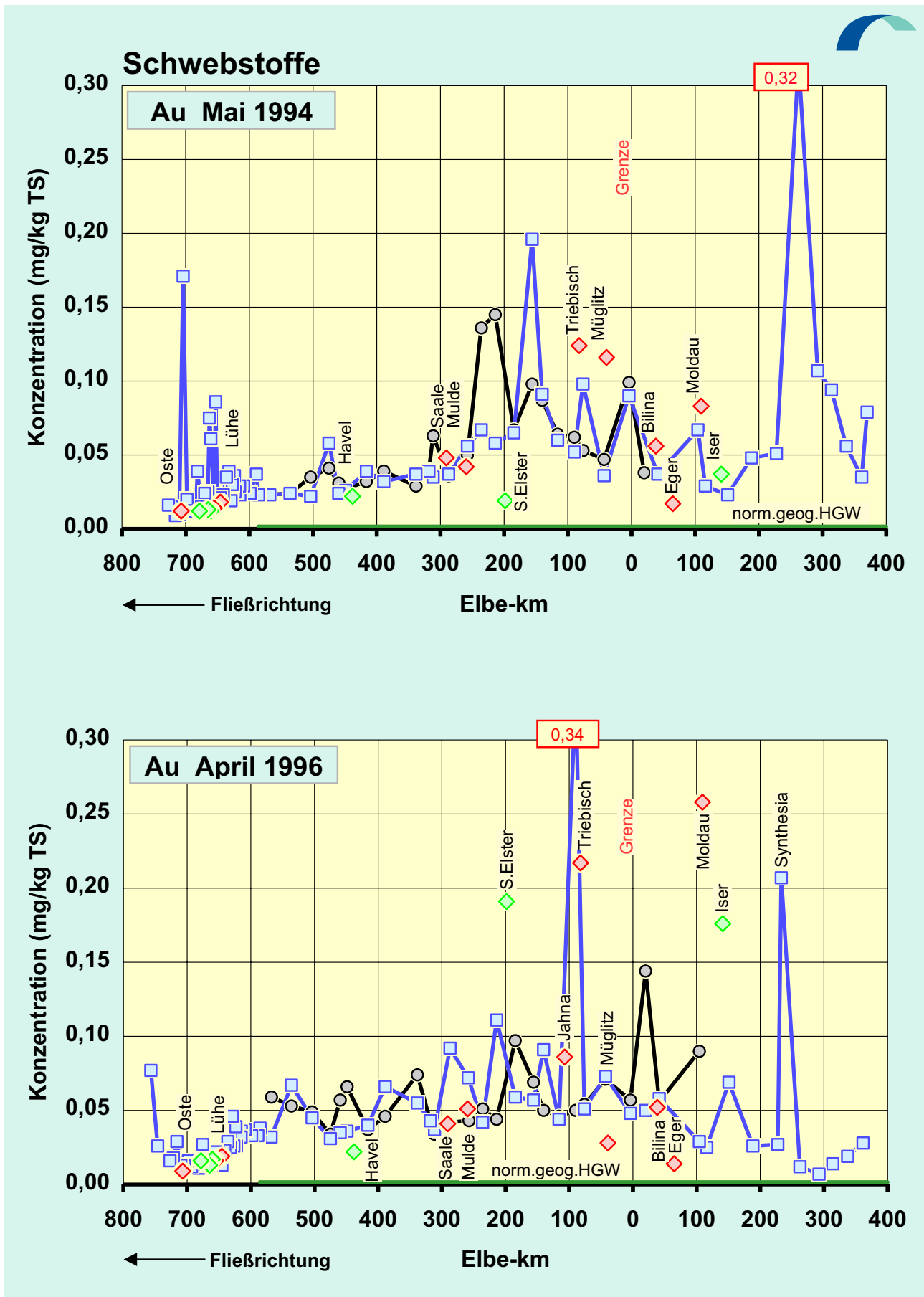


Abb.65d: Vergleich der **Gold**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

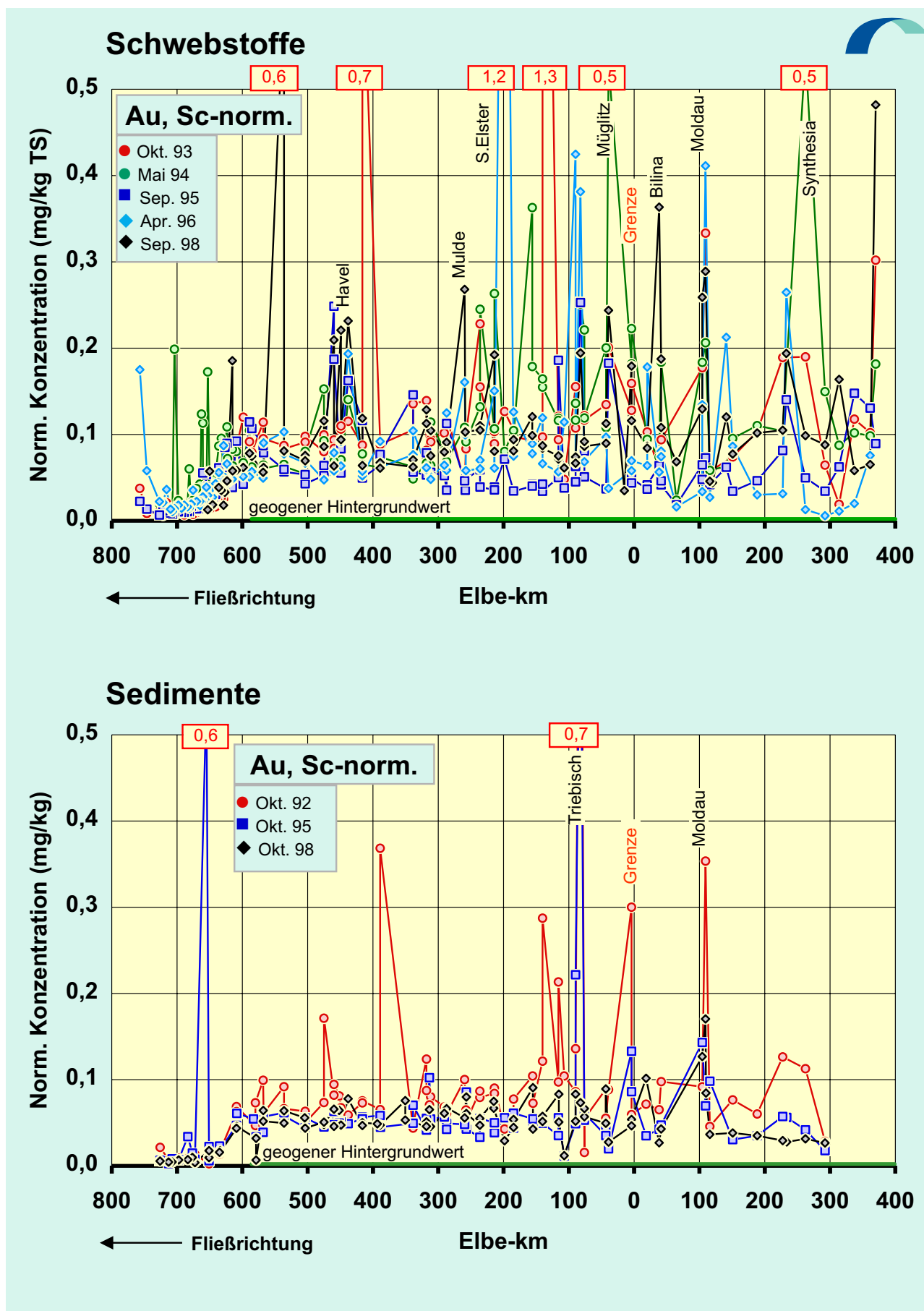


Abb.65f: Vergleich der Sc-normierten **Gold**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Au}^{norm} = C_{Au} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Quecksilber

Hg

Die Quecksilberkonzentrationen in der Elbe sind außerordentlich stark anthropogen beeinflusst.

Das Element konnte methodisch bedingt nicht im **Filtrat** nachgewiesen werden.

Die ermittelten spezifischen Konzentrationen in den **Schwebstoffen** der Elbe lagen in einem weiten Bereich von 0,3 bis 23 mg/kg, bei den Synthesiawerken sogar bis 33 mg/kg (1998). Besonders hohe Gehalte wurden bei allen Kampagnen in der Bilina (1995: 200 mg/kg) und nur im Mai 1994 in der Mulde (195 mg/kg) gefunden. Die Längsprofile zeigten für die verschiedenen Beprobungen recht unterschiedliche Verläufe. So stiegen 1993 die Konzentrationen von Werten nahe dem natürlichen Untergrund bei der Quelle durch Einleitungen der Synthesia-Werke und der Spoilchemie (Bilina) auf Maximalwerte bei Schmilka an und fielen ab etwa Torgau dann stufenartig bis zur Elbmündung wieder auf das Untergrundniveau zurück. 1994 wurden die höchsten Gehalte in der Elbe (außer bei Valy) erst nach dem Saalezufluss gefunden, 1995 dagegen wieder bei Schmilka. Im September 1995 und etwas schwächer im April 1996 und September 1998 stiegen die Konzentrationen allmählich von der Quelle bis zur Bunthauspitze an und fielen zur Mündung hin rasch ab. Im untersuchten Zeitraum vom Herbst 1993 bis zum Herbst 1998 haben die mittleren Quecksilbergehalte im ersten halben Jahr sehr kräftig, dann aber nur noch wenig abgenommen.

In den fraktionierten **Elbsedimenten** wurden Konzentrationen im Bereich von etwa 0,5 bis 36 mg/kg ermittelt. Für die Sedimentproben von 1992 wurden in einem Bereich, der sich vom Zufluss der Mulde bis zum Geesthachter Wehr erstreckt, weit über den Schwebstoffproben liegende Quecksilbergehalte gefunden, wobei mehrere extrem hohe Einzelwerte noch besonders herausragten. Außer in der Tidezone und im Quellbereich, wo die Gehalte niedrig waren, ließ sich eine deutliche Konzentrationsabnahme für die Sedimente von 1995 gegenüber denen von 1992 feststellen. Vom Oktober 1995 bis zum Herbst 1998 gingen die Werte dann im Mittel noch einmal um mehr als die Hälfte zurück.

Die verschiedenen Längsprofile der **Scandium-normierten** Quecksilberkonzentrationen von Schwebstoffen und Sedimenten verdeutlichen die zeitliche Abnahme der Belastung vor allem im deutschen Teil der Elbe.

Quecksilber

Hg

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					
Mai 1994					
Sept. 1995					
April 1996					
Sept. 1998					

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	1,2	6,6	17,4	2,8	6,4
Mai 1994	2,3	3,5	2,3	2,5	2,9
Sept. 1995	1,4	4,2	2,5	2,3	2,8
April 1996	2,0	2,6	1,9	1,0	2,3
Sept. 1998		2,6	2,4	3,0	2,6

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	1,2	12,6	6,5	5,4	9,4
Okt. 1995	1,1	5,8	4,1	2,2	4,6
Okt. 1998	0,9	4,1	2,1	2,1	2,4

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich				< 0,3
Auensedimente / Mittelw.				< 0,22
normiert für Sedimente				< 0,16
normiert für Schwebstoffe				

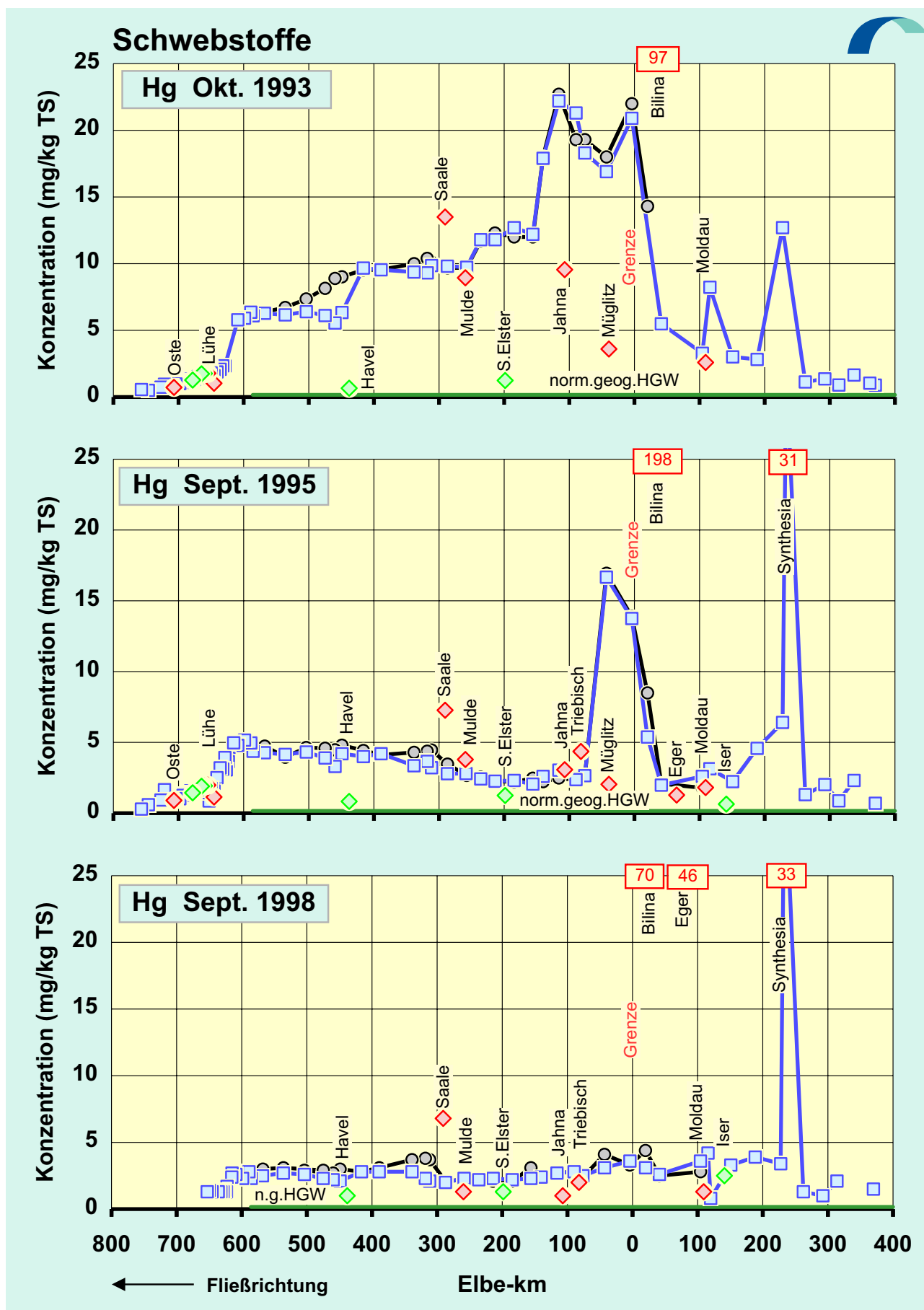


Abb.66c: Vergleich der **Quecksilber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Okt. 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

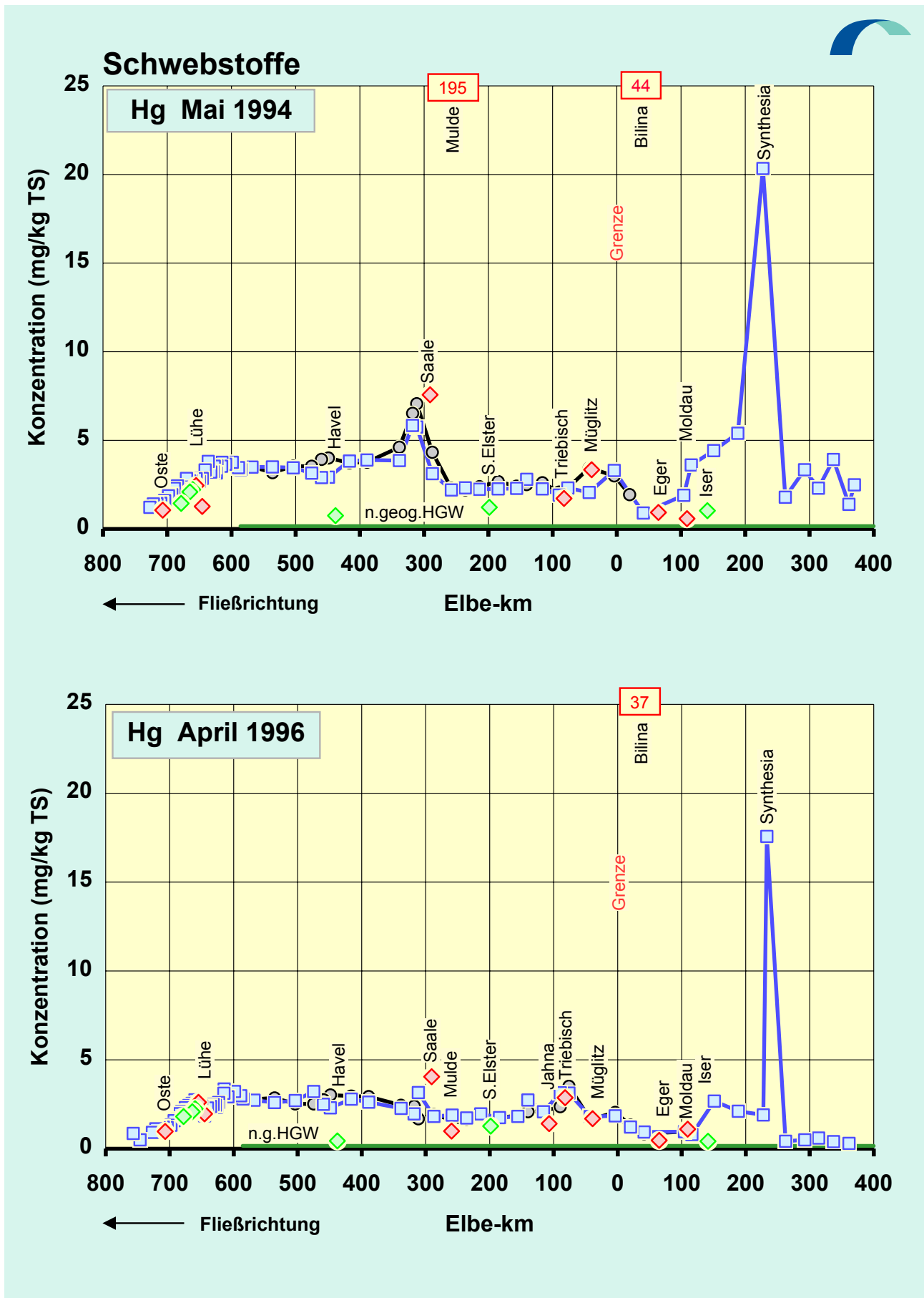


Abb.66d: Vergleich der **Quecksilber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

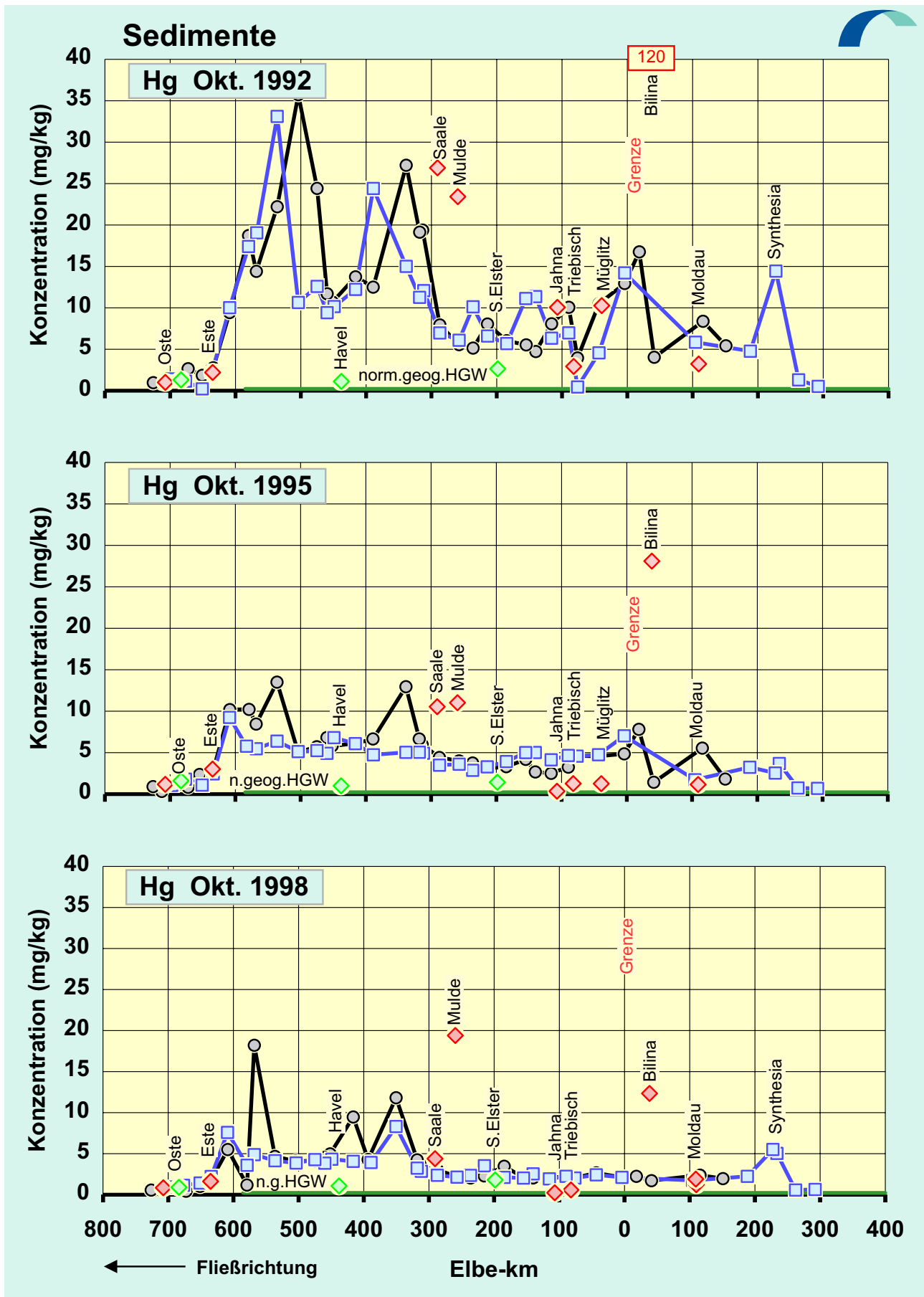


Abb.66e: Vergleich der **Quecksilber**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

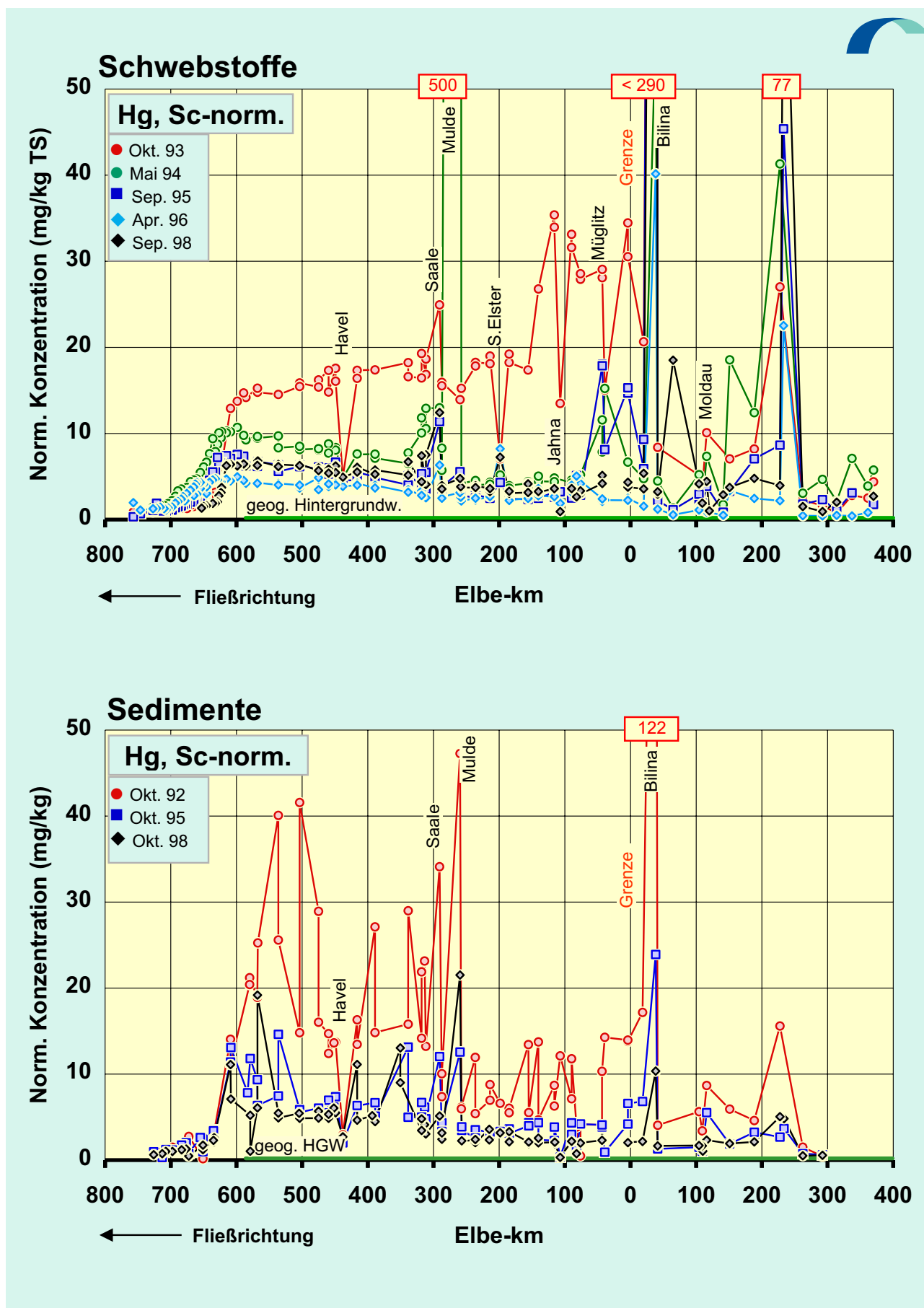


Abb.66f: Vergleich der Sc-normierten **Quecksilber**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Hg}^{norm} = C_{Hg} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Thallium

TI

Thallium wird den in der Elbe und ihren Nebenflüssen anthropogen beeinflussten Elementen zugezählt. Zu der Belastung tragen sowohl die Filtrate als auch die Schwebstoffe bei.

Aufgrund der geringen Gehalte bzw. der nicht ausreichend niedrigen Bestimmungsgrenze (0,02 µg/L) konnte in vielen **Filtraten** Thallium nicht bestimmt werden. Höhere Werte wurden in der Triebisch (1995: 0,29 µg/L) und in der Mulde (1996: 0,17 µg/L) gefunden. In Tschechien lagen die Konzentrationen der Filtrate überwiegend unter der Bestimmungsgrenze. Unterhalb der Muldemündung stiegen die Gehalte auf 0,03 bis 0,07 µg/L. Im September 1998 wurden im deutschen Teil der Elbe die höchsten Gehalte analysiert.

In den **Schwebstoffen** der Elbe lagen die ermittelten Gehalte meist zwischen 0,2 und 0,7 mg/kg (1994 - 1998). Höhere Werte wurden 1994 unterhalb der Quelle und in der Unterelbe gefunden. Auch in den Mündungen der Nebenflüsse Müglitz, Eger und Moldau wurden zeitweise relativ hohe Thalliumgehalte nachgewiesen.

In den **Sedimenten** wurden Konzentrationen zwischen 0,5 und 2,2 mg/kg ermittelt. Die Gehalte stiegen in Fließrichtung bis zum Tidebereich kontinuierlich an und fielen danach rasch ab. Deutlich höhere Werte wurden 1992 in der Triebisch und 1995 in der Müglitz gefunden. Im untersuchten Zeitraum von 1992 bis 1998 nahmen die Sedimentkonzentrationen besonders unterhalb des Saalezuflusses signifikant ab.

Für die Sedimente bekräftigen die **Sc-normierten** Längsprofile die deutliche zeitliche Abnahme der Thallium-Belastungen.

Thallium

TI

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995	(0,022)	0,038	0,023	(0,011)	(0,031)
April 1996	(0,025)	(0,030)	(0,022)	(0,023)	(0,029)
Sept. 1998	-	0,043	0,048	(0,014)	(0,046)

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					
Mai 1994	(0,56)	(0,60)	0,56	(1,3)	(0,58)
Sept. 1995	0,57	0,63	0,65	0,62	0,62
April 1996	0,49	0,60	0,51	0,57	0,54
Sept. 1998	-	0,54	0,67	0,63	0,57

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,6	1,8	1,3	0,9	1,4
Okt. 1995	0,8	1,5	1,3	1,0	1,3
Okt. 1998	0,6	1,0	0,9	0,7	0,9

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,8 - 1,1	0,6 - 1,1	0,8 - 1,2	0,6 - 1,2
Auensedimente / Mittelw.	1,0	0,9	1,0	1,0
normiert für Sedimente				0,7
normiert für Schwebstoffe				0,5

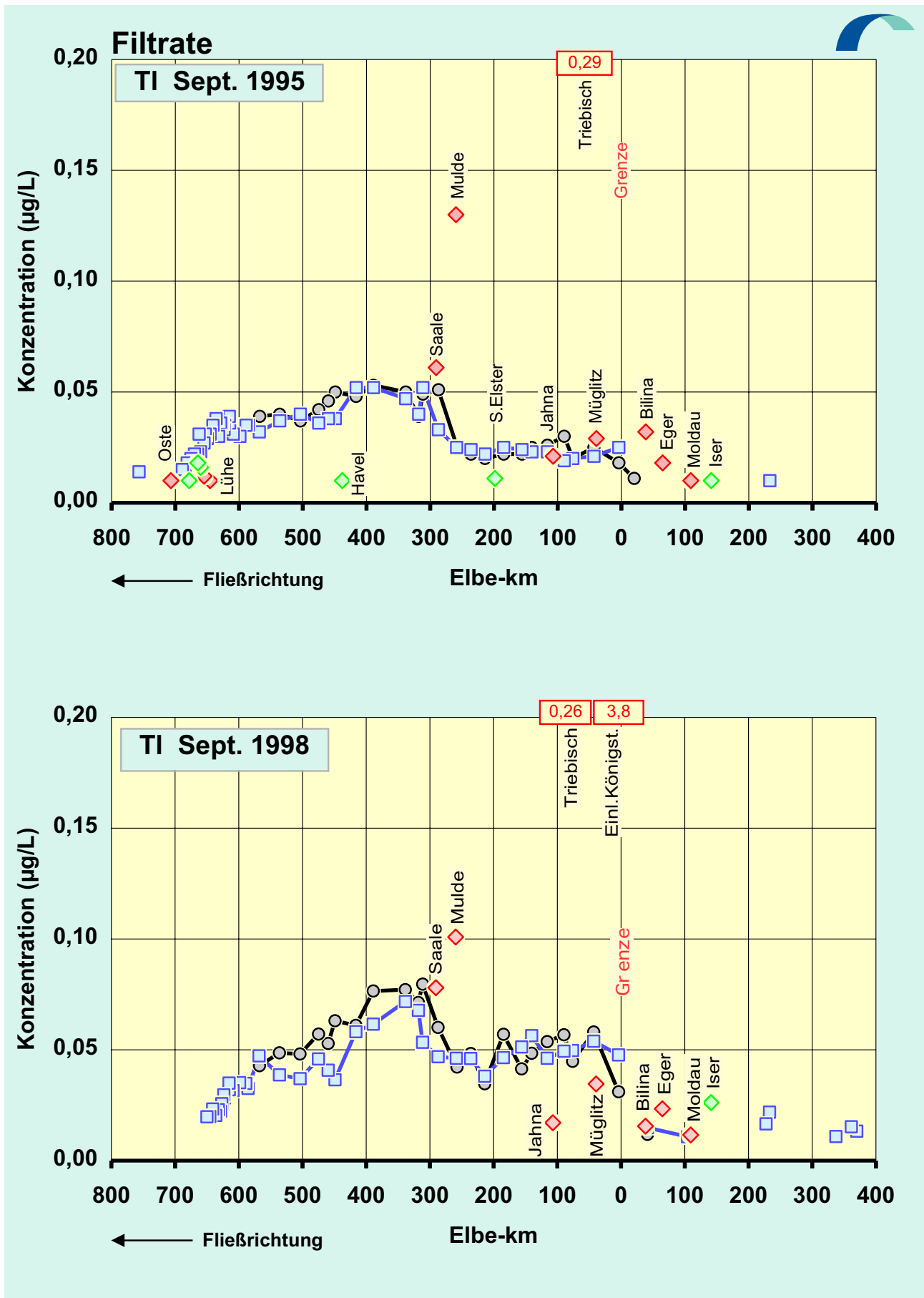


Abb.67a: Vergleich der **Thallium**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Okt. 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

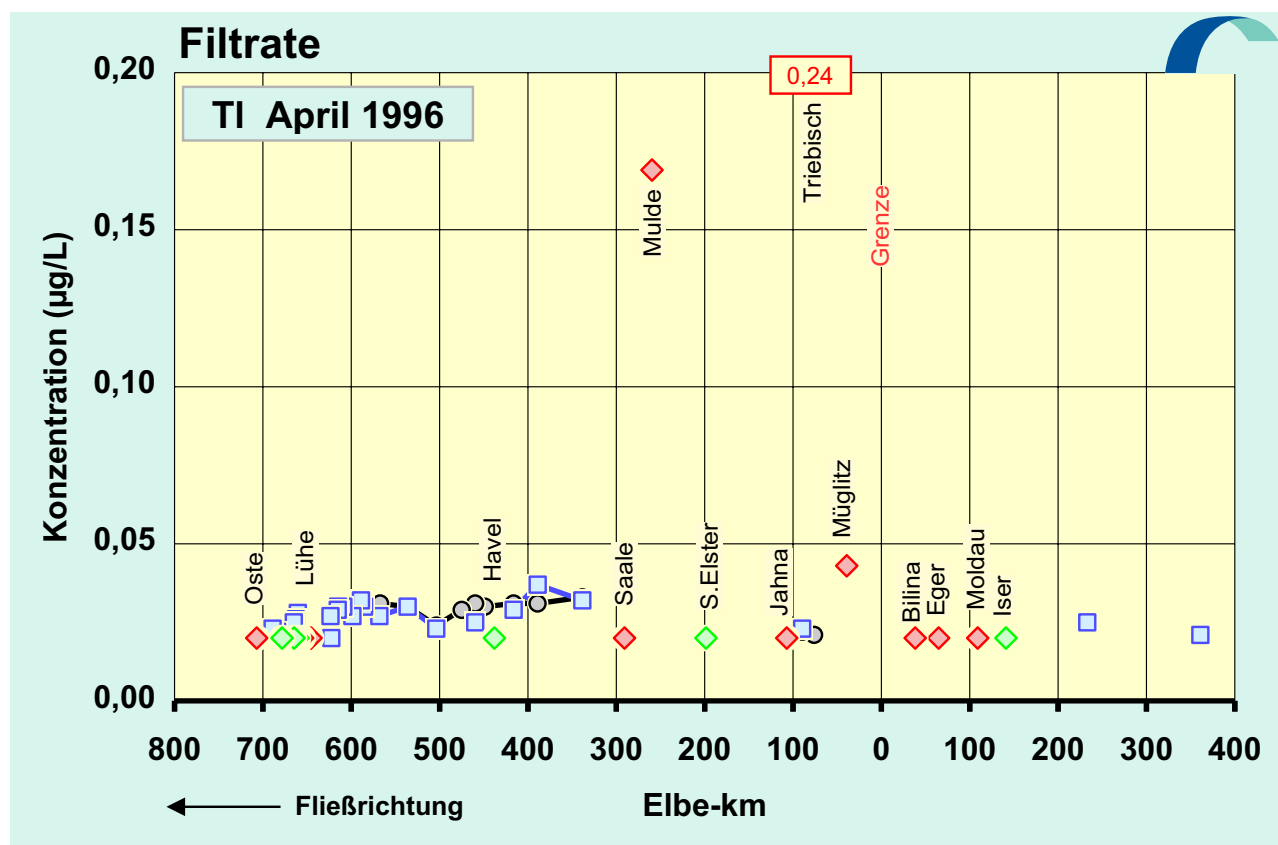


Abb.67b: Thallium-Konzentrationen in den Filtraten der Elbe von der Mündung bis zur Quelle:
April 1996 / (Mai 1994 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

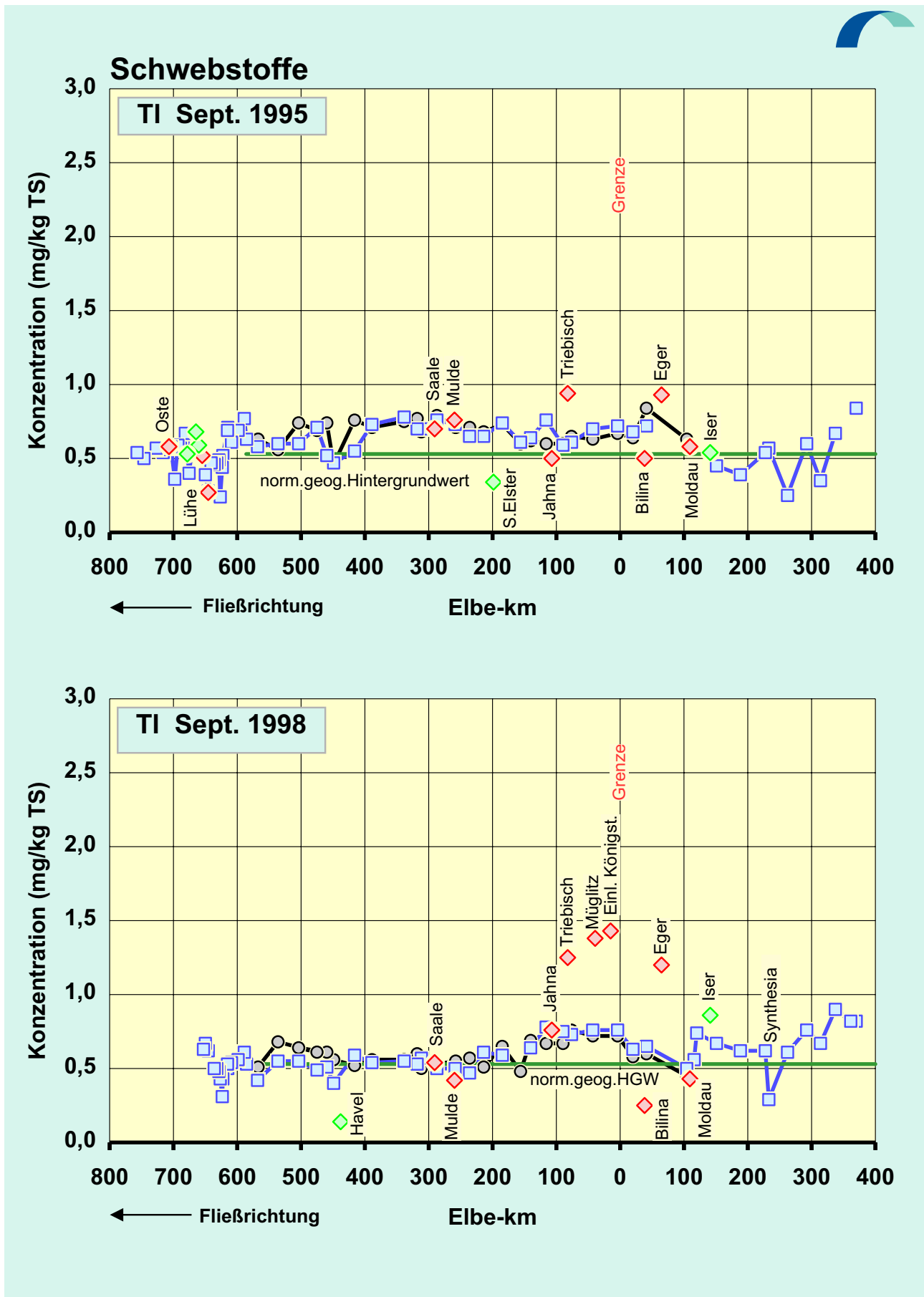


Abb.67c: Vergleich der **Thallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Sept. 1995 / Sept. 1998 / (Okt.1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

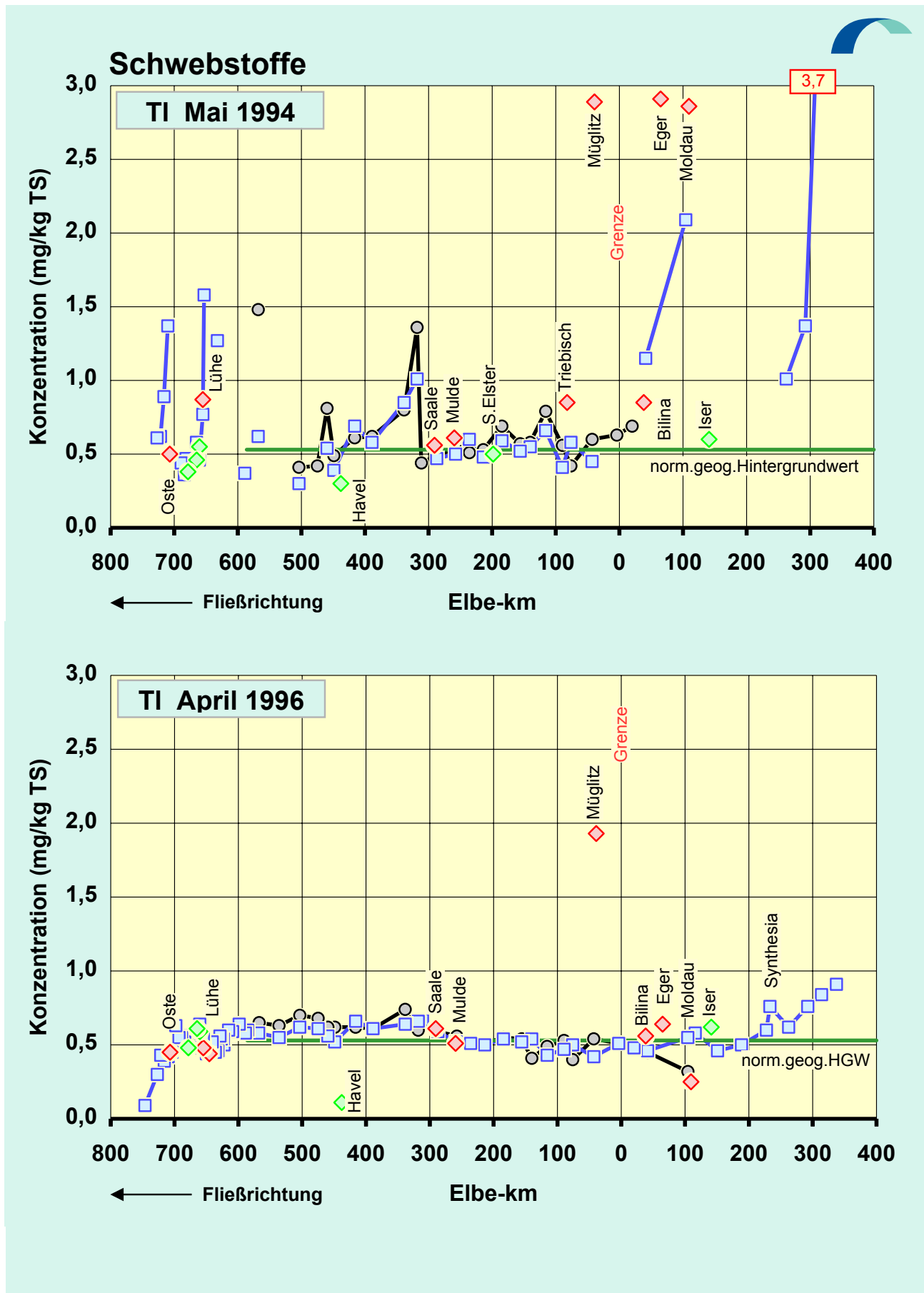


Abb.67d: Vergleich der **Thallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

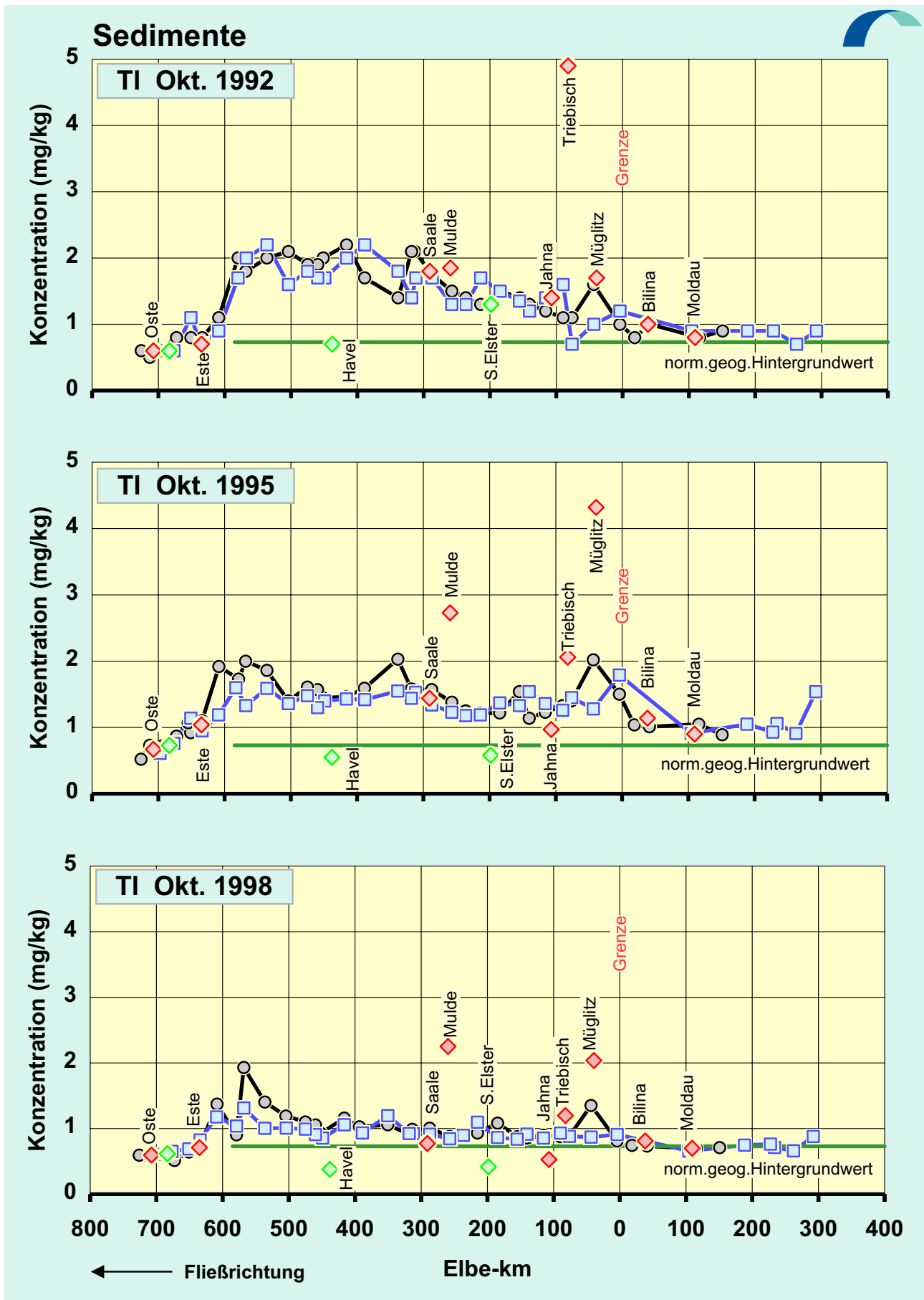


Abb.67e: Vergleich der **Thallium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

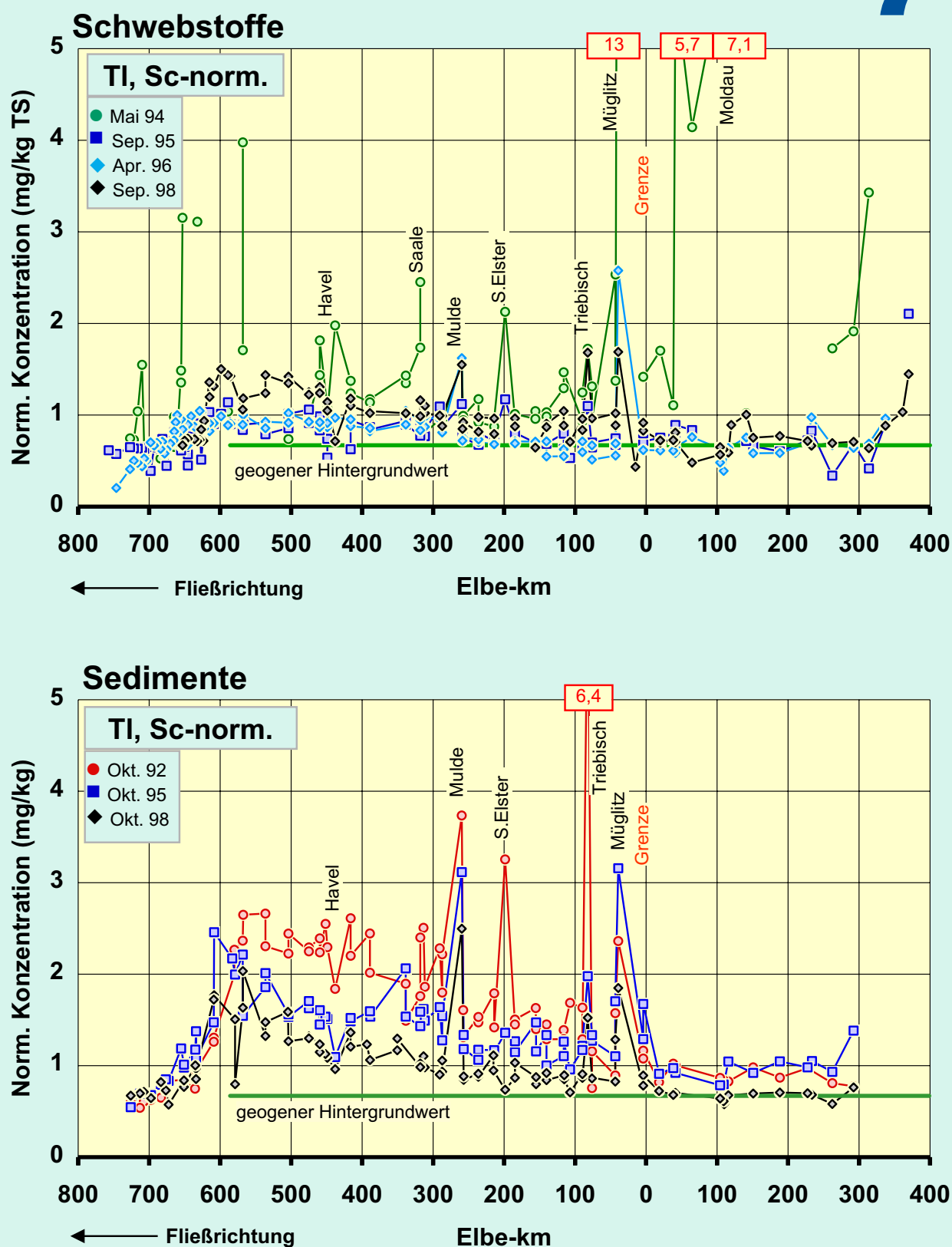


Abb.67f: Vergleich der Sc-normierten **Thallium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{TI}^{norm} = C_{TI} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Blei

Pb

Blei wird in der Elbe den anthropogen beeinflussten Elementen zugeordnet. Es ist fast vollständig an den Schwebstoff gebunden.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Konzentrationen zwischen etwa 0,03 und 1,0 µg/L gemessen. Viel höhere Werte wurden im Bereich der Synthesia-Werke gefunden (1996: 40 µg/L). Die Längsprofile zeigten keinen einheitlichen Verlauf. Soweit zu erkennen, nahmen die Bleikonzentrationen im Untersuchungszeitraum ab.

Die spezifischen Bleigehalte der **Schwebstoffe** bewegten sich meist zwischen 30 und 200 mg/kg. Höhere Werte wurden im Oktober 1993 in der Nähe der Synthesia- (400 mg/kg) und der Spolana-Neratovice-Werke (590 mg/kg) gefunden. Bei den Nebenflüssen fielen vor allem die Schwebstoffe der Triebisch durch höhere Konzentrationen auf (1998: 580 mg/kg). Im deutschen Teil der Elbe variierten die Gehalte relativ wenig. Bei den Konzentrationsverläufen der Herbstkampagnen war ein kleiner Wertesprung beim Zufluss von Mulde und Saale zu beobachten. Die mittleren Bleigehalte der untersuchten Schwebstoffe lagen für die beiden Frühjahrsbeprobungen von 1994 und 1996 am niedrigsten. Aber auch die jüngste Herbstkampagne von 1998 lieferte einen ähnlichen Medianwert.

Die Konzentrationen der **Elbsedimente** lagen meist im Bereich von 30 bis 300 mg/kg. Bei den Kampagnen von 1992 und 1998 wurden bei Bunthaus bzw. bei Neu Darchau zwei Ausreißerwerte von 610 bzw. 870 mg/kg ermittelt. Die Längsprofile zeigten schwach ansteigende spezifische Gehalte von der Quelle bis zu einem Maximum zwischen Schnackenburg und Bunthaus, danach fielen die Werte rasch in Richtung Nordsee ab. Im Mittel nahmen die Konzentrationswerte von 1992 bis 1998 deutlich ab.

Die **Sc-normierten** Bleigehalte deuten an, dass die Belastungen der Schwebstoffe und Sedimente auch 1998 noch relativ hoch sind.

Blei

Pb

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993				0,20	
Mai 1994	(0,15)	0,21	(0,13)	0,16	0,19
Sept. 1995	0,03	0,18	0,16	0,16	0,15
April 1996	0,07	0,20	0,25	0,12	0,14
Sept. 1998	-	0,09	0,10	0,18	< 0,10

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	77	161	173	161	159
Mai 1994	91	109	103	143	105
Sept. 1995	84	165	135	149	143
April 1996	82	117	99	92	102
Sept. 1998	-	99	123	132	< 109

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	80	241	185	192	195
Okt. 1995	72	170	152	122	157
Okt. 1998	72	171	130	115	135

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	22 - 35	16 - 28	24 - 47	16 - 47
Auensedimente / Mittelw.	27	23	36	29
normiert für Sedimente				21
normiert für Schwebstoffe				15

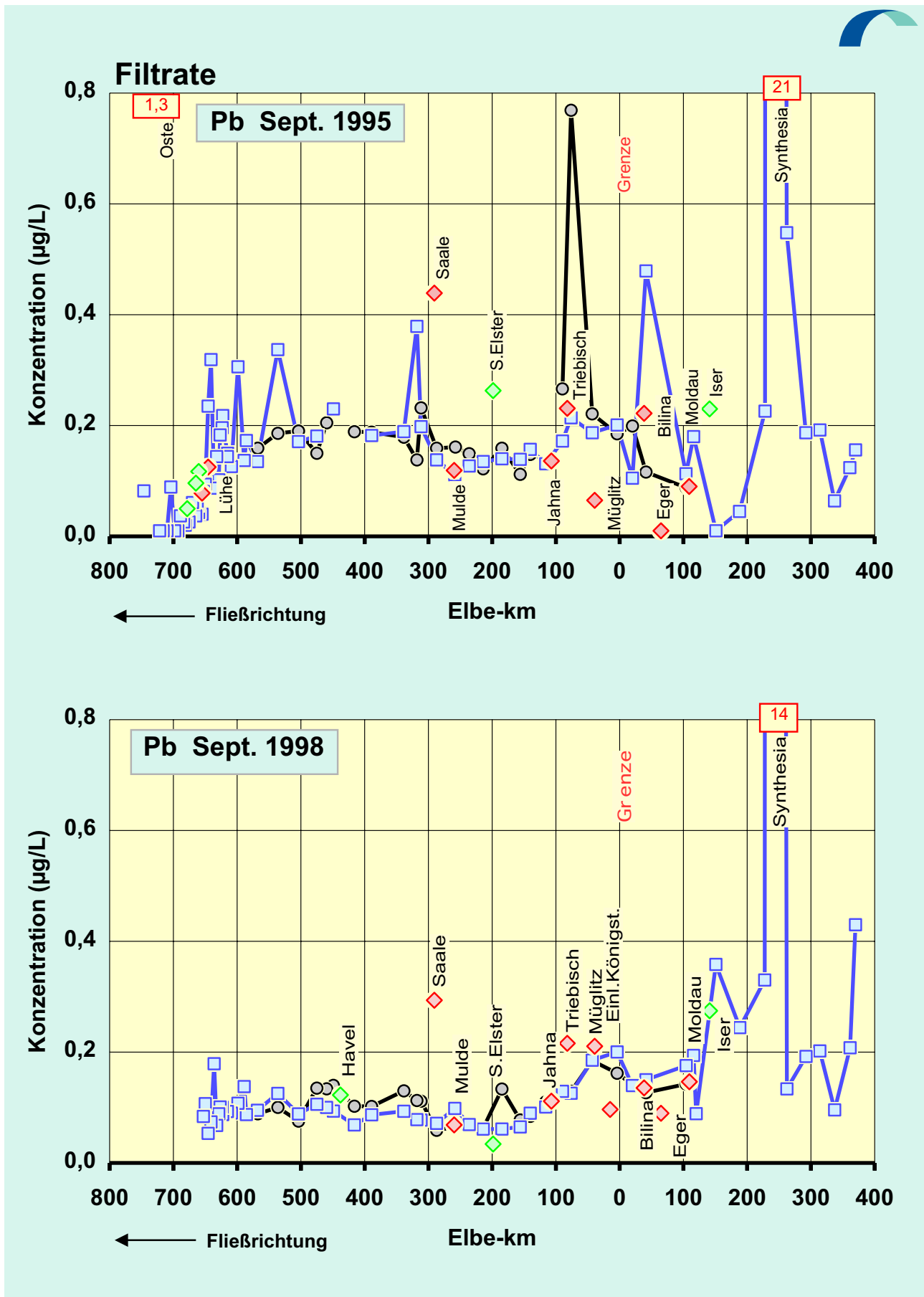


Abb.68a: Vergleich der **Blei**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: September 1995 / September 1998 / (Okt. 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

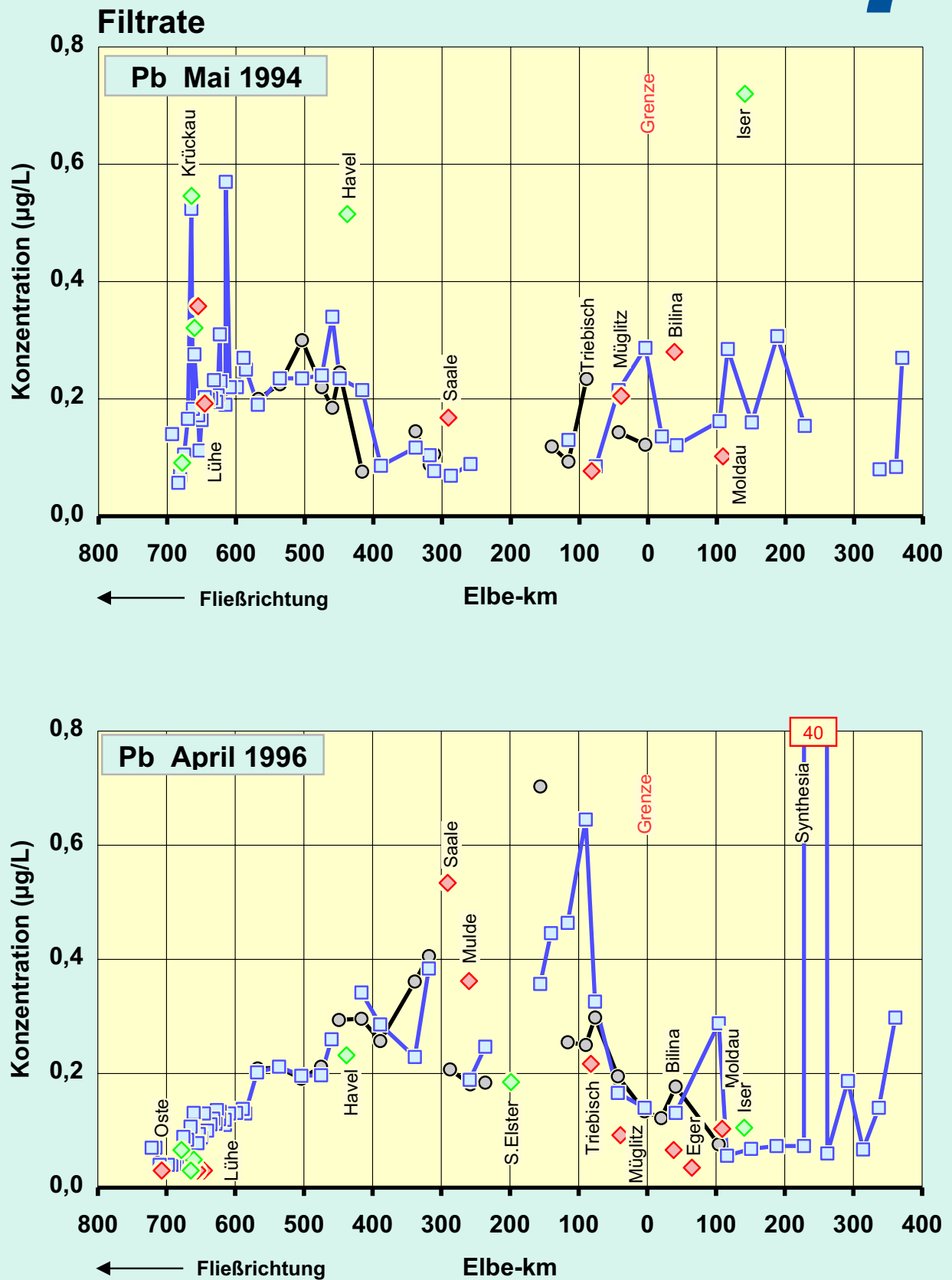


Abb.68b: Vergleich der **Blei**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

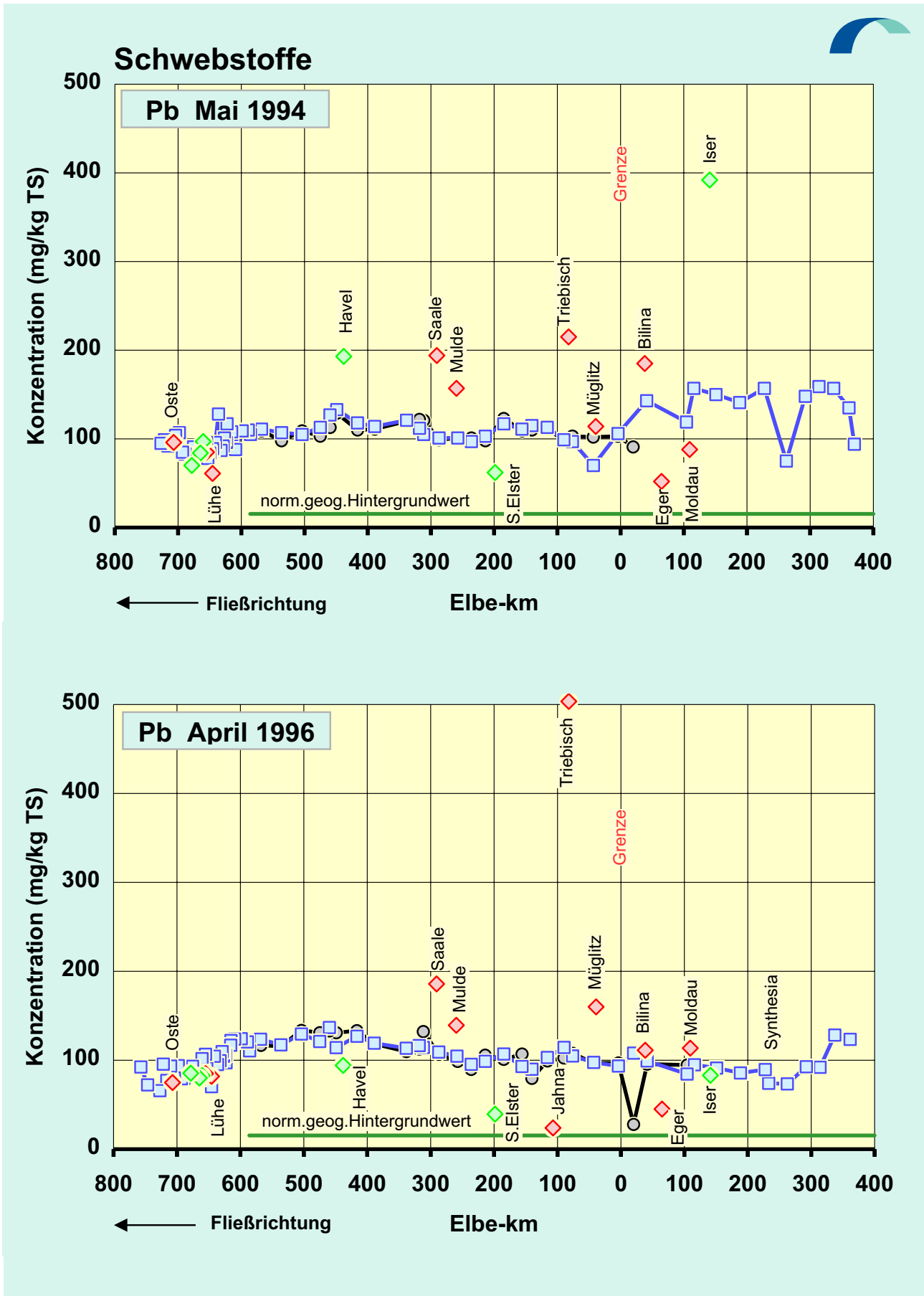


Abb.68d: Vergleich der **Blei**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

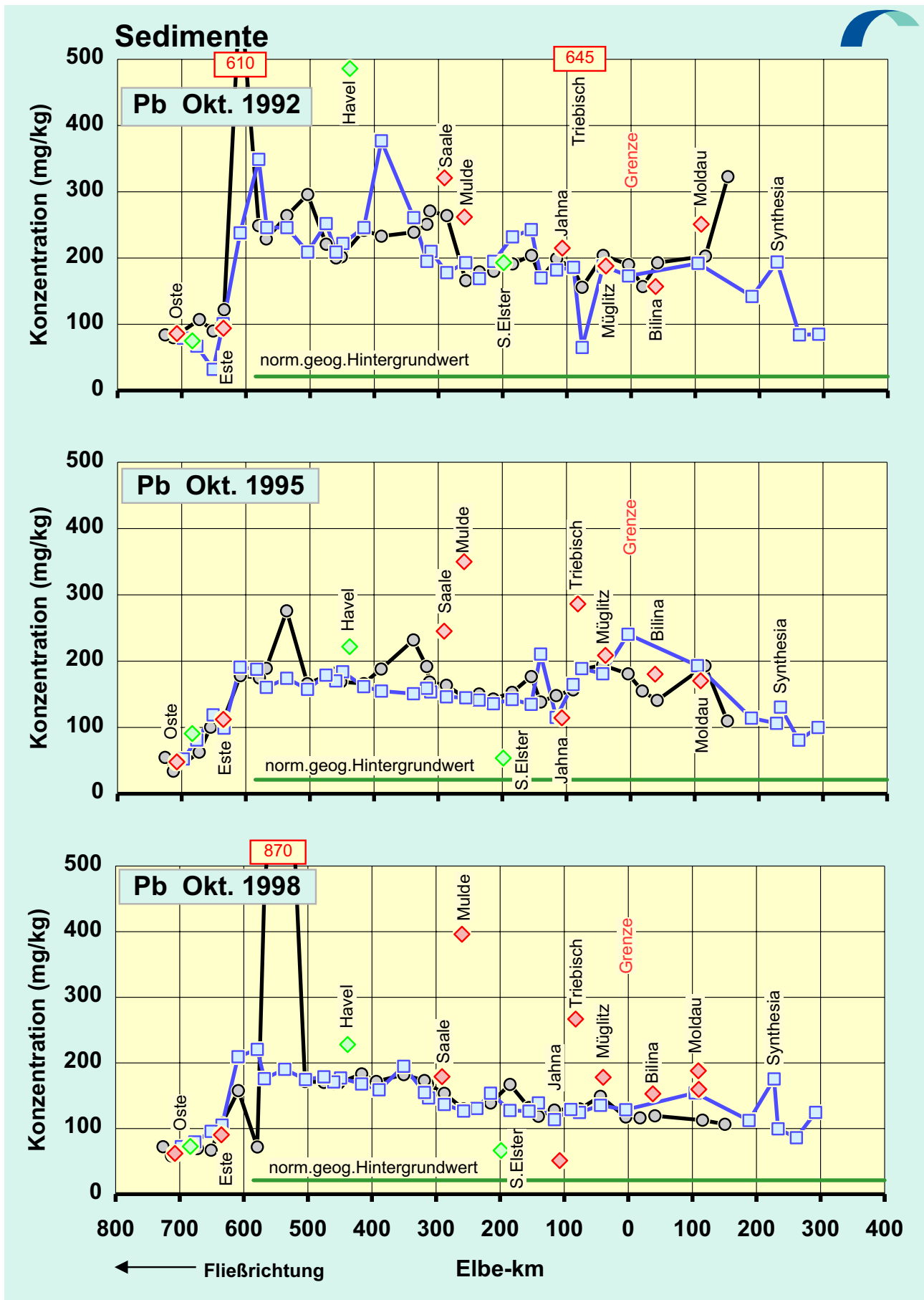


Abb.68e: Vergleich der **Blei-Konzentrationen** der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

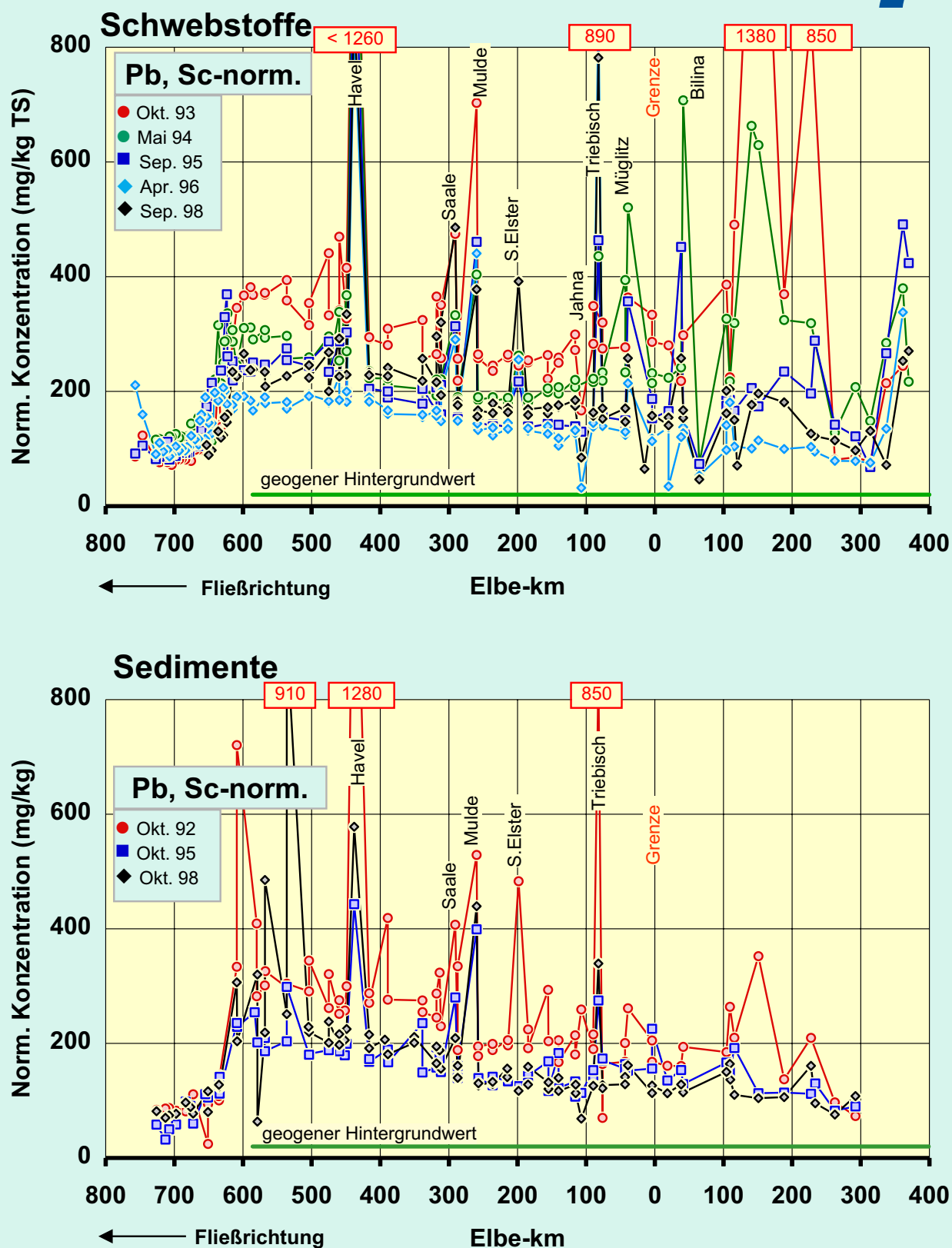


Abb.68f: Vergleich der Sc-normierten **Blei**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
 Normierung : $C_{Pb}^{norm} = C_{Pb} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Bismut



Bi

Bismut wird den in der Elbe anthropogen beeinflussten Elementen zugeordnet.

In den **Elbwasserfiltraten** lagen die Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von ungefähr 0,06 µg/L.

Auch für die **Schwebstoffe** von 1993 lagen die meisten Werte unter der Bestimmungsgrenze (ca. 0,3 mg/kg). Durch Steigerung der Empfindlichkeit konnten in den später gewonnenen Schwebstoffen vom Mai 1994 bis September 1998 spezifische Bismutgehalte zwischen 0,3 und 3,9 mg/kg bestimmt werden. Deutlich höhere Werte wurden in der Müglitz gefunden (1996: 55 mg/kg). Im Rahmen der analytischen Unsicherheiten ließen sich nur vorsichtige Aussagen zu Unterschieden zwischen den einzelnen Kampagnen machen. Der mittlere Gehalt vom Herbst 1998 scheint signifikant am niedrigsten zu liegen.

Die ermittelten Konzentrationen in den fraktionierten **Sedimenten** der Elbe lagen meist im Bereich von 0,5 bis 6 mg/kg. Wesentlich höhere Werte bis 33 mg/kg (1996) wurden am linken Elbufer bei Pillnitz gefunden. Diese hohen Gehalte wurden durch die Einträge der hoch belasteten Müglitz (1995: 190 mg/kg) verursacht. Die mittleren Konzentrationen der Elbe sanken im untersuchten Zeitraum deutlich ab.

Die **Sc-normierten** Längsprofile bestätigen die Reduzierung der Sedimentbelastung im Untersuchungszeitraum. Die normierten Gehalte der jüngsten Sedimente nähern sich denen der Schwebstoffe von 1998. Daneben sind in den Verläufen besonders die Müglitz, aber auch die Mulde als bedeutende Belastungsquellen für Bismut zu erkennen.

Bismut

Bi

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,06
Mai 1994					< 0,06
Sept. 1995					< 0,06
April 1996					< 0,06
Sept. 1998					< 0,06

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 1,2
Mai 1994	(0,9)	(0,7)	0,8	(1,5)	(0,8)
Sept. 1995	1,0	1,2	1,0	(0,9)	1,1
April 1996	0,9	1,0	1,1	0,6	1,0
Sept. 1998	-	0,7	0,8	0,7	0,7

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	0,8	2,8	2,0	1,3	2,2
Okt. 1995	1,0	1,9	1,9	1,1	1,7
Okt. 1998	0,8	1,4	1,4	0,8	1,3

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	0,64 - 0,67	0,47 - 0,77	0,52 - 1,22	0,47 - 1,22
Auensedimente / Mittelw.	0,68	0,62	0,79	0,69
normiert für Sedimente				0,51
normiert für Schwebstoffe				0,37

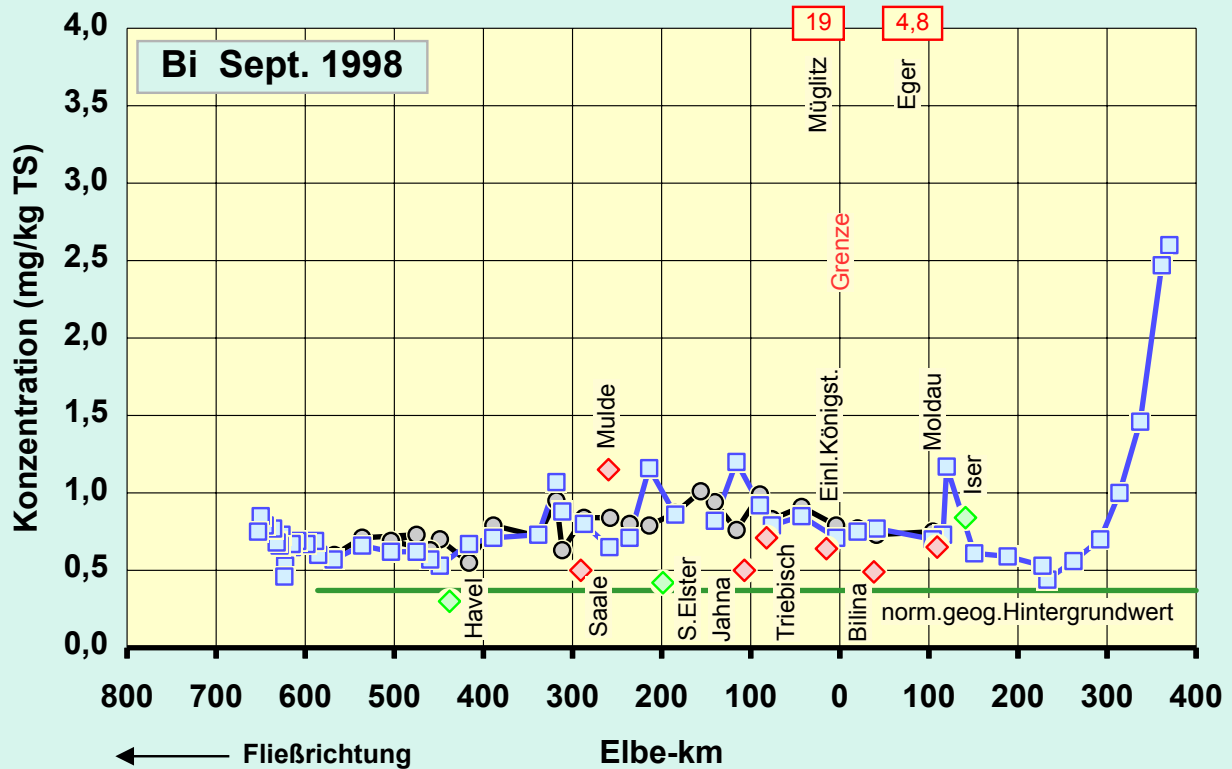
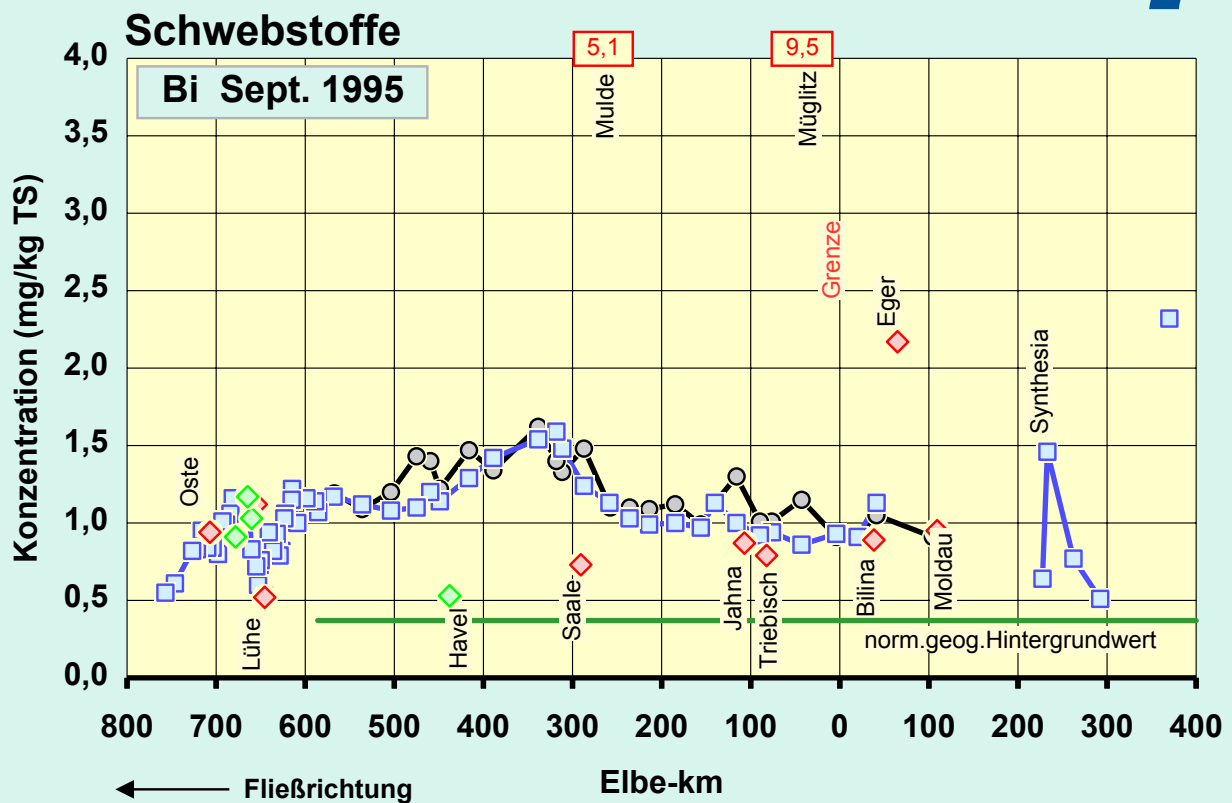


Abb.69c: Vergleich der **Bismut**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Sept. 1995 / Sept. 1998 / (Sept. 1993 keine Messwerte)

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

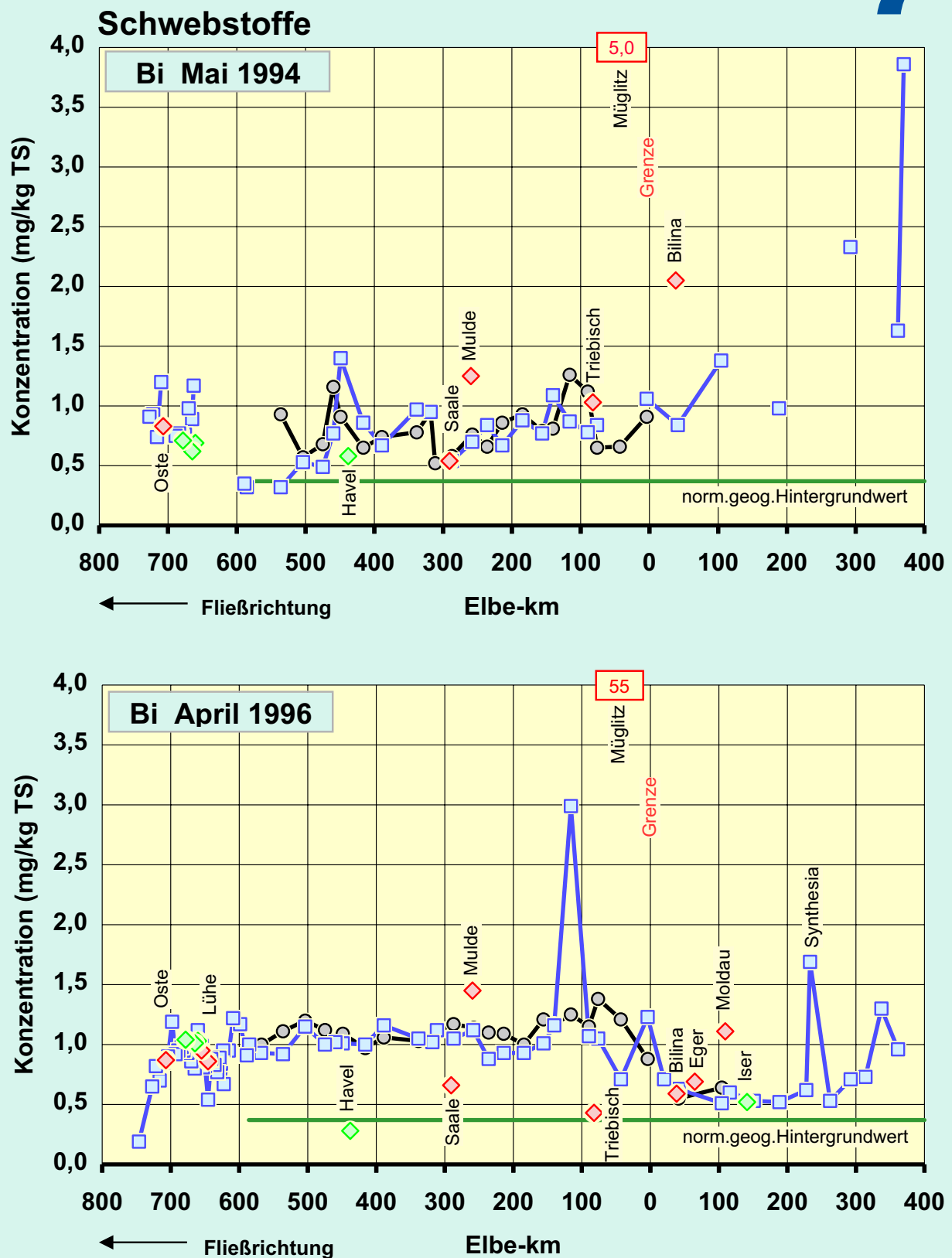


Abb.69d: Vergleich der **Bismut**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

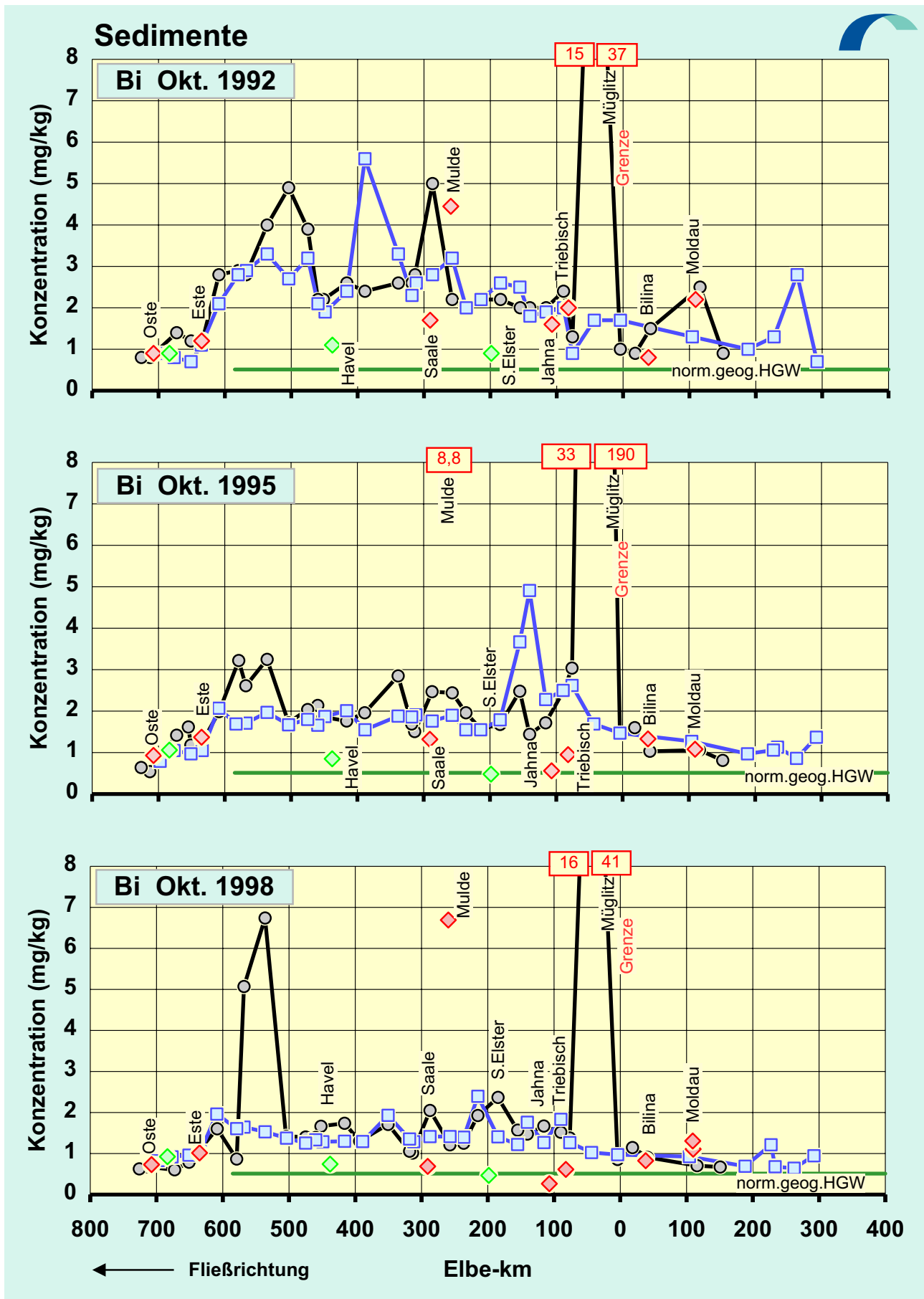


Abb.69e: Vergleich der **Bismut**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

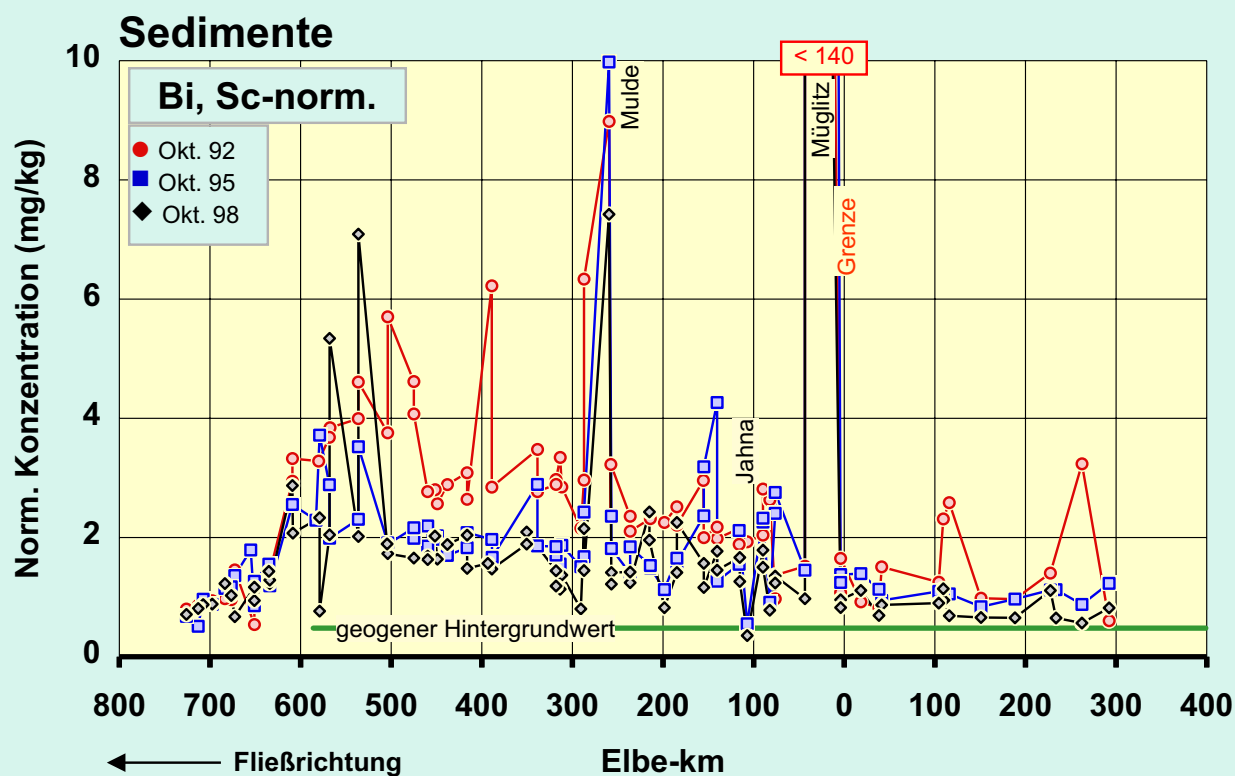
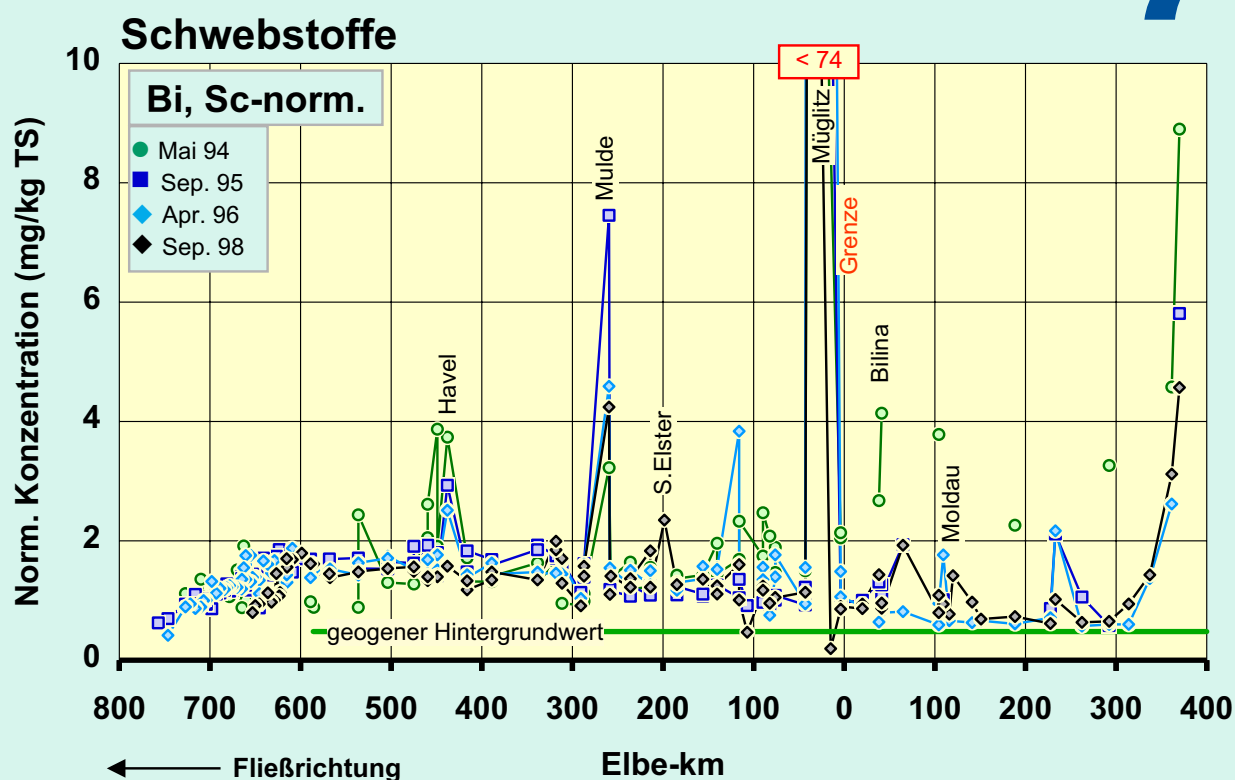


Abb.69f: Vergleich der Sc-normierten **Bismut**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Bi}^{norm} = C_{Bi} / C_{Sc} \cdot C^0_{Sc}$, mit $C^0_{Sc} = 13 \text{ mg/kg}$

Thorium

Th

Das in der Elbe meist nur geogen beeinflusste Element Thorium wird im Elbwasser vor allem partikulär gebunden transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** lagen die meisten Thoriumgehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/L. Wesentlich höhere Werte wurden bei den Synthesia-Werken gefunden (1995: 0,68 µg/L, 1996: 1,2 µg/L).

Die gemessenen spezifischen Thoriumgehalte der **Schwebstoffe** der Elbe bewegten sich meist in einem Bereich von etwa 2 bis 12 mg/kg, in Nähe der Synthesia-Werke bis zu über 100 mg/kg (1995). Wie bei vielen geogen geprägten Elementen fielen die Konzentrationen in Fließrichtung bis zum Tidebereich ab und stiegen dann in der Trübungszone noch einmal an. Aufgrund des erhöhten Tonmineralanteils bzw. verringerten Organikanteils nahmen die spezifischen Thoriumgehalte in den Schwebstoffen von 1995/'96 gegenüber denen von 1993/'94 zu. Im Herbst 1998 fielen die Werte aber wieder auf das Niveau von Herbst 1993.

Die Analysen der fraktionierten **Sedimente** ergaben Konzentrationen im Bereich von 9 bis 17 mg/kg, wobei die Werte in Fließrichtung der Elbe leicht abfielen. Als Median, aber auch in den Nebenflüssen Müglitz und Triebisch wurden für die Sedimente von 1995 die höchsten Gehalte gemessen. Bei den im Oktober 1998 gezogenen Sedimenten fielen einige hohe Konzentrationswerte unterhalb von Elbe-km 500 auf.

Die **Sc-Normierung** der Thoriumkonzentrationen glättet die natürlichen Schwankungen weitgehend, so dass die Längsprofile für die verschiedenen Kampagnen annähernd zur Deckung gelangen. Nur der Quellbereich, die Umgebung der Synthesia-Werke und die Nebenflüsse Müglitz und Triebisch heben sich durch höhere Th/Sc-Verhältnisse hervor.

Thorium

Th

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993					< 0,05
Mai 1994					< 0,05
Sept. 1995					< 0,05
April 1996					< 0,05
Sept. 1998					< 0,05

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	9,4	6,4	7,6	6,9	7,5
Mai 1994	8,3	5,4	6,3	7,6	6,3
Sept. 1995	9,2	8,5	10,1	9,2	9,3
April 1996	9,6	8,2	8,8	10,4	8,8
Sept. 1998	-	5,8	7,7	8,5	7,1

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	11,4	10,8	11,4	11,5	11,3
Okt. 1995	12,4	11,5	13,1	12,8	12,4
Okt. 1998	11,9	10,7	11,6	11,4	11,3

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	9 - 19	11 - 17	11 - 18	9 - 19
Auensedimente / Mittelw.	16	14	14	15
normiert für Sedimente				11
normiert für Schwebstoffe				8

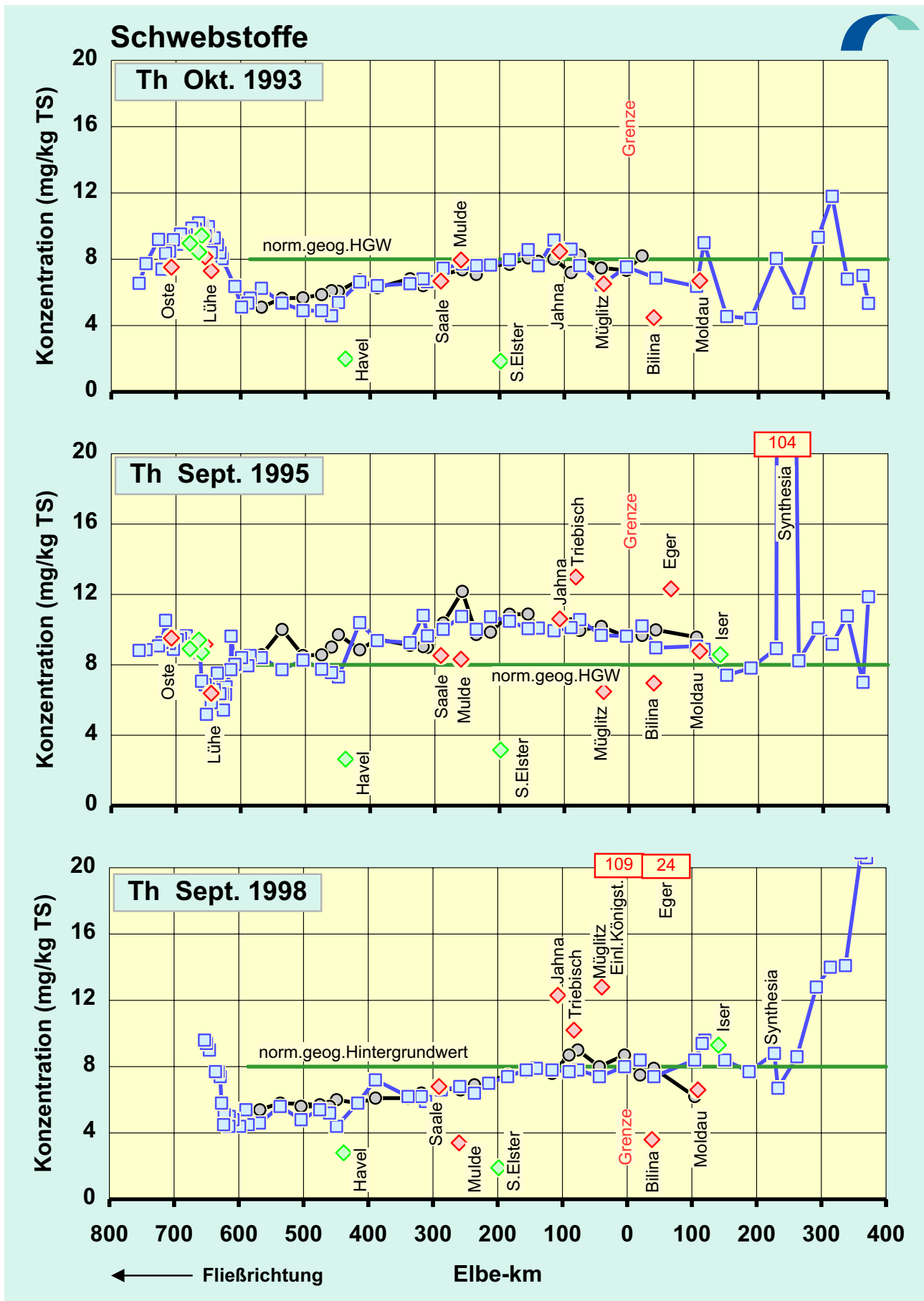


Abb.70c: Vergleich der **Thorium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

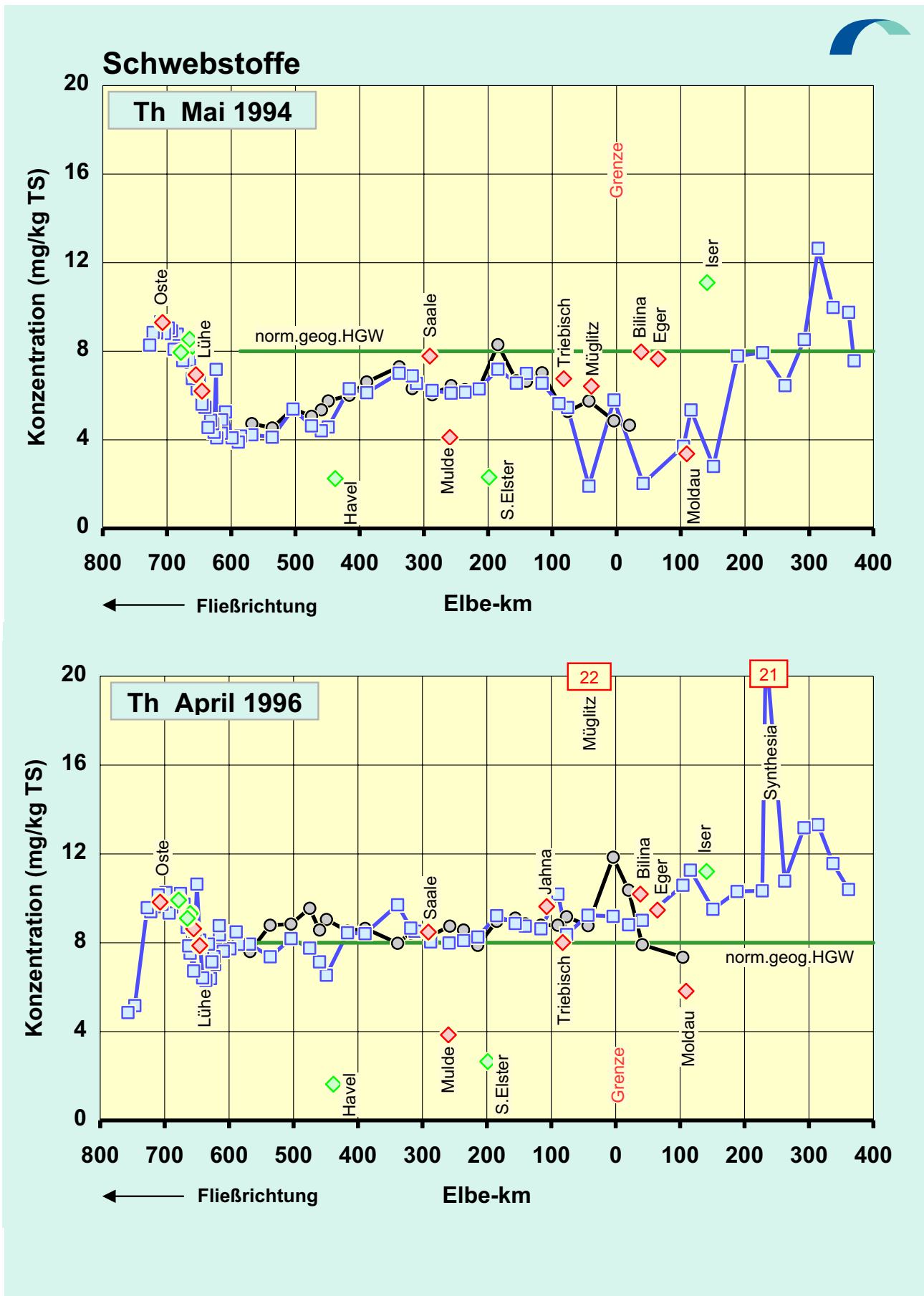


Abb.70d: Vergleich der **Thorium**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ♦ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

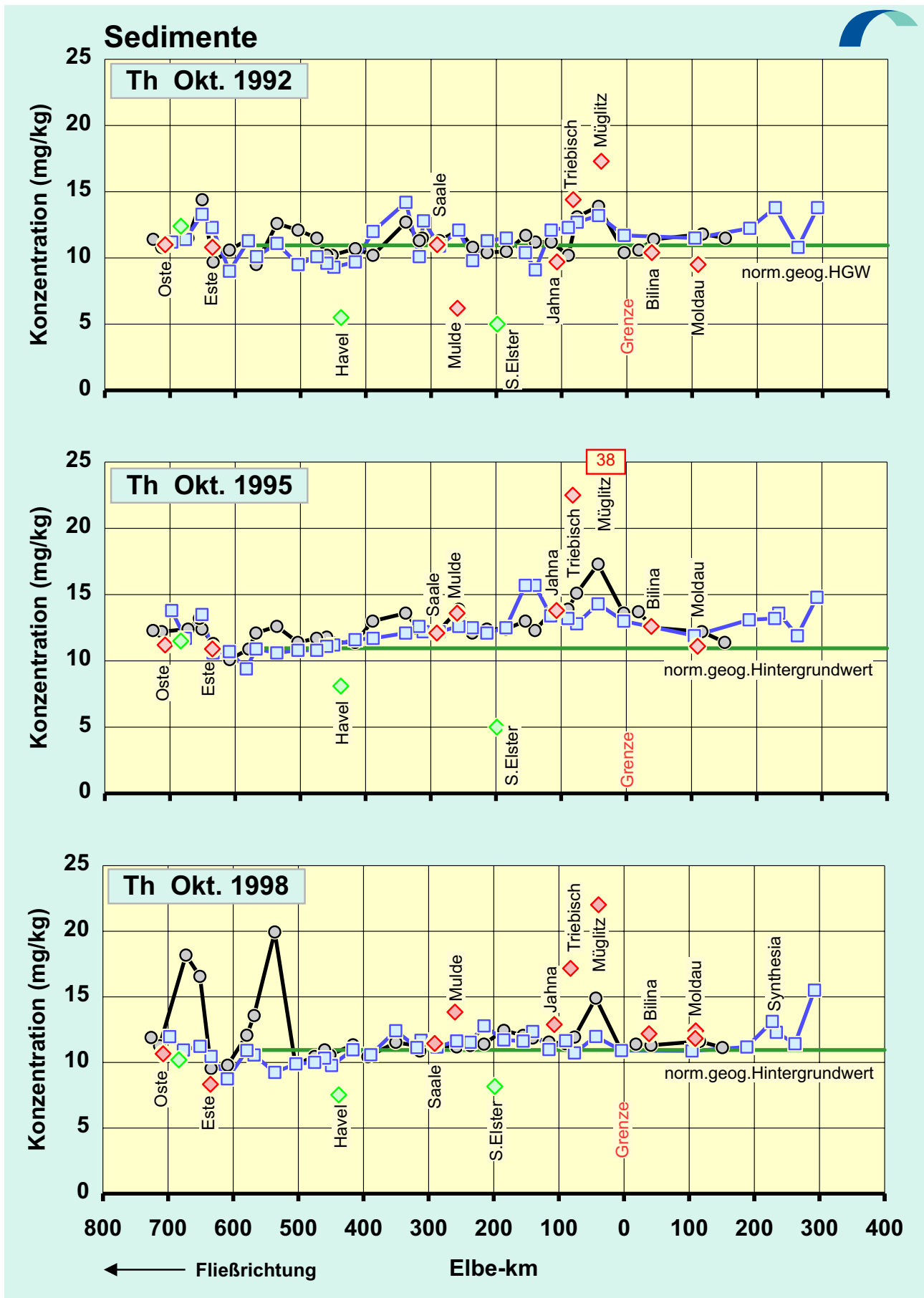


Abb.70e: Vergleich der **Thorium**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

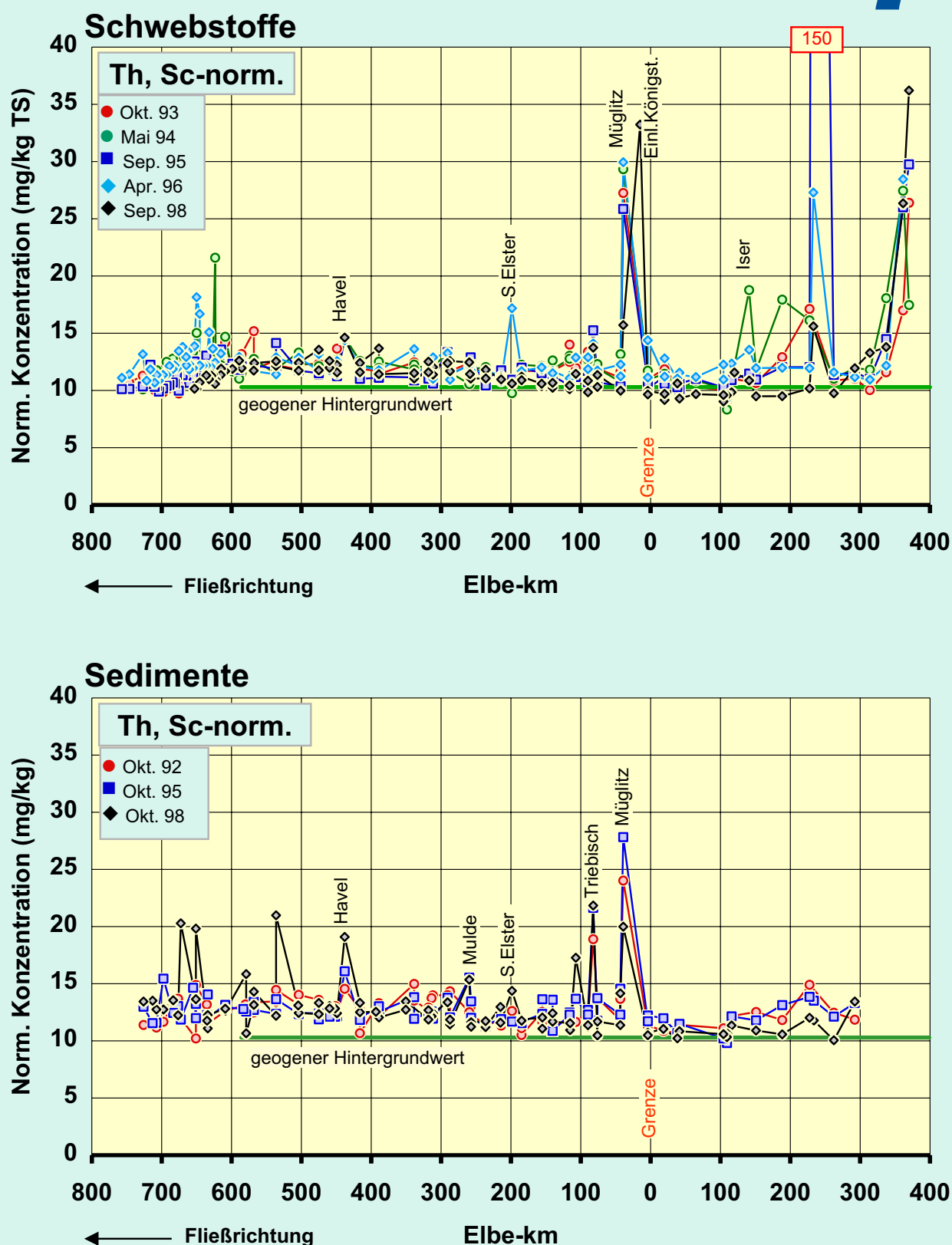


Abb.70f: Vergleich der Sc-normierten **Thorium**-Konzentrationen in der **Schwabstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probenahmezeitpunkte.
Normierung : $C_{Th}^{norm} = C_{Th} / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Uran



Der Urangehalt in der Elbe ist stark anthropogen beeinflusst. Außer in den besonders schwebstoffreichen Zonen wird das Element in der Wasserphase zu über 80 % gelöst transportiert.

In den **Elbwasserfiltraten** wurden Urankonzentrationen von 0,1 bis zu 2,6 µg/L bestimmt. Deutlich höhere Gehalte fanden sich in den Nebenflüssen Mulde und Saale, besonders niedrige (bis unter 0,1 µg/L) besaßen die Filtrate aus der Elbequelle (1994 -1998), der Schwarzen Elster, der Havel und den Nebenflüssen unterhalb von Hamburg. Eine extrem große Urankonzentration von 410 µg/L wurde 1998 (1999: 200 µg/L) an einem Einleiter unterhalb von Königstein (Elbestollen, Uranbergbau) entdeckt. Die für die verschiedenen Probennahmejahre nicht ganz einheitlichen Längsprofile zeigten meist kontinuierlich steigende Konzentrationen von der Quelle bis zur Schwarzen Elster. Dann führten Mulde und Saale zu einem sprunghaftem Anstieg der Urankonzentration in der Elbe, die bis zur Tideelbe wieder absank. Im Tidebereich nahmen die Werte durch Vermischung mit relativ uranhaltigem Meerwasser in Richtung Nordsee wieder zu. Von 1993 bis 1996 nahmen die Urangehalte leicht ab, stiegen 1998 aber wieder etwas an.

In den **Schwebstoffen** der Elbe wurden meist spezifische Urankonzentrationen von 1,2 bis etwa 10 mg/kg, im Quellbereich sogar bis über 50 mg/kg nachgewiesen. Höhere Konzentrationen wurden in den Nebenflüssen Müglitz (1998: 40 mg/kg) und Mulde (1995: 104 mg/kg) gefunden. Noch sehr viel höhere Urangehalte wurden für die Schwebstoffe aus dem Elbestollen ermittelt; sie betrugen 1998: 21500 mg/kg und 1999: 16100 mg/kg. Der Längsverlauf für die verschiedenen Probennahmen war recht unterschiedlich. Für alle Kampagnen wurden aber im Quellbereich hohe und im Tidebereich niedrige Konzentrationen gefunden. Im deutschen Teil der Elbe lagen die Gehalte in den Schwebstoffen von 1994 deutlich unter denen von 1993, '95 und '96. In der Kampagne von Herbst 1998 wurden für den Elbabschnitt unterhalb des Muldezuflusses im Mittel die niedrigsten Konzentrationen bestimmt.

Die Gehalte der **Elbsedimente** bewegten sich im Bereich von etwa 2,7 bis 31 mg/kg. Wie auch bei anderen anthropogen beeinflussten Elementen beobachtet, streuten die Einzelwerte von 1992 sehr, besonders im Bereich vom Saalezufluss bis zum Geesthachter Wehr. Hohe Konzentrationen wurden in den Sedimenten aus der Mulde gefunden. Im untersuchten Zeitraum sanken die mittleren Gehalte und näherten sich im Oktober 1998 fast dem normierten geogenen Hintergrundwert an.

Die **Sc-normierten** Längsprofile zeigen insgesamt einen leichten Anstieg von Lysa bis Geesthacht und dann einen steilen Abfall in Richtung Mündung. Ein zeitlicher Trend ist bei den Schwebstoffen nicht klar erkennbar. Die Proben aus dem Quellbereich und aus den Nebenflüssen Müglitz und Mulde zeichnen sich durch besonders hohe Uran/Scandium-Verhältnisse aus.

Uran

U

Medianwerte der Elbabschnitte

Filtrate (µg/L)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	(1,5)	1,7	1,3	1,1	1,4
Mai 1994	1,7	1,4	1,2	0,5	1,4
Sept. 1995	2,2	1,3	1,1	0,8	1,3
April 1996	1,3	1,1	0,9	0,6	1,0
Sept. 1998	-	1,7	1,1	0,9	1,3

Schwebstoffe (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 400	gesamt
Okt. 1993	2,2	3,2	7,6	4,8	4,2
Mai 1994	2,5	2,8	2,7	4,7	2,8
Sept. 1995	2,6	5,2	5,6	5,2	5,2
April 1996	2,8	4,1	4,7	4,6	4,2
Sept. 1998	-	2,1	4,1	4,8	3,2

Sedimente (mg/kg)

Kampagne	km 730 - 650	km 650 - 260	km 260 - 0	CZ km 0 - 300	gesamt
Okt. 1992	3,4	7,0	7,0	5,6	6,5
Okt. 1995	3,2	5,6	6,5	5,0	5,7
Okt. 1998	3,2	5,1	5,3	4,5	5,1

Gehalte in alten, unbelasteten Elbauensedimenten und normierte Werte

geogene Hintergrundwerte (mg/kg)

Kompartiment	Tangermünde	Roudnice	Hradec Králové	gesamt
Auensedimente / Bereich	4,3 - 14	3,5 - 8,3	4,4 - 7,6	3,5 - 14
Auensedimente / Mittelw.	7,8	5,8	5,8	6,5
normiert für Sedimente				4,7
normiert für Schwebstoffe				3,4

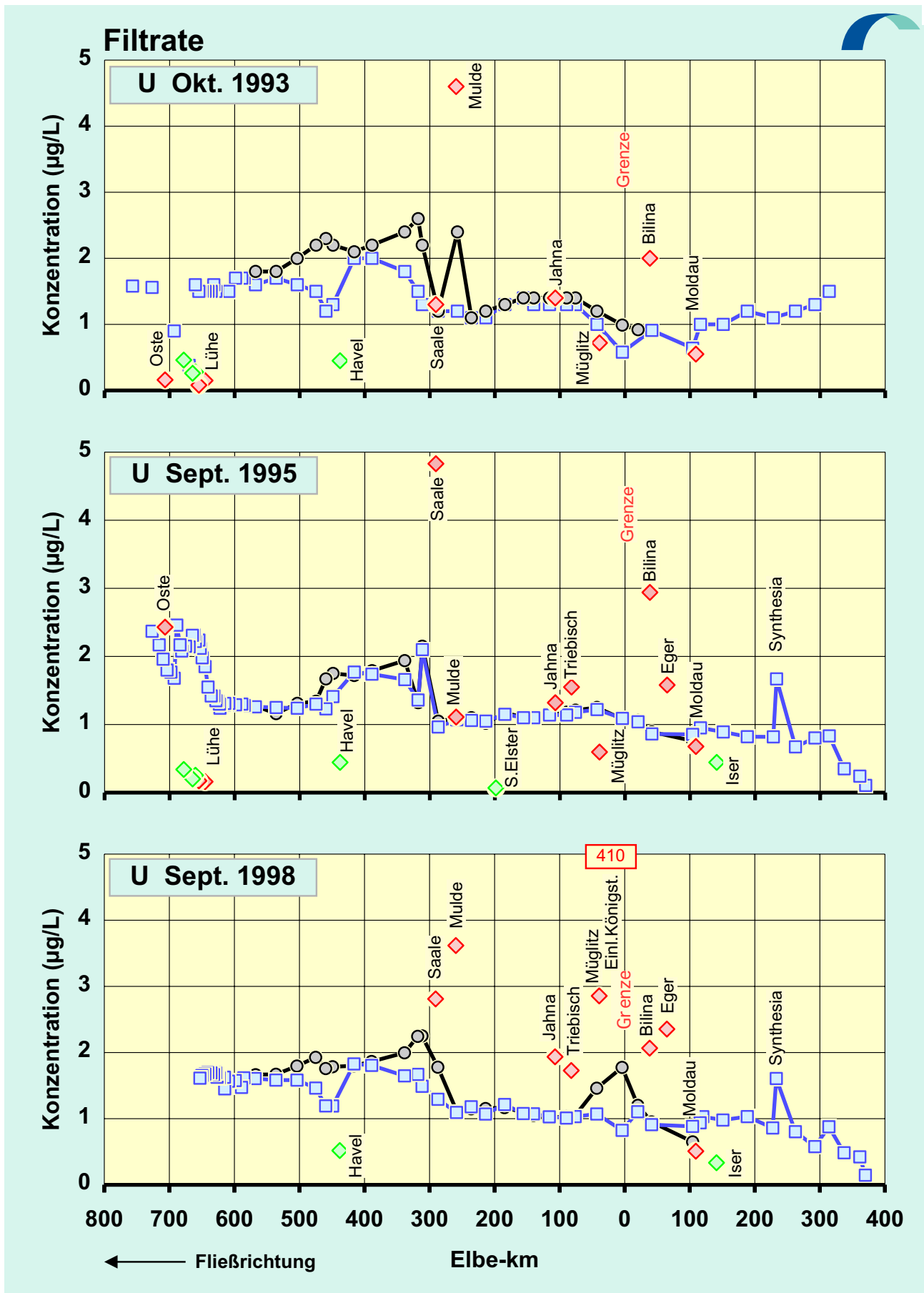
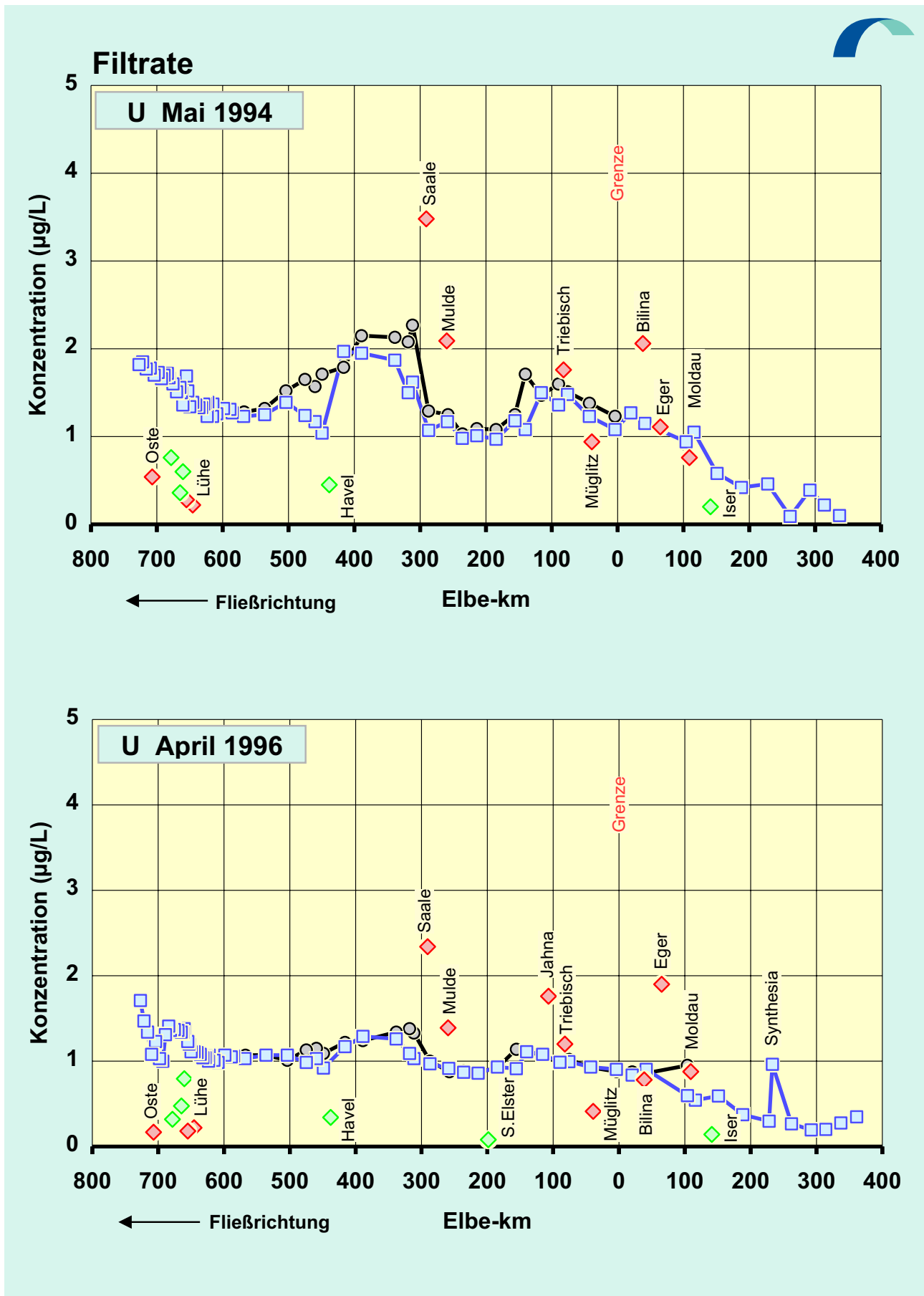


Abb.71a: Vergleich der **Uran**-Konzentrationen in den **Filtraten** der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / September 1995 / September 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts



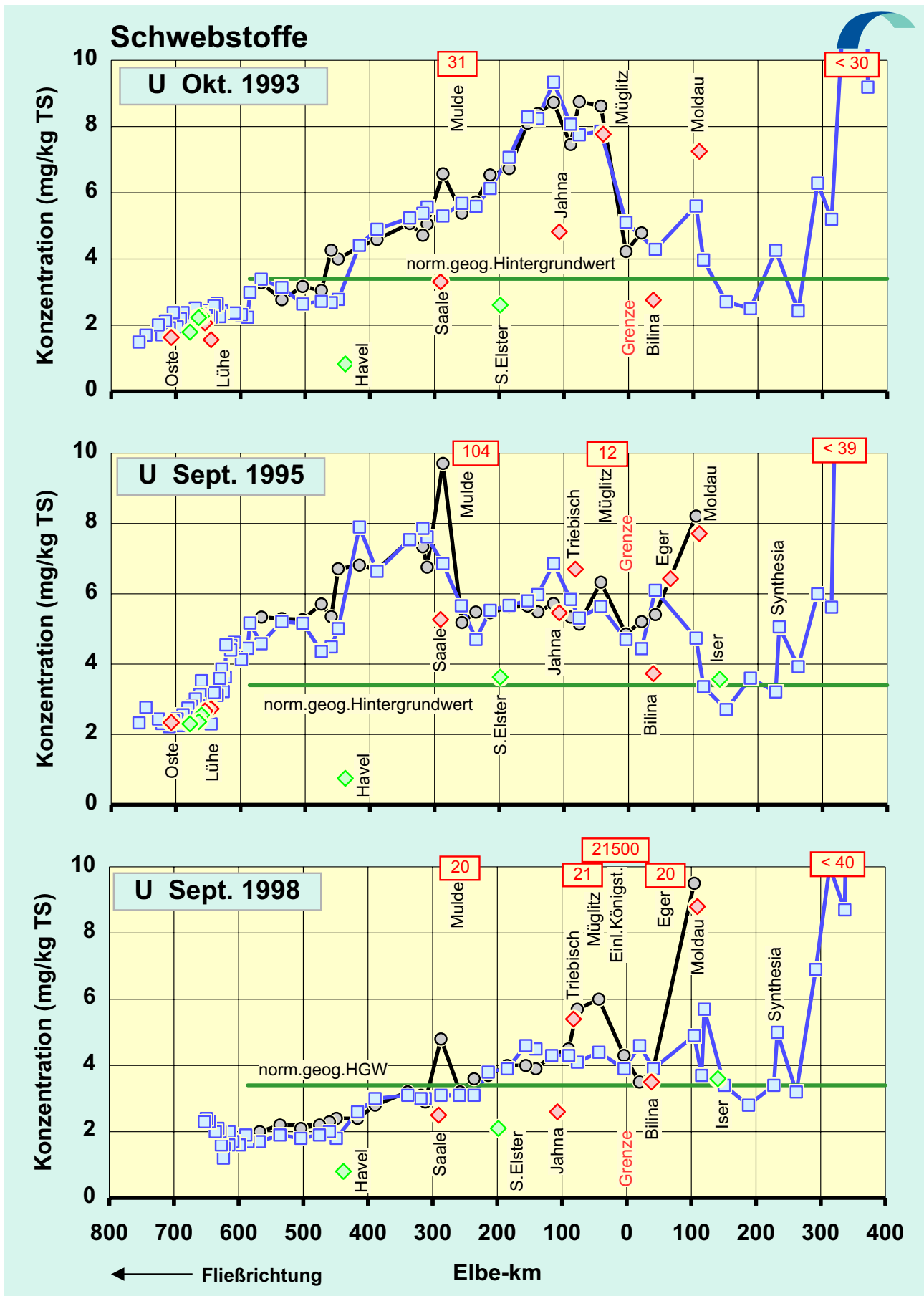


Abb.71c: Vergleich der **Uran**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1993 / Sept. 1995 / Sept. 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

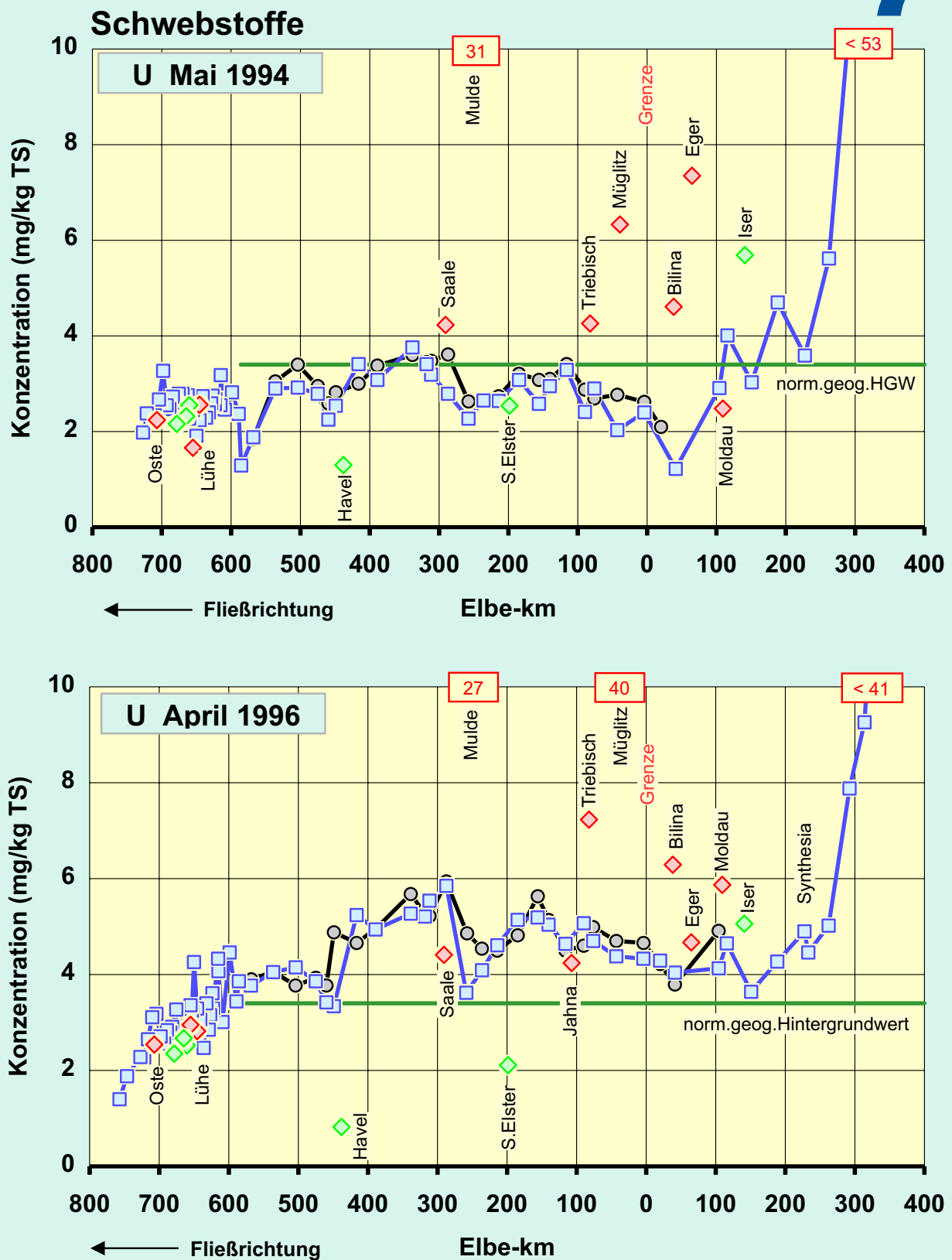


Abb.71d: Vergleich der **Uran**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trockensubstanz (TS) der Elbe von der Mündung bis zur Quelle: Mai 1994 / April 1996

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◆ Nebenfluss rechts

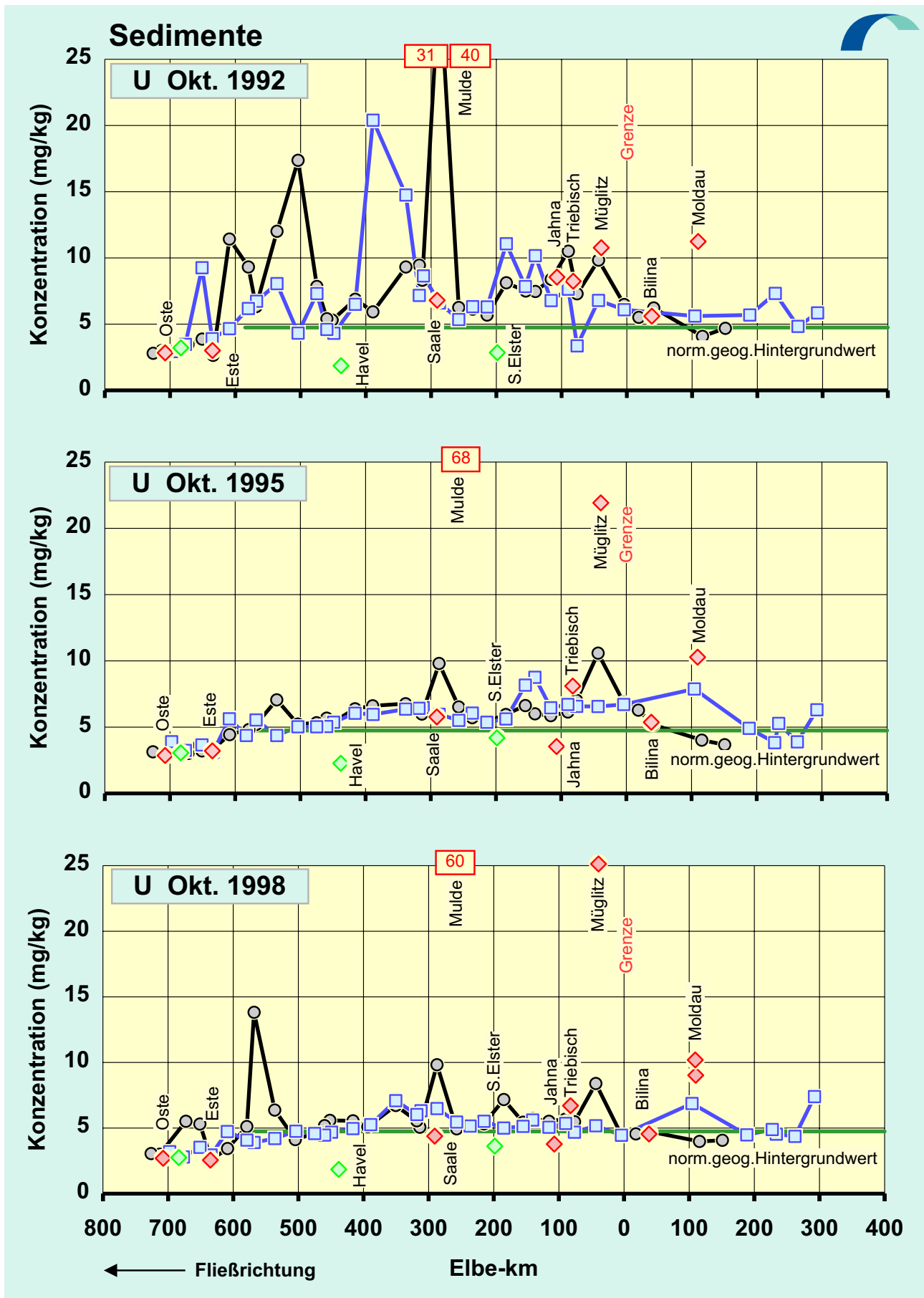


Abb.71e: Vergleich der **Uran**-Konzentrationen der Elbe-**Sedimente** (<20µm-Fraktion) von der Mündung bis zur Quelle: Oktober 1992 / Oktober 1995 / Oktober 1998

Legende: ■ rechtes Ufer und Flussmitte ● linkes Ufer ◆ Nebenfluss links ◇ Nebenfluss rechts

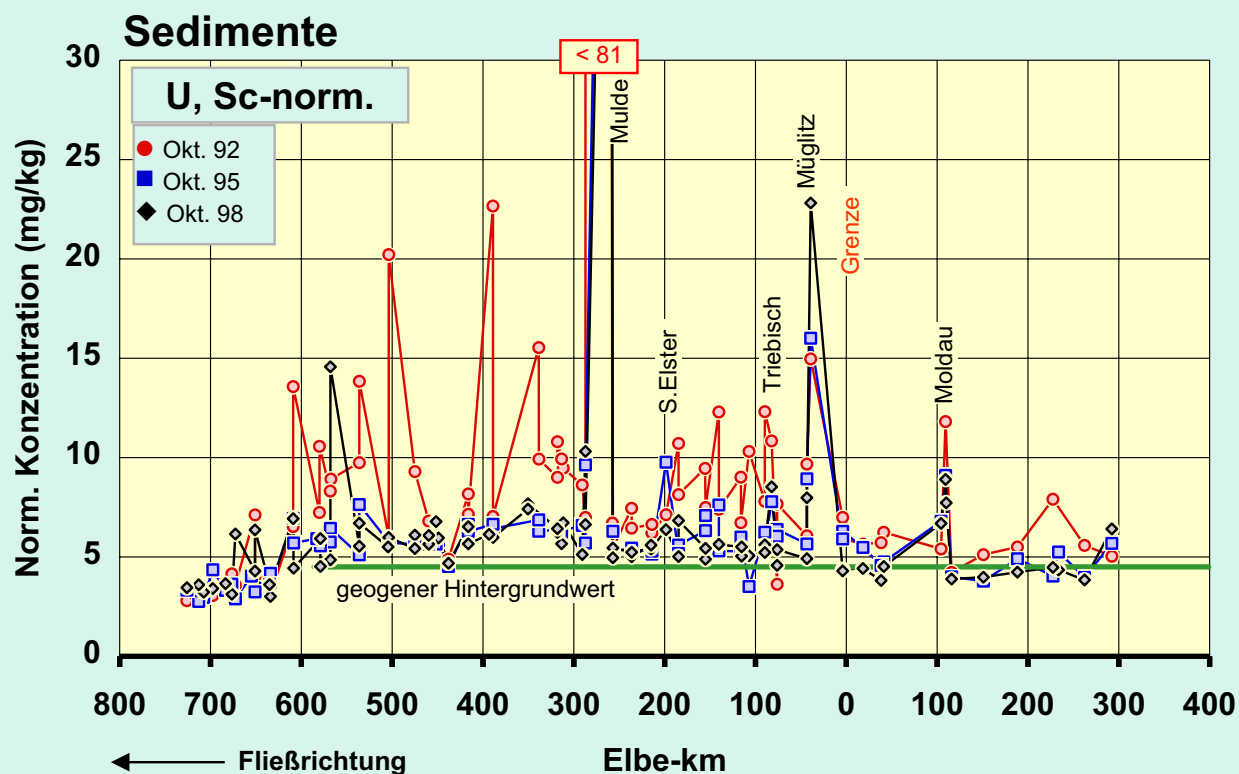
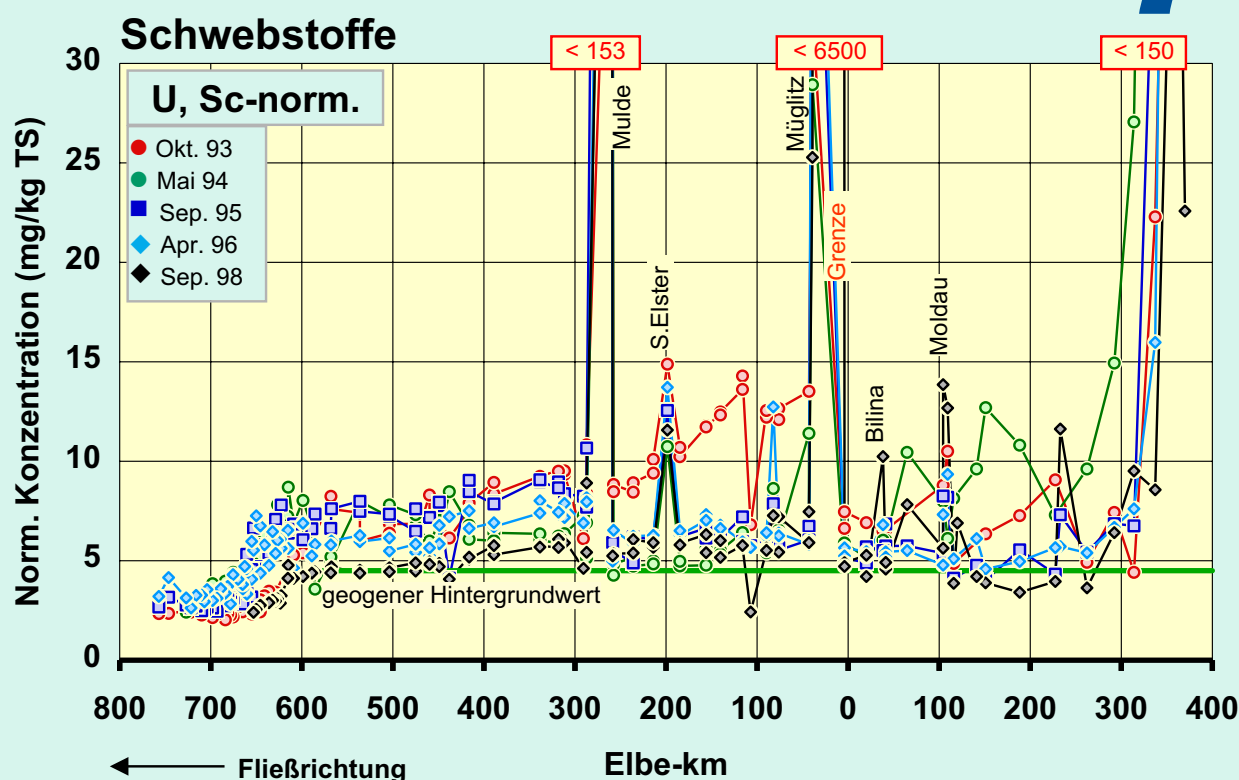


Abb.71f: Vergleich der Sc-normierten **Uran**-Konzentrationen in der **Schwebstoff**-Trocken-
substanz (TS) (oben) und der < 20-µm-Fraktion der **Sedimente** (unten) der Elbe von
der Mündung bis zur Quelle für diverse Probennahmezeitpunkte.
Normierung : $C_U^{norm} = C_U / C_{Sc} \cdot C_{Sc}^0$, mit $C_{Sc}^0 = 13 \text{ mg/kg}$

Danksagung

Für die Förderung der vorliegenden Untersuchungen, die im Rahmen des Projekts "Elbe 2000" durchgeführt wurden, bedanken wir uns beim Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF).

Für die gute Zusammenarbeit und tatkräftige Unterstützung möchten wir uns bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Wassergütestelle Elbe der ARGE Elbe, der Povodí Labe a.s., der Povodí Vltava, dem VÚV Prag, dem Institut für Gewässerforschung Magdeburg des UFZ-Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle, dem Staatlichen Amt für Wasser und Abfall (STAWA) Stade, dem Staatlichen Amt für Umweltschutz (STAU) in Magdeburg, dem Helicopter Service Wasserthal GmbH, der Firma Bittner – Angewandte Umweltphysik und Wissenschaftliche Publizistik, der Firma SciCon GbR, sowie der GKSS-Verwaltung herzlich bedanken.

Für die Erteilung der für die Probennahmen erforderlichen Genehmigungen bedanken wir uns bei den deutschen und tschechischen Verkehrs- und Umweltschutzministerien bzw. -behörden.

