

Raum-Zeit-Muster von Nährstoff- und Sauerstoffkonzentration in der Unterweser
- Heinrich Liebsch, Klaus Bätjer, Elisabeth Hackstein und Michael Schirmer -

Municipal and industrial waste waters are a heavy burden for the tidal part of the River Weser and cause strong and far reaching oxygen deficits every year. In order to analyse the cause and effect of this condition, a survey program was carried out over fifteen months by fine sampling within an area in regard to time and position in the river. The results of measuring four parameters (ammonia, nitrite, phosphate and oxygen) are described in this paper. They are presented in time-position-patterns.

The interactions between nitrogen metabolism and oxygen content form the main reason for the bad conditions in the River Weser.

Estuary, nitrogen, nutrients, oxygen, River Weser, waste water, water quality.

1. Einführung

Die tidebeeinflusste Unterweser ist ein durch Abwasser extrem belasteter Fluß (WÖBKEN, KUNZ 1980). Die Hauptwasserlast stammt aus dem Land Bremen, wobei sich besonders die Einleitung der lediglich mechanisch oder gar nicht gereinigten Abwässer der Städte Bremen und Bremerhaven sowie die der fischverarbeitenden Industrie auf den Chemismus und die Biologie in der Unterweser auswirken.

Da die bisher von der Unterweser vorliegenden Daten eine Zustandsbeschreibung nicht ermöglichen, haben wir, um ein umfassendes und realistisches Bild zu erhalten, ein sehr engmaschiges Meß- und Probenahme-Raster über den Fluß gelegt. Mit einem schnellen Motorboot wurden Meßfahrten auf der Weser vom Beginn des Tideeinflusses (Bremen-Hemelinger Weserwehr, Stromkilometer 362) bis zur Öffnung der Trichtertermündung in die Nordsee (Container Terminal Bremerhaven, Unterweserkilometer 70) durchgeführt. Die einzelnen Meßfahrten begannen mit Hochwasser am Weserwehr und endeten kurz nach Niedrigwasser in Bremerhaven. Die Raumachse wurde je nach Erfordernis in Abstände von 1-3 km unterteilt; die Abstände auf der Zeitachse betragen ziemlich regelmäßig 14 Tage. Der gesamte Untersuchungszeitraum erstreckt sich von Mai 1979 bis Juli 1980. Insgesamt liegen für jeden chemisch zu bestimmenden Parameter ca. 1000 Einzelwerte vor; die physikalischen Messungen enthalten pro Parameter ca. 4000 Einzelwerte, da sie auch als Tiefenschnitt bestimmt wurden (vgl. SCHIRMER et al. 1982).

Die im folgenden dargestellten Raum-Zeit-Muster zeigen einige der wichtigsten für die Wasserqualitätsbestimmung gemessenen Parameter in einem Überblick über das gesamte Meßprogramm und sollen einen Eindruck von ihrer räumlichen und zeitlichen Variation geben.

2. Ergebnisse

Die dargestellten Raum-Zeit-Muster lassen sich folgendermaßen lesen: Auf der Raum-Achse ist die Weser linear aufgetragen vom Hemelinger Weserwehr, dem oberen Ende des tidebeeinflussten Ästuars bei Fluß-km 362, bis zur Öffnung der Trichtertermündung in die Nordsee (km 70).

Die Zeitachse bezeichnet das Datum der jeweiligen Meßfahrt, parallel dazu befinden sich auf der anderen Bildseite mittlerer Oberwasserzufluß und mittlere Temperatur der letzten 5 Tage vor der Meßfahrt, gemessen am Pegel Intschede, 30 km stromauf vom Weserwehr. Durch eine gedachte Linie parallel zur Raumachse lassen sich die Meßwerte einer Meßfahrt aus dem Diagramm herauslesen, eine Linie parallel zur Zeitachse ergibt die Jahreszyklen für den jeweiligen Ort. Der Gesamteindruck eines Diagramms läßt bestimmte Muster erkennen, die bestimmten Jahreszeiten zugeordnet werden können.

2.1 Ammonium-Stickstoff (Abb. 1)

Die Ammoniumkonzentrationen in der Unterweser zeigen über das Jahr hin charakteristische Unterschiede im Zusammenhang mit der Wassertemperatur. Im Winterhalbjahr sind die Werte über den gesamten Längsschnitt fast konstant, am Weserwehr bereits relativ hoch und werden durch die bremischen Abwässer auf ca. 1 mg/l aufgestockt. Erst durch die Vermischung mit Meerwasser nehmen sie wieder ab, so daß das Minimum der Konzentrationen am Ende der Meßstrecke liegt. Im Sommerhalbjahr findet ein ausgeprägter Abbau der Ammoniumkonzentrationen innerhalb der Meßstrecke statt, so daß eindeutige Minima mit Konzentrationen bis hinunter zu einigen ppb im Bereich von km 40-60 festzustellen sind. Die Abwassereinleitungen von Bremerhaven erhöhen die Werte am Ende der Meßstrecke wieder. Das Maximum der Ammoniumkonzentrationen befindet sich regelmäßig knapp unterhalb der Einleitungsstelle der mechanischen Kläranlage in Bremen bei Unterweser-km 9.

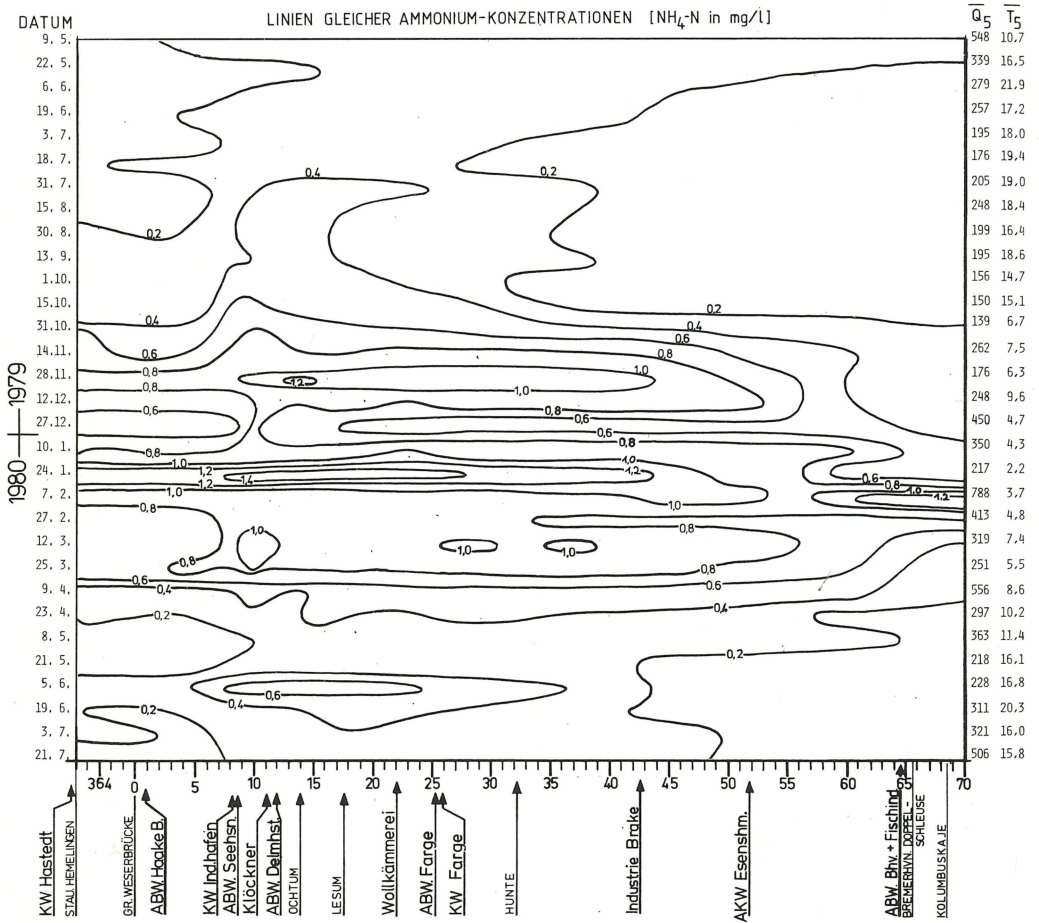


Abb. 1: Raum-Zeit-Muster von Ammonium-Konzentrationen in der Unterweser.

2.2 Nitrit-Stickstoff (Abb. 2)

Die Nitritkonzentrationen zeigen eine ausgeprägte Variation im Raum-Zeit-Muster. Charakteristisch sind die über den gesamten Längsschnitt ausgedehnten Bereiche mit hohen Werten zu Frühlings- und Herbstende. Der Winteraspekt ist gekennzeichnet durch gleichbleibende mittlere Konzentrationen von 0.05 - 0.1 mg/l ebenfalls über den gesamten Längsschnitt, eine Verringerung findet erst durch die Verdünnung mit Meerwasser statt. Der typische Sommeraspekt ist gekennzeichnet durch das Auftreten eines Maximums im Bereich km 30-60 mit unmittelbar darauffolgendem Minimum. An der Öffnung der Wesermündung steigen die Werte durch die Abwassereinleitungen von Bremerhaven bereits wieder an. Die Vorbelastung der Weser durch das Oberwasser schwankt stark mit den Jahreszeiten und hat ihr Maximum am Wechsel von Sommer- und Winterhalbjahr.

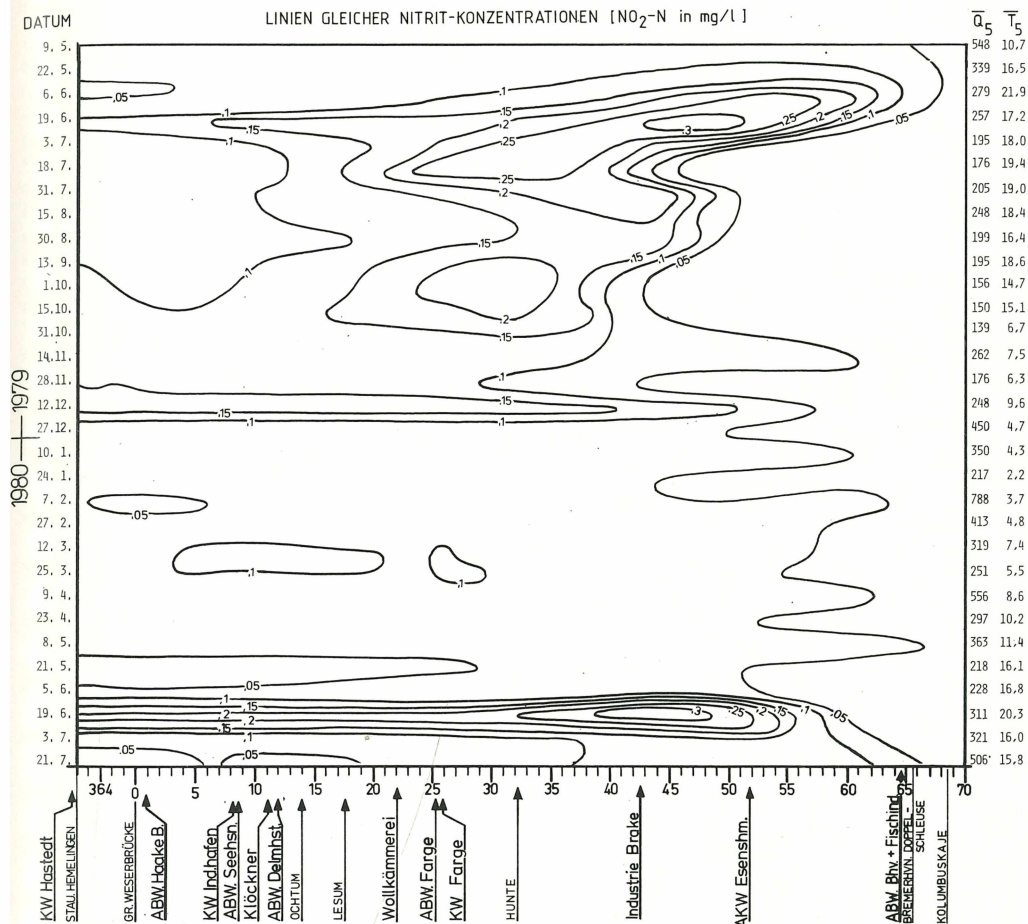


Abb. 2: Raum-Zeit-Muster von Nitrit-Konzentrationen in der Unterweser.
(vgl. S.342)

2.3 Ortho-Phosphat-Phosphor (Abb. 3)

Die Phosphatkonzentrationen zeigen eine relativ geringe Variabilität gegenüber Raum und Zeit. Generell läßt sich eine leichte Verringerung stromab feststellen, jedoch führt die Vermischung mit Meerwasser nicht zu einer deutlichen Konzentrationsabnahme. Im Winterhalbjahr liegen die typischen Konzentrationen um 0.4 mg/l. Die Abnahme der Konzentrationswerte stromab ist sehr gering oder gar nicht vorhanden. Im Sommerhalbjahr zeigt sich eine Reduktion der Phosphatwerte um ca. 0.2 - 0.3 mg/l bis zum Ende der Meßstrecke. Die hohen Konzentrationen im oberen Ästuar beruhen zum großen Teil auf der niedrigen Oberwasserführung in dieser Zeit.

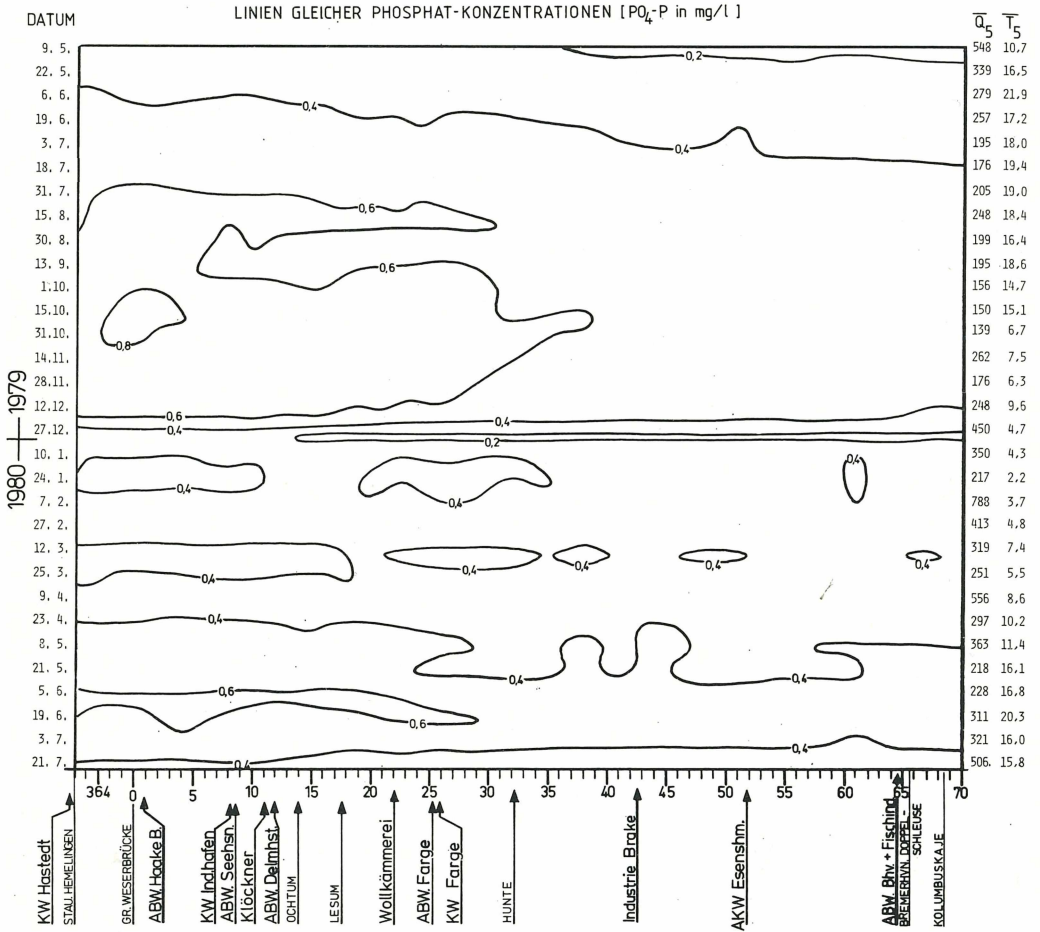


Abb. 3: Raum-Zeit-Muster von Ortho-Phosphat-Konzentrationen in der Unterweser.

2.4 Sauerstoff (Abb. 4)

Die Sauerstoffkonzentrationen, gemessen in 5 m Wassertiefe, zeigen eine ausgeprägte Variabilität auf beiden Achsen. Klar zu erkennen ist das Winterhalbjahr, das sich durch hohe Konzentrationen und geringe Gradienten über den Raum auszeichnet. Bei Wassertemperaturen unter 5 °C bleiben die Werte praktisch konstant, bei langsamer Gewässerabkühlung bzw. -wiedererwärmung bewegt sich der Sauerstoffverlust um 1-3 mg/l, das Minimum bleibt über ca. 7 mg/l. Im Sommerhalbjahr zeigen sich über die Längsachse große Konzentrationsunterschiede. Auffallend ist die schnelle Erniedrigung der Werte zwischen km 0-20 und die ausgeprägten Minima bei km 30-60. Dazwischen liegt ein Bereich mit fast gleichbleibenden Konzentrationen. Die größten Sauerstoffverluste im Ästuar treten im Mai oder Anfang Juni mit 7-8 mg/l im Längsschnitt auf.

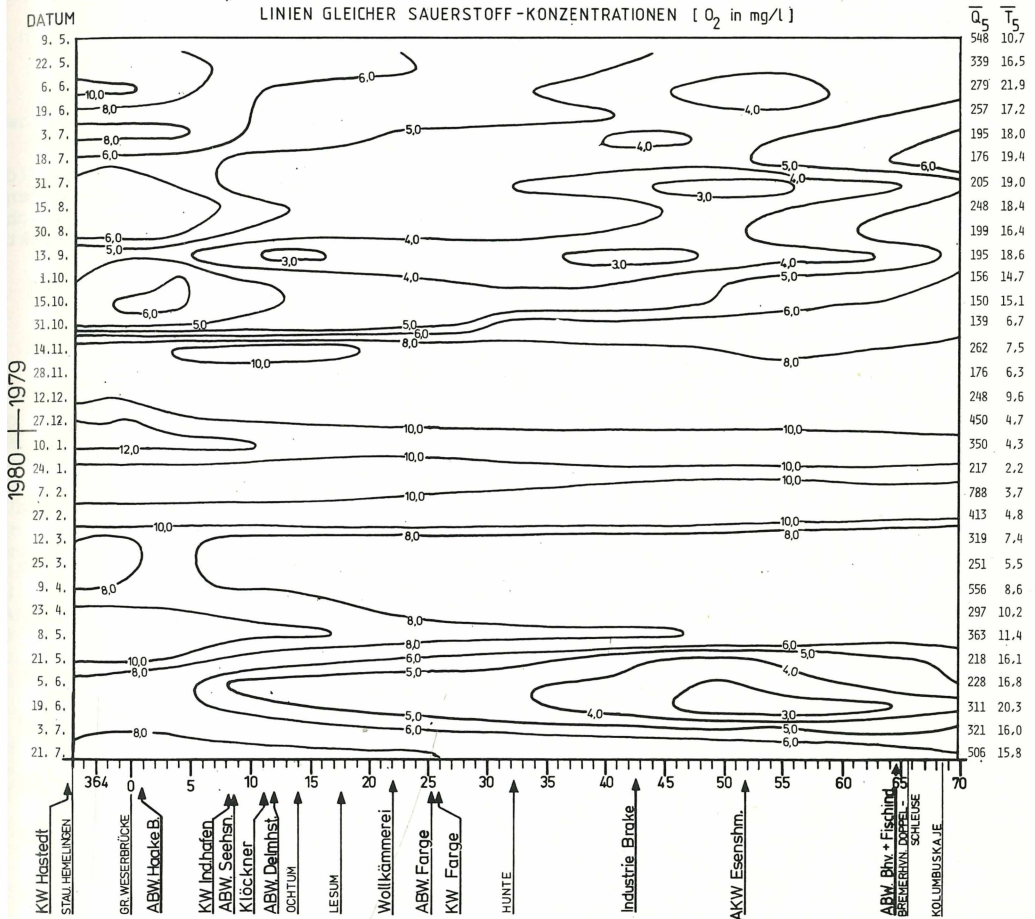


Abb. 4: Raum-Zeit-Muster von Sauerstoff-Konzentrationen in der Unterweser. (vgl. S.340)

3. Schlußfolgerung

Der Stoffhaushalt der gesamten Unterweser ist durch sauerstoffzehrende Prozesse gekennzeichnet. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen die Sauerstoffzehrung als zweistufigen Prozeß mit einem kohlenstoffoxidationsbedingten starken Gradienten im Bereich von km 0-20 und einem absoluten Sauerstoffminimum im Bereich km 30-60, das zum größten Teil auf die stark sauerstoffzehrende Stickstoffoxidation zurückzuführen ist. Ursache für diesen sehr klar darzustellenden Effekt sind die enormen Abwassermengen der mechanischen Kläranlage Seehausen in Bremen. Aus den Einleitungswerten dieser Kläranlage mit 35 000 kg BSB₅ und 12 000 kg reduzierter Stickstoffverbindungen pro Tag läßt sich abschätzen, daß für die Oxidation des Stickstoffs letztlich rund 50 000 kg Sauerstoff und damit etwa 50% mehr als für die des Kohlenstoffs benötigt werden. Auch die regelmäßig zu Beginn des Sommerhalbjahres auftretenden Extrembedingungen in Form von Sauerstoffminima und Nitritmaxima lassen sich fast ausschließlich auf die Stickstoffoxidation zurückführen. Unterschiedliche Wachstumsbedingungen der Nitrifizierer (RAFF, HAJEK 1981) führen zu einer zwischenzeitlichen Nitritanreicherung im Gewässer; zusammen mit der verzögerten, aber vehement einsetzenden Nitratation kommt es dann zu einer übermäßigen Sauerstoffzehrung.

Phosphat und Nitrat scheinen im Ästuar eine weniger ausgeprägte Rolle zu spielen. Eutrophierungserscheinungen wurden im Untersuchungszeitraum in der Unterweser nicht beobachtet. Die Auswirkungen dieser Nährstoffe machen sich offensichtlich erst in der freien Nordsee bemerkbar, wo nach Algenblüten Sauerstoffwerte von unter 2 mg/l (E. RACHOR, pers. Mitt.) festgestellt wurden. Die für die Unterweser dargestellten Verhältnisse sind kein spezielles Problem dieses Flusses, sondern treffen auf jedes Ästuar mit ähnlichen Verhältnissen zu, wie sich unschwer an der Themse mit London zeigen läßt.

Für den Bau oder Ausbau von biologischen Kläranlagen muß also zunächst berücksichtigt werden, daß zu jeder Zeit eine Ammoniumoxidation erfolgen muß, andes würden sich die katastrophalen Verhältnisse zu Beginn des Sommerhalbjahres nicht entscheidend verändern. Weiter müssen Wege gefunden und durchgesetzt werden, eine effektive Nährstoffentfernung durchzuführen, wobei es unerheblich ist, ob der Stickstoff reduziert, elementar oder oxidiert aus dem Wasser entfernt wird.

Literatur

- RAFF J., HAJEK P.-M., 1981: Zur Nitrifikation in Fließgewässern durch suspendierte und sessile Nitrifikanten. gwf-Wasser/Abwasser 122: 15-19.
- SCHIRMER M., HACKSTEIN E., LIEBSCH H., 1982: Kritische Belastung des O₂-Haushalts der Unterweser durch kommunale und industrielle Abwässer. Verh. Ges. Ökologie 10: 337-344.
- WÖBKEN K., KUNZ H., 1980: Beitrag zu Wassergütefragen der Unterweser. Wasser und Boden 8: 372-377.

Adresse

Heinrich Liebsch
Fachbereich 3/Biologie Univ.
Postfach 330 440
D-2800 Bremen 33

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Liebsch Heinrich, Hackstein Elisabeth, Schirmer Michael, Bätjer Klaus

Artikel/Article: [Raum-Zeit-Muster von Nährstoff- und Sauerstoffkonzentration in der Unterweser 345-350](#)