

Betrachtungen zur Nitrat-Bilanzierung im Elbe-Einzugsgebiet auf der Basis von Immissionsdaten

1. Abhängigkeit vom Oberwasserabfluß

Der Nitratgehalt in Fließgewässern ist im starkem Maße vom Oberwasserabfluß abhängig. Die Abb. 1 zeigt, dass der Nitratgehalt mit dem Abfluß ansteigt. Es wird also von ergiebigen Niederschlägen zusätzliches Nitrat eingetragen.

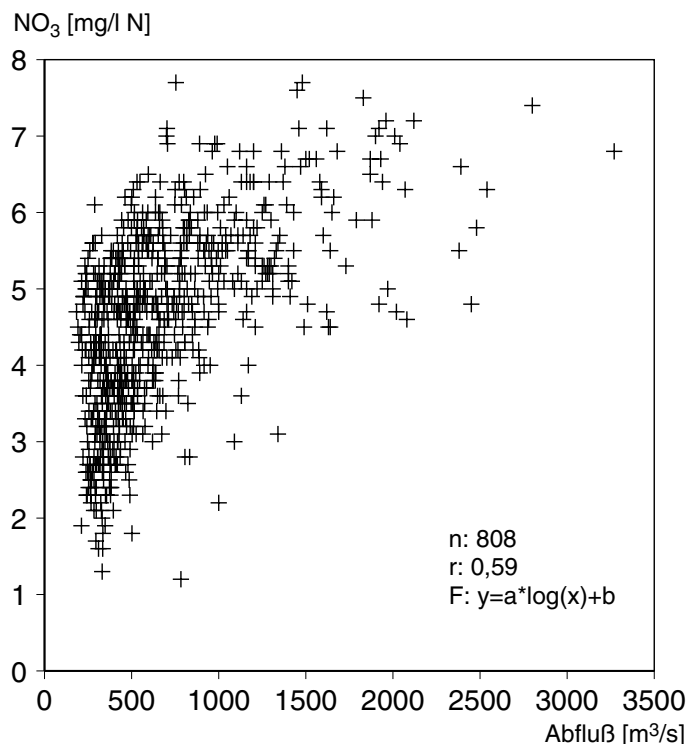


Abb. 1 Verhältnis des Abflusses zu den Nitratgehalten der Elbe bei Schnackenburg 1985-2001

Für die starke Streuung der Werte gibt es folgenden Gründe:

- Während einer Hochwasserwelle liegt der Nitratgehalt bei steigendem Abfluß 15 bis 20 % über der Konzentration bei fallendem Abfluß.
- Bei sommerlichen Niedrigwasser ist ein Teil des Nitrats in Algen gebunden, dass im Winter bei meist höherem Abfluß wieder freigesetzt wird.
- Es gibt große Laufzeitunterschiede zwischen den Niederschlagsgebieten und der Messstelle.

Der starke Einfluss des Abflusses zeigt sich bei den Nitrat-Frachten naturgemäss besonders deutlich. Das Beispiel in Abb. 2 zeigt das Jahr 1988 mit einem sehr hohen Frühjahrshochwasser. In der Anstiegsphase sind die Frachtwerte deutlich höher als in der fallenden Phase. Insgesamt flossen in den 6 schraffierten Wochen der Hochwasserwelle (12 % des Jahres) 30 % der Jahreswassermenge ab und wurden 36 % der Nitrat-Jahresfracht transportiert.

Für eine gute Nitrat-Bilanzierung müssen Hochwasserwellen durch die Messwerte möglichst gut abgebildet werden. Entweder durch eine Probenfrequenz von 1 oder 2 Wochen, oder durch eine ereignisgesteuerte Probennahme.

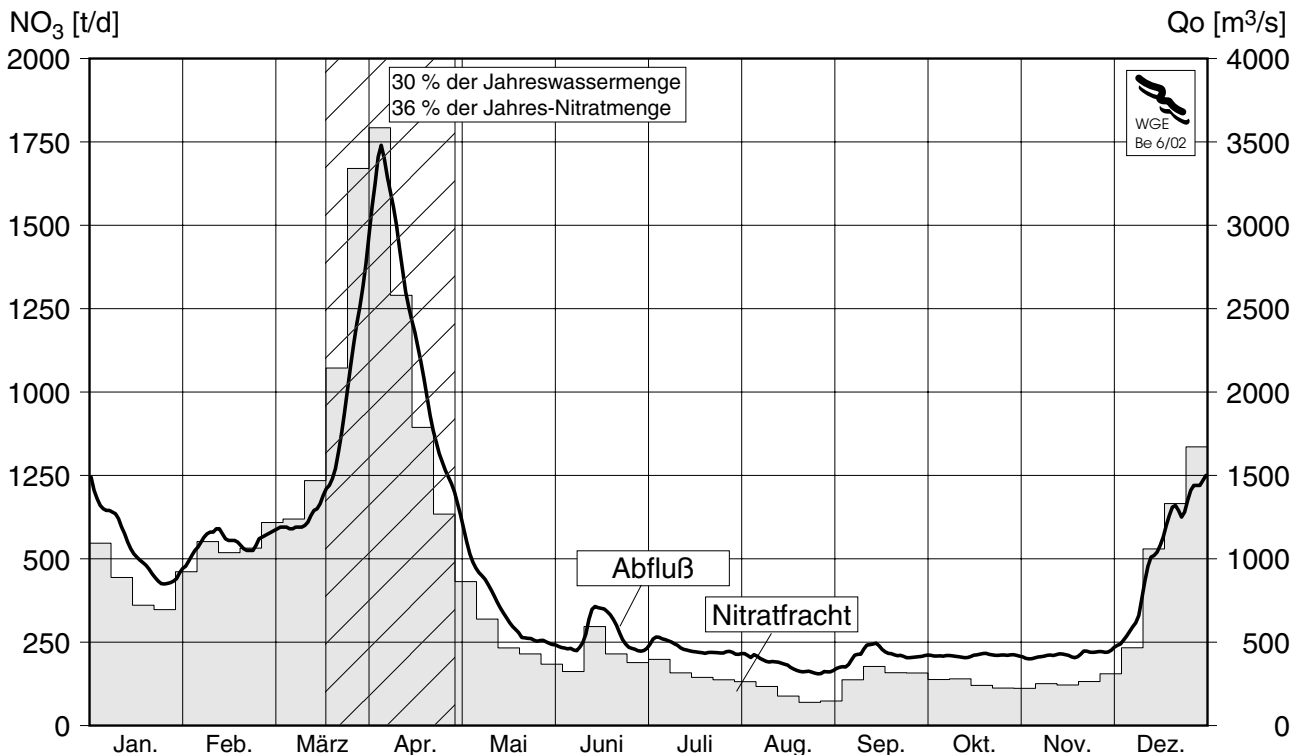


Abb. 2 Nitratfrachten der Elbe bei Schnackenburg (Wochenmischproben) und Abfluß am Pegel Neu Darchau 1988

2. Zeitliche Entwicklung

Abb. 3 zeigt die zeitliche Entwicklung der Nitrat-Jahresfrachten an der Messstation Schnackenburg von 1985 bis 2001. Auch diese Grafik zeigt den prägenden Einfluß der Wasserführung. Ein Trend ist nicht ohne weiteres erkennbar. Erst bei einem Vergleich von Nitratfrachten bei genau gleichem Abfluß ergibt sich in den letzten Jahren eine leichte Abnahme der Nitratmengen. Die Phosphatfrachten hingegen sind im gleichen Zeitraum auf weniger als die Hälfte gesunken, weil technische Maßnahmen den Eintrag über kommunales Abwasser deutlich reduziert haben.

Die untere, gestrichelt Linie zeigt den Verlauf der Hintergrundmengen, die auf Schätzwerten beruhen. Für die Elbe wird ein natürlicher Nitratgehalt von unter 1 mg/l N angenommen. Wahrscheinlich war der Anstieg der Nitratmenge bei Starkregen-Ereignissen früher geringer, weil große Flächen des Elbeeinzugsgebietes bewaldet waren und damit das Nitratrückhaltevermögen größer war. Die geschätzte natürliche Nitratmenge hat einen Anteil an der Gesamtmenge von ca. 10 bis 20 %.

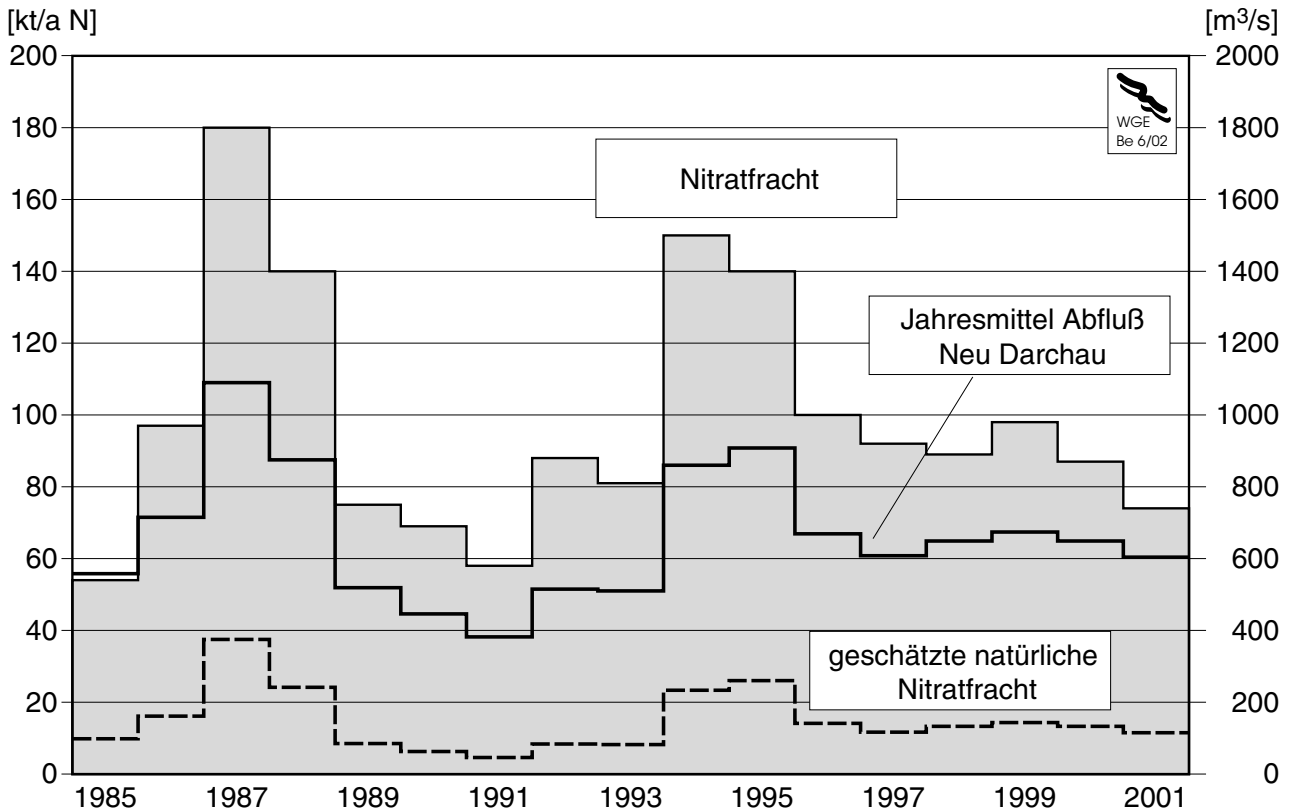


Abb. 3 Nitrat-Jahresfrachten der Elbe bei Schnackenburg - 1985-2001

3. Nitrat-Transport der Elbe am Beispiel des Jahres 1999

In Tab. 1 sind 2 verschiedene Nitrat-Bilanzierungen entlang der Elbe gegenüber gestellt. Es wurden ausschliesslich Immissionsdaten verwendet. Nicht berücksichtigt blieben Emissionsdaten und diffuse Einträge. Auch die Verluste durch Denitrifikation, die vermutlich bei 5 bis 20 % für das gesamte Elbeeinzugsgebiet liegen, wurden nicht eingerechnet.

Das Jahr 1999 wurde gewählt, weil durch die Veröffentlichung des "Gewässerkundlichen Jahrbuches der Elbe 1999" auch für die kleineren Nebengewässer Abflußdaten zur Verfügung standen.

Bilanz 1 (Nitrat-Transport an bestimmten Elbe-Querschnitten)

An den fettgedruckten Elbe-Messstellen werden auf der Basis der dort gemessenen Nitratgehalte und der hochgerechneten Bezugs-Abflußpegel die Nitrat-Jahresfrachten aufgeführt. Soweit Messungen an beiden Ufern durchgeführt wurden, werden diese zusammen berücksichtigt. Daneben ist die Fläche des Elbeeinzugsgebietes bis zu dieser Stelle angegeben.

Bilanz 2 (Summe der Einträge aus den Nebenflüssen)

Für die zweite Bilanzierung wurden aus den vorhandenen Messungen der Nebenflüsse Frachten kalkuliert und bis zur Fluss-Mündung hochgerechnet. Standen nur Nitratgehalte, aber keine Abflusswerte zur Verfügung, wurden Abflusswerte auf der Basis der Abflussspenden eines direkt benachbarten Gewässers errechnet. Diese Einträge aus den Nebenflüssen wurden ab Schmilka aufsummiert. An den Elbe-Messstellen wird jeweils eine Zwischenbilanz dem dort erhobenen Wert gegenübergestellt. Die Angabe der Einzugsgebietfläche (der Zwischenbilanz) enthält nur die in der Nitratbilanz

enthaltenen Anteile. Für die mit "*" gekennzeichneten Nebenflüsse gab es keine Angaben, sie fehlen also in der Bilanz 2.

Tab. 1 Nitrat-Transport der Elbe - Bilanzierung von Schmilka bis Cuxhaven 1999

| Nebenflüsse, rechts | Elbe | | | | Nebenflüsse, links | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------|--|--------------------------|--------|
| | A _E km ² | NO ₃ t/a N | Abw. | A _E km ² | NO ₃ t/a N | Abw. |
| Lachsbach, Wesenitz, Prießnitz * | 609 | | | Schmilka (Bilanz 1) (Basis für Bilanz 2) | 51391 | 42000 |
| | | | | Zwischenbilanz (Bilanz 2) | -4% | 51784 |
| | | | | Zehren (Bilanz 1) | 53920 | 63000 |
| Nieschützer Bach * | 171 | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 51784 |
| | | | | Dommitzsch | 55850 | 56000 |
| Schwarze Elster | 5705 | 1800 | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 57489 |
| | | | | Wittenberg | 61879 | 50000 |
| Wiesenbach, Zahna, Fließgraben * | 611 | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -8% | 57489 |
| | | | | Roßlau | 62400 | 51000 |
| Rossel * | 194 | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 64889 |
| | | | | Breitenhagen | 69918 | 60000 |
| Nuthe * | 566 | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -6% | 88968 |
| | | | | Magdeburg | 94759 | 76000 |
| Ehle * | 539 | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 88968 |
| | | | | Hohenwarte | 95981 | 74000 |
| | | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -9% | 88968 |
| | | | | Tangermünde | 97780 | 65000 |
| Havel | 24096 | 2500 | | | | |
| Stepenitz | 1293 | 1500 | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 114357 |
| | | | | Wahrenberg | 123532 | 94000 |
| | | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -7% | 114357 |
| | | | | Schnackenburg | 123569 | 93000 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Zwischenbilanz | -10% | 116545 |
| | | | | Dömitz | 129871 | 75000 |

| Nebenflüsse, rechts | Elbe | | | | Nebenflüsse, links | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---|--------------------------|
| | A _E km ² | NO ₃ t/a N | Abw. | A _E km ² | NO ₃ t/a N | Abw. | A _E km ² | NO ₃ t/a N |
| Elde | 2990 | 600 | | | | | Taube Elbe, Kate- miner Mühlenbach * | 145 |
| Löcknitz | 937 | 330 | | | | | Jeetzel | 1928 810 |
| | | | Zwischenbilanz | -6% | 122400 | 87292 | 3% | |
| | | | Boizenburg | | 129871 | 85000 | | |
| Sude | 2535 | 1000 | | | | | Elbe-Seiten-Kanal * | 36 |
| Mühlenbach, Elbe- Lübeck-Kanal * | 407 | | | | | | | |
| | | | Zwischenbilanz | -7% | 124935 | 88292 | -5% | |
| | | | Wehr Geesthacht | | 135013 | 93000 | | |
| | | | Zwischenbilanz | -7% | 124935 | 88292 | -6% | |
| | | | Zollenspieker | | 135024 | 94000 | | |
| Dove-Elbe | 506 | 460 | | | | | Ilmenau | 2852 1300 |
| Unterbille * | 126 | | | | | | Seeve | 471 380 |
| Alster | 581 | 680 | | | | | | |
| | | | Zwischenbilanz | -7% | 129345 | 91112 | -4% | |
| | | | Seemannshöft | | 139767 | 95000 | | |
| Flottbek * | 100 | | | | | | Este | 364 370 |
| | | | Zwischenbilanz | -8% | 129709 | 91482 | -4% | |
| | | | Schulau | | 140361 | 95000 | | |
| Wedeler Au * | 58 | | | | | | Lühe | 217 250 |
| Pinnau | 367 | 490 | | | | | Schwinge | 216 290 |
| | | | Zwischenbilanz | -8% | 130509 | 92512 | -7% | |
| | | | Grauerort | | 141327 | 99000 | | |
| Krückau | 276 | 200 | | | | | | |
| Rhin * | 112 | | | | | | | |
| Stör | 1780 | 2500 | | | | | | |
| | | | Zwischenbilanz | -8% | 132565 | 95212 | -13% | |
| | | | Brunsbüttel | | 143883 | 106000 | | |
| | | | Brunsbüttel salzkorregiert | | | 113000 | | |
| Nord-Ostsee-Kanal * | 1534 | | | | | | Oste | 1711 2100 |
| | | | | | | | Medem * | 483 |
| | | | Endbilanz (2) | -9% | 134276 | 97312 | 47% | |
| | | | Endbilanz (2) flä- chenkorregiert | 0% | 148268 | 107452 | 63% | |
| | | | Cuxhaven (1) | | 148268 | 66000 | | |
| | | | Cuxhaven (1) salzkorre- giert | | 148268 | 114000 | | |
| | | | PARCOM (Basis See- mannshöft) | | 148268 | 102000 | | |

* es liegen keine Werte vor, A_E Fläche des Einzugsgebietes, NO₃ NitratJahresfracht, Abw. relative Abweichung der Bilanz 2 von der Bilanz 1

Die Prozentangaben zeigen die jeweiligen Abweichungen der Bilanz 2 von der Bilanz 1. Die Abweichungen ergeben sich aus nicht berücksichtigten Nebenflüssen und Emissionsdaten. Weitere Unterschiede kommen durch unterschiedliche Probenfrequenzen (13 bis 52 Proben pro Jahr) zu Stande. Ausserdem sind entlang der Elbe insgesamt 10 verschiedene Labore an den Nitratmessungen beteiligt sind.

Die Havel trägt im Vergleich zur gleich großen Saale nur 10 % Nitrat ein. Die Seenkette der Havel haben offensichtlich ein sehr hohes Nitratrückhaltevermögen.

Ab der Messstelle Brunsbüttel macht sich der Einfluss der Nordsee bemerkbar. Bei Cuxhaven liegt der Nordseewasseranteil in der Regel über 50 %. Für diese beiden Messstellen wurde deshalb eine Salzkorrektur vorgenommen. Über den Chloridgehalt wurde der Nordseewasseranteil errechnet und der Nitratgehalt entsprechend korregiert.

An der Elbmündung bei Cuxhaven ergibt sich folgendes Bild:

Die Nitratwerte ohne Salzkorrektur (Bilanz 1) ergeben eine zu kleine Jahresfracht. Der salzkorregierte Wert scheint etwas zu hoch zu liegen.

Dem Endwert der Bilanz 2 fehlen 9 % der Einzugsgebietfläche. Unter der Annahme einer mittleren Nitratmenge wurde dieser Fehlbetrag ausgeglichen.

In der letzten Zeile ist der offizielle Nitrateintrag der Elbe in die Nordsee, wie er der Paris-Commission (PARCOM) gemeldet wurde, aufgeführt. Dieser basiert auf dem Bilanzwert bei Seemannshöft. Dazu wurden alle Nitrateinträge (Nebenflüsse und Einleitungen) zwischen Seemannshöft und Cuxhaven addiert.

Schlussfolgerung

- Alle 3 Endbeträge (Endbilanz 1 salzkorregiert, Endbilanz 2 flächenkorregiert und PARCOM) sind ausreichend ähnlich
- Die Elbe hat 1999 rd. 100 000 bis 110 000 Tonnen Nitrat in die Nordsee eingetragen.
- Man kann kleinere Fließgewässer mit einer Einzugsgebietsfläche von insgesamt 10% der Gesamtfläche bei der Bilanzierung vernachlässigen. Deren Nitrateintrag kann mit hinreichender Genauigkeit geschätzt werden.