

# **Die gelösten und ungelösten Bestandteile von Hunte, Weser, Jade und Haaren**

von Rolf Wehausen  
ICBM  
Carl-von-Ossietzky-Universität  
Postfach 2503  
26111 Oldenburg

Oldenburg, im August 1997

## **Einleitung**

In der vorliegenden Studie wurden erstmalig das Wasser (gelöste Bestandteile) sowie die Schwebfracht (ungelöste Bestandteile) von Flüssen des Oldenburger Landes geochemisch untersucht. Ziel war zum einen die Erstellung eines Datensatzes, der die Haupt- und Spurenelementzusammensetzung der Flüsse beinhaltet. Zum anderen sollte - mit Hinblick auf eventuelle zukünftige Untersuchungen - eine erste geochemische Charakterisierung der untersuchten Gewässer vorgenommen werden.

## **Probenahme**

Eine Skizze von dem Probenahmegebiet mit den Flüssen, einigen Orten zur Orientierung und den Probenahmestationen findet sich in Abbildung 1, Informationen zu Datum und Uhrzeit der jeweiligen Probenahme in Tabelle 1.

Die Proben wurden mit einer Polyethylen-Flasche genommen, die an einer Nylon-schnur befestigt und mit einem Stein beschwert war. Vor der Probenahme wurde diese Flasche mit dem jeweiligen Flußwasser gespült. Sie wurde entweder von einer Brücke in der Mitte des Gewässers herabgelassen oder vom Ufer ca. 6 m weit ausgeworfen. Es wurden damit die oberen ca. 10 cm der Wassersäule beprobt. Bis zur Filtration im Labor wurden die Wasserproben in PE Flaschen aufbewahrt.

## **Probenaufbereitung und Analytik**

Nach Rückkehr ins Labor wurden die Wasserproben bei 4°C gekühlt und so bald wie möglich, im spätesten Fall nach 20 Stunden, einer Vakuumfiltration durch vorgewogene Polycarbonat-Membranfilter mit 0,4 µm Porenweite unterzogen. Durch Rückwiegen der bei 60°C getrockneten Filter und unter Berücksichtigung des filtrierten Volumens wurde die Gesamtfracht (Masse an Schwebstoff-

Trockenmasse pro Volumeneinheit) bestimmt. Das Filtrat wurde zu 2 % mit Salpetersäure angesäuert und bis zur Messung mit ICP-OES bei 4°C gelagert.

Es wurden von jeder Wasserprobe mindestens zwei Filter belegt, einer für die Messung von Si, Fe und Mn mittels Dünnfilm-RFA und einer für die Messung der übrigen Elemente mittels ICP-OES. Für die RFA konnten die Filter zerstörungsfrei verwendet werden und für ICP-OES wurden sie mit einem Gemisch aus Salpetersäure, Perchlorsäure und Flußsäure aufgeschlossen.

(Alles weitere zur Methodik siehe bei WEHAUSEN, 1995)

## Ergebnisse

Sämtliche Messergebnisse sind Tabelle 2.a) und b) dargestellt. Im folgenden einige generelle Anmerkungen zu den Daten:

- Die Schwebstoffgehalte sind in der Hunte südlich von Oldenburg sowie in der Haaren am geringsten. In den Flußabschnitten, die stark unter dem Einfluß der Tiden stehen, wie der Hunte unterhalb von Oldenburg und der Unterweser ab Bremen, sind die Schwebstoffgehalte höher. Mit 66,8 mg/l liegt der Wert der Jade ebenfalls sehr hoch. Der Schwebstoffgehalt der Weser bei Achim ist etwas höher als der der mittleren Hunte.

- Die Eisengehalte der Schwebstoffe der Hunte südlich von Oldenburg, sowie Jade und Haaren sind mit Werten zwischen 10 und 20 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ausgesprochen hoch, ebenso die Konzentrationen an gelöstem Eisen. Die höchsten Eisenkonzentrationen wurden in der Haaren gemessen (1747 ppb), gefolgt von Hunte bei Goldenstedt (952 ppb) und Jade (886 ppb).

Zum Vergleich: MARTIN & WHITFIELD (1983) geben als Mittelwert für Flußwässer 6,86 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  im partikulären Material (Schwebstoffe) und 40 ppb gelöstes Fe an.

- Mangan weist in den drei Gewässern Hunte, Jade und Haaren ebenfalls ungewöhnlich hohe Gehalte auf, entweder in der Schwebfracht (Hunte zwischen Dötlingen und Tungeln) oder in der gelösten Fracht (Hunte bei Goldenstedt und in Oldenburg-Drielake, Jade, Haaren).

- Erhöhte Konzentrationen an gelöstem Na, Mg, Ca und K weisen deutlich auf den Meerwasseranteil in Unterweser (Brackwasser) aber auch im Unterlauf der Hunte (Tidenhunte) hin.

- Höhere Si/Al-Verhältnisse der Schwebfracht im Unterlauf von Hunte und Weser weisen auf das Vorliegen von Kieselschalern hin. Dies konnte durch eine Betrachtung der Proben unter dem Mikroskop bestätigt werden: Es wurden zahlreiche Schalen von Diatomeen gefunden. Am häufigsten traten diese zum

Untersuchungszeitpunkt in der Hunte bei Bäke auf, wo auch das Si/Al-Verhältnis mit einem Wert von 9,2 am höchsten lag. Die Nähe zum Hollersiel, wo möglicherweise ein Zufluß von nährstoffreichem Wasser stattfindet, könnte eine Ursache für das punktuell erhöhte Diatomeenvorkommen sein.

## **Das Verhalten von Eisen und Mangan**

In Abbildung 2 ist dargestellt, wie sich die Gehalte an jeweils gelöstem und partikulärem Eisen sowie Mangan in der Hunte ab Goldenstedt stromabwärts verändern.

Die Konzentration an gelöstem Eisen nimmt auf der Strecke zwischen Goldenstedt und Astrup kontinuierlich ab. Zwischen Astrup und Tungeln nimmt sie wieder etwas zu, um dann bis zur Weser wieder kontinuierlich abzufallen. Der Gehalt an partikulärem Eisen nimmt zwischen Goldenstedt und Astrup zu und fällt zwischen Astrup und Tungeln wieder ab, verhält sich also entgegengesetzt zum Gehalt an gelöstem Fe. Im Bereich der Tidenhunte bis zur Weser läßt sich kein klarer Trend erkennen.

Die Konzentration an gelöstem Mangan nimmt auf der Strecke zwischen Goldenstedt und Tungeln quasi exponentiell ab. Hingegen nimmt der Gehalt an partikulärem Mangan zunächst zu, erreicht bei Astrup ein Maximum und nimmt bis nach Tungeln wieder ab. In OL-Drielake (Oldenburger Hafen) liegt eine sehr hohe Konzentration an gelöstem Mangan und ein geringer Gehalt an partikulärem Mangan vor. Weiter stromabwärts bleiben die Konzentrationen an gelöstem Mangan gering und die Gehalte an partikulärem Mangan erreichen bei Huntebrück (bei Ebbe) ihren Maximalwert.

Die Gesamtgehalte an Eisen und Mangan (gelöst plus partikulär) bleiben in der Hunte zwischen Goldenstedt und Astrup nahezu konstant, gelöste Gehalte nehmen ab und ungelöstes nimmt zu. Das spricht für eine langsame Ausfällung bzw. Ausflockung.

Grund für die hohen Gehalte dieser beiden Elemente könnten die in dieser Region vorliegenden relativ sandigen Böden sein, welche eine geringe Pufferkapazität aufweisen und aus diesem Grund Podsole bilden. (Bei der Podsolierung verlagert sich unter anderem das Element Eisen im Bodenprofil abwärts.) Größere Mengen von Fe und Mn werden möglicherweise aus den Böden ausgewaschen und gelangen über das Grundwasser oder andere Zuflüsse (z.B. Drainage) in die Fließgewässer.

Auch die Assoziation von vor allem Eisen mit Huminstoffen spielt hierbei eine wichtige Rolle. Die das Wasser der hiesigen Flüsse gelb färbenden Huminstoffe haben ihren Ursprung vermutlich zu einem Grossteil in den Mooren der Region und können beim Torfabbau vermehrt freigesetzt werden. So sorgt offenbar die Kombination von sandigen Geestböden und angrenzenden Mooren („Torflagerstätten“) für die außergewöhnliche Chemie der nordwestdeutschen

Flüsse. Hierbei dienen Mooregebiete als Lieferanten großer Mengen gelöster bzw. kolloidaler organischer Substanzen, die als Komplexbildner und/oder Transportagens für Eisen und Mangan fungieren.

## **Literatur**

MARTIN, J.-M. & WHITFIELD, M.: The significance of the river input of chemical elements to the ocean. In: C. S. Wong, E. Boyle, K. W. Bruland, J. D. Burton, E. D. Goldberg, Eds. *Trace Metals in Sea Water*. (Plenum Press, New York, 1983), S. 265-296.

WEHAUSEN, R.: Röntgenfluoreszenzanalytische Untersuchungen an Schwebstoffen aus dem Niedersächsischen Wattenmeer. (Diplomarbeit, Universität Oldenburg 1995), 76 S.

**Tabelle 1. Probenahme**

<b>Gewässer</b>	<b>Probenahmeort</b>	<b>Datum</b>	<b>Uhrzeit</b>	<b>Gezeiten</b>
Hunte	Goldenstedt	28.06.1997	12:25	
Hunte	Dötlingen	10.06.1997	21:25	
Hunte	Huntlosen	10.06.1997	21:55	
Hunte	Astrup	10.06.1997	22:20	
Hunte	Tungeln	10.06.1997	22:35	
Hunte	Oldenburg-Drielake	26.06.1997	19:50	auflaufendes Wasser; THW 20:55 Uhr
Hunte	Bäke	12.06.1997	22:10	ablaufendes Wasser; THW ca. 20:50 Uhr
Hunte	Huntebrück	28.06.1997	16:25	Ebbe; TNW 16:13 Uhr
Weser	Achim	05.07.1997	16:45	
Weser	Berne	28.06.1997	15:45	Ebbe; TNW 16:00 Uhr
Weser	Oberhammelwarden	28.06.1997	16:45	auflaufendes Wasser; TNW ca. 15:30 Uhr
Jade	Jade	04.07.1997	14:30	13:51 Uhr THW an Vareler Schleuse
Haaren	Oldenburg-Wechloy	06.07.1997	11:15	

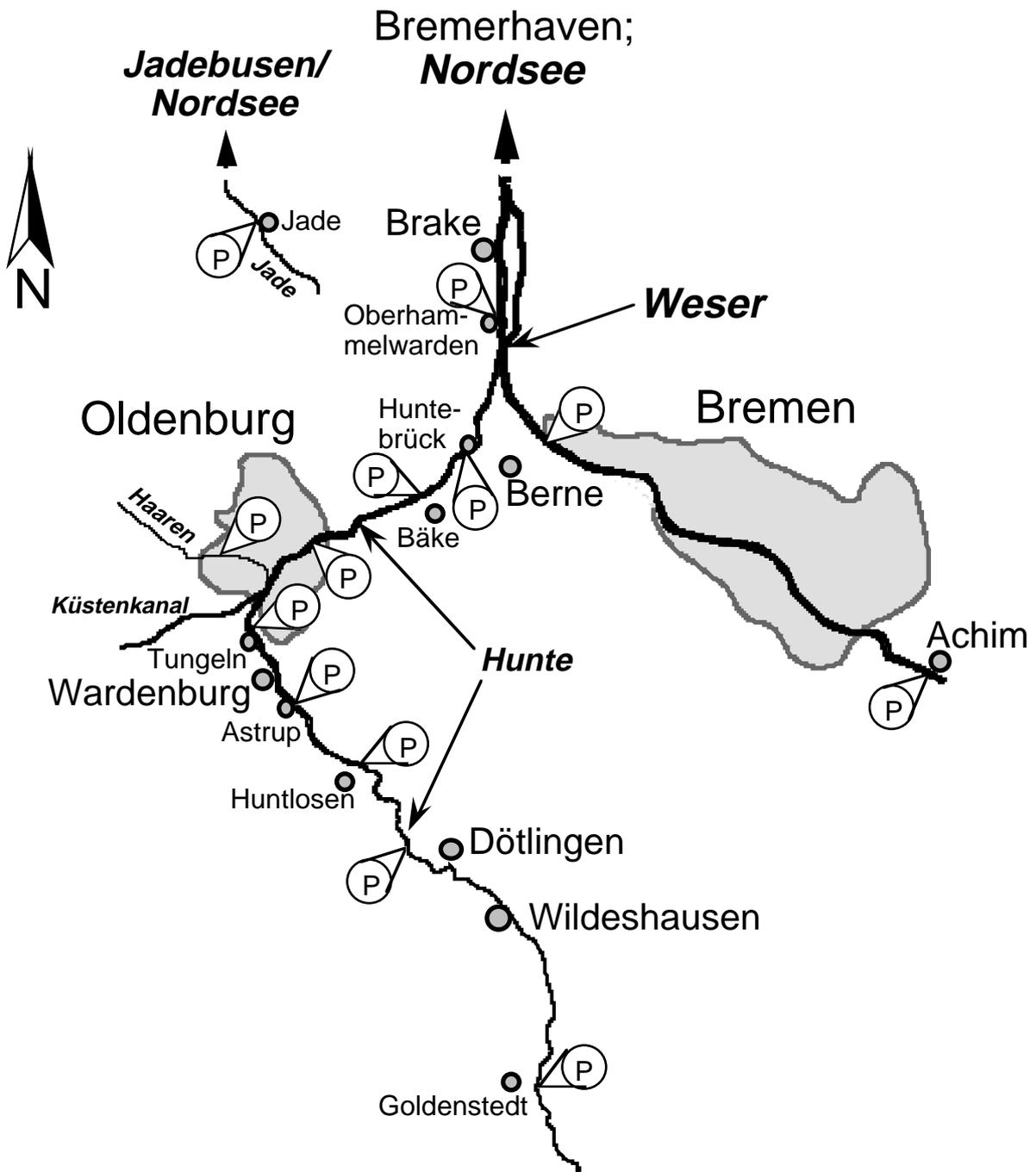


Abbildung 1. Probenahmeorte

**Tabelle 2.a)** Gesamtfracht (Gsf.) und Zusammensetzung der Schwebstoffe. SiO<sub>2</sub>-Werte sind als halbquantitativ zu betrachten.

Probenahmeort	Gsf. [mg/l]	(SiO <sub>2</sub> ) [%]	TiO <sub>2</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	MgO [%]	CaO [%]	Na <sub>2</sub> O [%]	K <sub>2</sub> O [%]	Ba [µg/g]	Co [µg/g]	Cr [µg/g]
Goldenstedt	8,4	7			19,37							
Dötlingen	16,6	9	0,068	2,53	13,50	0,378	2,32	0,244	0,660	395	18	81
Huntlosen	15,9	9	0,083	2,39	16,34	0,401	2,60	0,165	0,554	471	36	53
Astrup	17,1	9	0,077	2,12	16,58	0,411	2,50	0,206	0,597	464	37	64
Tungeln	12,9	10	0,061	2,48	13,91	0,383	2,39	0,227	0,633	418	40	75
OL-Drielake	22,4	25	0,172	3,26	13,22	0,611	1,95	0,257	0,750	355	17	65
Bäke	26,7	33	0,220	3,13	5,25	0,570	1,96	0,305	1,215	333	13	133
Huntebrück	67,6	37	0,356	6,35	7,99	1,010	2,15	0,286	1,140	370	23	98
Achim	20,8	37	0,578	10,66	6,69	1,725	2,84	0,674	1,945	525	22	119
Berne	65,2	37	0,451	7,62	5,14	1,365	3,25	0,524	1,425	390	16	87
Oberhammelw.	56,0	37	0,508	9,65	6,73	1,750	4,26	0,492	1,730	417	24	107
Jade	66,8	18	0,286	5,52	10,87	1,000	3,12	0,231	0,857	381	15	60
OL-Wechloy	10,2	12	0,290	3,49	17,79	0,643	4,36	0,348	0,722	650		136
Probenahmeort	Cu [µg/g]	Li [µg/g]	Mn [µg/g]	Ni [µg/g]	P [µg/g]	Pb [µg/g]	Sr [µg/g]	V [µg/g]	Zn [µg/g]	Zr [µg/g]	Σ [%]	
Goldenstedt			2725									
Dötlingen	81	92	7377	24	7800		114	57	284	32	29	
Huntlosen	61	24	10706	35	9150		141	63	364	53	33	
Astrup	50	35	11191	32	9470	15	134	68	393	34	33	
Tungeln	35	29	10184	33	9170		122	61	379	34	31	
OL-Drielake	49	27	2960	25	9570	25	106	79	368	56	46	
Bäke	38	42	4004	53	5370	32	104	61	265	71	46	
Huntebrück	44	45	4377	83	5080	64	106	80	332	114	57	
Achim	71	79	2515	43	3175	133	194	97	622	258	62	
Berne	44	49	4513	35	3250	73	168	75	402	169	57	
Oberhammelsw.	43	66	3990	42	3615	93	191	103	381	134	62	
Jade	21	33	863	21	14500		180	78	195	83	40	
OL-Wechloy		35	872	59	20300		181	102	302	77	40	

**Tabelle 2.b)** Elementgehalte in Lösung

Probenahmeort	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Ba [µg/l]	Cu [µg/l]	Fe [µg/l]	Li [µg/l]	Mn [µg/l]	Sr [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]
Goldenstedt	6,09	44,2	23,8	6,13	35	1,6	952	8	146	216	0,9	3,5
Dötlingen	6,75	46,5	22,0	6,91	32	5,2	474	11	89	184	1,5	1,7
Huntlosen	6,39	47,4	27,6	6,32	31	1,4	313	10	49	205	0,6	1,6
Astrup	6,43	45,6	26,6	6,83	30	3,2	146	12	27	182	1,6	3,5
Tungeln	6,64	48,9	30,3	7,26	32	3,3	289	12	18	182	1,6	2,9
OL-Drielake	5,45	35,7	29,1	8,27	28	2,4	204	10	136	147	0,9	7,9
Bäke	11,70	49,8	56,3	11,29	32	4,7	148	15	4	254	2,0	6,8
Huntebrück	5,89	39,1	32,4	7,66	29	2,3	103	10	47	158	1,1	3,8
Achim	36,70	73,9	189,0	35,60	59	2,0	107	33	34	639	1,2	7,7
Berne	46,10	91,8	215,0	36,30	64	3,2	10	31	17	694	0,9	2,9
Oberhammelw.	37,60	75,8	157,0	26,90	50	4,4	94	27	29	528	2,0	2,7
Jade	7,62	30,0	17,1	8,90	10	3,7	886	12	246	113	4,2	3,8
OL-Wechloy	6,00	44,1	22,9	6,40	29	4,1	1747	14	149	129	4,3	7,6

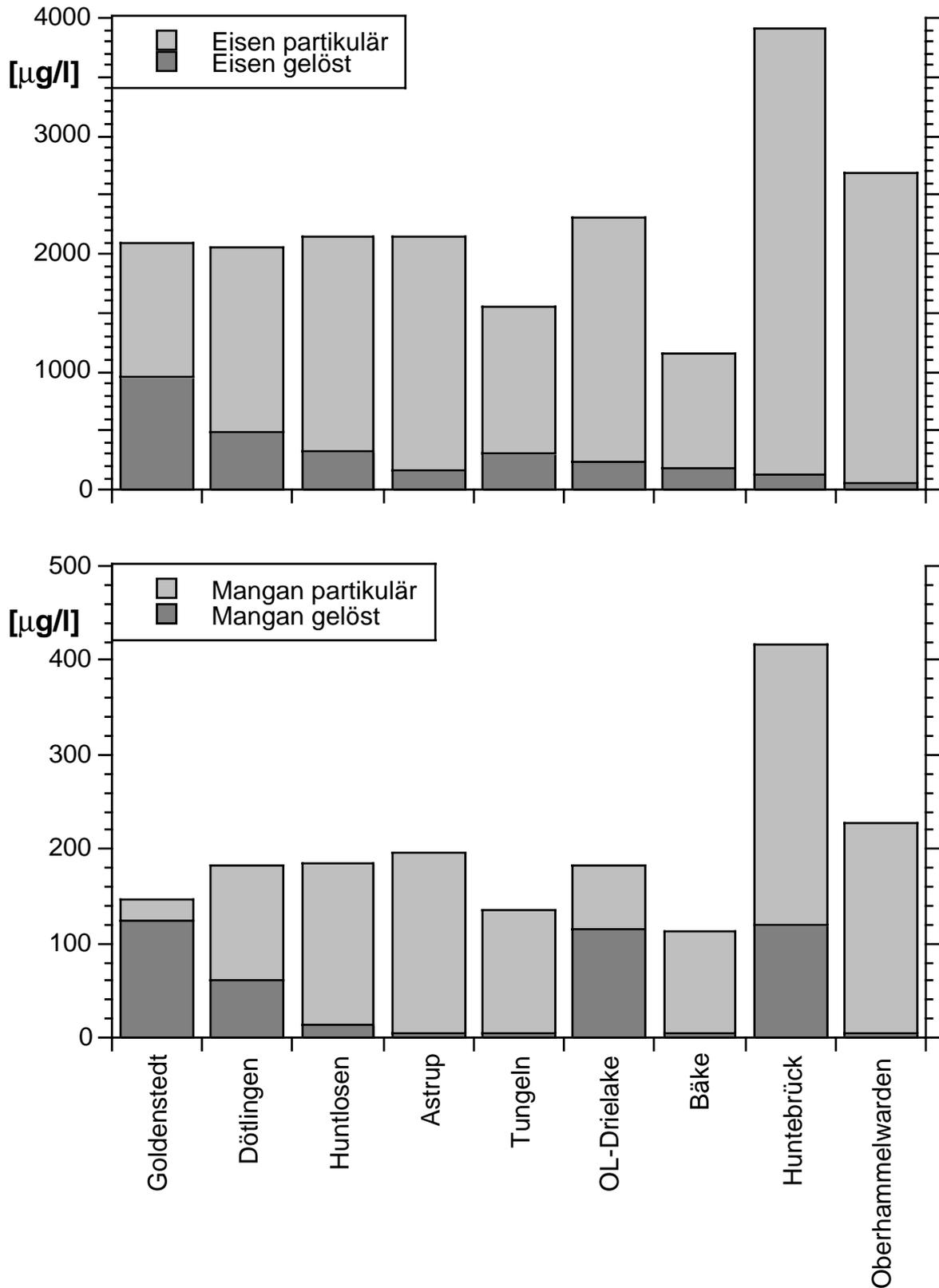


Abbildung 2. Fe und Mn, Hunte stromabwärts bis Weser (letzte Station)