

## Abwasserbehandlung in der Tide-Elbe-Region

Von Ivonne Stresius

Die Wasserqualität in der Tideelbe wird zum einen durch die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor und zum anderen durch Schadstoffe wie Schwermetalle, Pestizide und Industriechemikalien beeinflusst. Quellen für diese Nährstoffe und Schadstoffe sind Aktivitäten des Menschen. Die Belastungen gelangen entweder durch Punkteinleitungen wie kommunale Kläranlagen, industrielle Direkteinleiter oder Regenwassereinleitungen in die Gewässer oder sie werden diffus aus der Fläche durch Landwirtschaft, Erosion oder Abschwemmungen bei Regen in das Wasser eingetragen. Die Einleitung von gereinigtem Abwasser ist eine bedeutende Belastung für die Wasserqualität an der Tideelbe. Kohlenstoffverbindungen, Nährstoffe und Mikroschadstoffe gelangen so in die Elbe. Die Verbesserung der Abwasserbehandlung in den letzten Jahrzehnten hat den Eintrag von Kohlenstoffverbindungen und Nährstoffen deutlich reduziert und zur Verbesserung der Gewässerbelastung beigetragen.

### Sauerstoff

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Gewässergüte ist der Gehalt an Sauerstoff im Wasser. Dieser Sauerstoffgehalt wird durch verschiedenen Prozesse beeinflusst. Sauerstoffeintrag kann durch physikalische oder biogene Prozesse erfolgen. Physikalisch wird Sauerstoff an der Oberfläche des Wassers aus der Luft eingetragen. Durch Strömung, Wind und Wellenschlag wird der Eintrag verstärkt. Der biogene Sauerstoffeintrag erfolgt durch die Photosynthese von Wasserpflanzen, in der Tideelbe hauptsächlich durch Algen. Die Sauerstoffproduktion durch Algen hängt von der Algenkonzentration und den Lichtverhältnissen im Wasser ab. Die lichtdurchflutete Zone in der Tideelbe beträgt max. zwei Meter [Portal Tideelbe, 1999], daher ist der biogene Sauerstoffeintrag in der Tideelbe relativ gering.

Dem gegenüber stehen Prozesse, die Sauerstoff verbrauchen. Beim Abbau von organischen Verbindungen durch Mikroorganismen wird Sauerstoff verbraucht. Dabei kann es sich um abgestorbene Biomasse wie z.B. Algen handeln oder um organische, also kohlenstoffhaltige Stoffe aus Abwasser oder anderen Einleitungen. Auch bei der Umwandlung von Ammoniumionen ( $\text{NH}_4^+$ ) in Nitrat wird Sauerstoff verbraucht. Die sauerstoffzehrenden Prozesse durch Mikroorganismen erreichen im Sommer bei über  $20^\circ\text{C}$  ihr Maximum. Die Sauerstoffkonzentration unterliegt in einem nährstoffreichen Gewässer einem Tagesgang. Tagsüber produzieren Algen Sauerstoff, nachts finden hauptsächlich sauerstoffzehrende Prozesse statt. Ein Sauerstoffgehalt unter  $3 \text{ mg/l O}_2$  ist für Fische lebensbedrohlich. Aber auch schon bei einem längerfristigen Sauerstoffgehalt von maximal  $6 \text{ mg/l O}_2$  droht ein Schaden für das Ökosystem. Im Bereich des Hamburger Hafens bis nach Wedel werden im Frühjahr und Sommer immer wieder Sauerstoffwerte zwischen  $1$  und  $5 \text{ mg/l O}_2$  gemessen (FGG, 2004). Man spricht hier von einem Sauerstoffloch. Während in den 80iger Jahren ein hoher Gehalt an Ammoniumionen im Wasser als verantwortlich galt, werden in den letzten Jahren hohe Algenkonzentrationen, die aus der mittleren Elbe eingetragen werden verantwortlich gemacht. Die Algen sterben im seeschiffahrtstiefen Wasser im Bereich des Hafens ab, da hier nur ein kleiner Teil der Algen in Zonen mit ausreichender Lichtdurchflutung verbleibt. Dann werden sie unter Sauerstoffverbrauch abgebaut.



## Abwasserreinigung in Hamburg

Das Klärwerk Hamburg reinigt zentral das Abwasser aus Hamburg und der Umgebung. Mit einer Belastungsgröße von 2,9 Millionen Einwohnerequivalenten (Zahl der angeschlossenen Einwohner plus die Belastung aus Industrie und Gewerbe) zählt die Anlage zu den größten in Deutschland. Durchschnittlich 450.000 m<sup>3</sup> Abwasser werden hier täglich gereinigt. Zwei Klärwerksteile, das Klärwerk Köhlbrandhöft und das Klärwerk Dradenau, verbunden mit einer 80 m tiefen und 2,3 km langen Rohrleitung unter dem Köhlbrand, reinigen das Hamburger Abwasser.



Abbildung 1: Lage der Kläranlagen in Hamburg  
(Quelle: imagocura junior, [CC BY-NC-SA 4.0](#))

In der Kläranlage (KA) Köhlbrandhöft befindet sich die erste Reinigungsstufe mit der mechanischen Reinigung. In der Rechenanlage werden die Grobstoffe herausgefiltert, im Sandfang der mittransportierte Sand zurückgehalten und in der Vorklärung können sich Feststoffe absetzen. Hier wird der größte Teil der Kohlenstoffverbindungen entfernt. Aus dem abgesetzten Schlamm wird zusammen mit dem Überschussschlamm aus der Belebungsanlage nach der Entwässerung in den Faultürmen Biogas produziert, das in Strom umgewandelt wird.

In der KA Dradenau befindet sich die zweite Reinigungsstufe. Im Belebungsbecken findet die biologische Abwasserreinigung statt. Mikroorganismen entfernen Stickstoffverbindungen und Kohlenstoffverbindungen aus dem Abwasser. Phosphat wird durch chemische Fällung aus dem Abwasser entfernt. In der Nachklärung kann sich der Schlamm aus dem Belebungsbecken absetzen. Das gereinigte Abwasser wird im Köhlbrand in die Elbe eingeleitet. Die folgende Tabelle zeigt die Abwasserfrachten der Jahre 2011 bis 2014 des Zulaufs der Kläranlage und des Ablaufs in die Elbe.



Tabelle 1: Abwasserfrachten der Kläranlage Hamburg (Lagebericht Abwasser, 2014)

Parameter	2011			2012			2013			2014		
	Zulauf	Ablauf	%	Zulauf	Ablauf	%	Zulauf	Ablauf	%	Zulauf	Ablauf	%
<b>CSB</b> (1.000 t/a)	125	8,12	93,5	124	7,18	94,2	120	7,33	93,9	123	7,5	93,9
<b>BSS<sub>5</sub></b> (1.000 t/a)	53,7	0,57	98,9	55,8	0,5	99,1	52,3	0,49	99,1	44,3	0,48	98,9
<b>Abfiltrierb. Stoffe</b> (1.000 t/a)	55,9	0,71	98,7	60,4	0,54	99,1	55,5	0,95	98,3	53,6	0,66	98,8
<b>NH<sub>4</sub>-N</b> (1.000 t/a)	6,24	0,25	96,0	6,05	0,18	97,0	5,76	0,17	97,0	5,94	0,15	97,5
<b>N<sub>anorg</sub></b> (1.000 t/a)	6,24	1,7	72,8	6,05	1,5	75,2	5,76	1,6	72,2	5,94	1,50	74,7
<b>N<sub>gesamt</sub><sup>1</sup></b> (1.000 t/a)	10,4	2	80,8	9,67	1,8	81,4	9,24	1,8	80,5	10,2	1,7	83,3
<b>P<sub>gesamt</sub></b> (1.000 t/a)	1,41	0,11	92,2	1,35	0,1	92,6	1,32	0,1	92,4	1,35	0,1	92,6
<b>AOX</b> (t/a)	9,33	4,96	46,8	10,6	4,91	53,7	13,9	5,0	61,9	14,8	5,8	60,8
<b>Pb</b> (t/a)	1,69	0,73	56,8	2,0	0,39	80,5	1,84	0,39	78,8	2,06	0,08	96,1
<b>Cd</b> (t/a)	0,06	0,06	0,0	0,03	0,02	33,3	0,03	0,02	33,3	0,04	0,00	100,0
<b>Cr</b> (t/a)	1,33	0,88	33,8	2,09	0,46	78,0	1,42	0,46	67,6	1,3	0,09	93,1
<b>Cu</b> (t/a)	24,43	0,56	97,7	32,5	0,64	98,0	32,3	0,61	98,1	31,2	0,8	97,4
<b>Ni</b> (t/a)	1,32	1,11	15,9	1,53	0,94	38,6	1,56	0,92	41,0	1,29	0,91	29,5
<b>Hg</b> (t/a)	0,05	0,03	40,0	0,03	0,00	100,0	0,03	0,00	100,0	0,04	0,00	100,0
<b>Zn</b> (t/a)	28,43	4,43	84,4	33,1	4,16	87,4	32,4	5,04	84,4	33,8	4,61	86,4

<sup>1</sup> In N<sub>gesamt</sub> sind enthalten: NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, N<sub>org</sub>.

Trotz eines hohen Reinigungsgrades zwischen 75% und 97 % für die stickstoff- und phosphorhaltigen Bestandteile des Abwassers wurden z.B. im Jahr 2014 1.700 Tonnen Stickstoff und 100 Tonnen Phosphor durch die Kläranlage Hamburg in die Elbe geleitet. Neben den verbleibenden Nährstoffen können Bakterien und andere Mikroschadstoffe wie z.B. Medikamentenrückstände durch die Kläranlage bisher nicht zurückgehalten werden. Dass dies Auswirkungen auf die Wasserqualität der Elbe hat, zeigt die Abbildung 2. Z.B. im Fall von Ammonium sinkt die Wasserqualität nach der Einleitung der Kläranlage Hamburg (Vergleich des Untersuchungsabschnittes I und II).



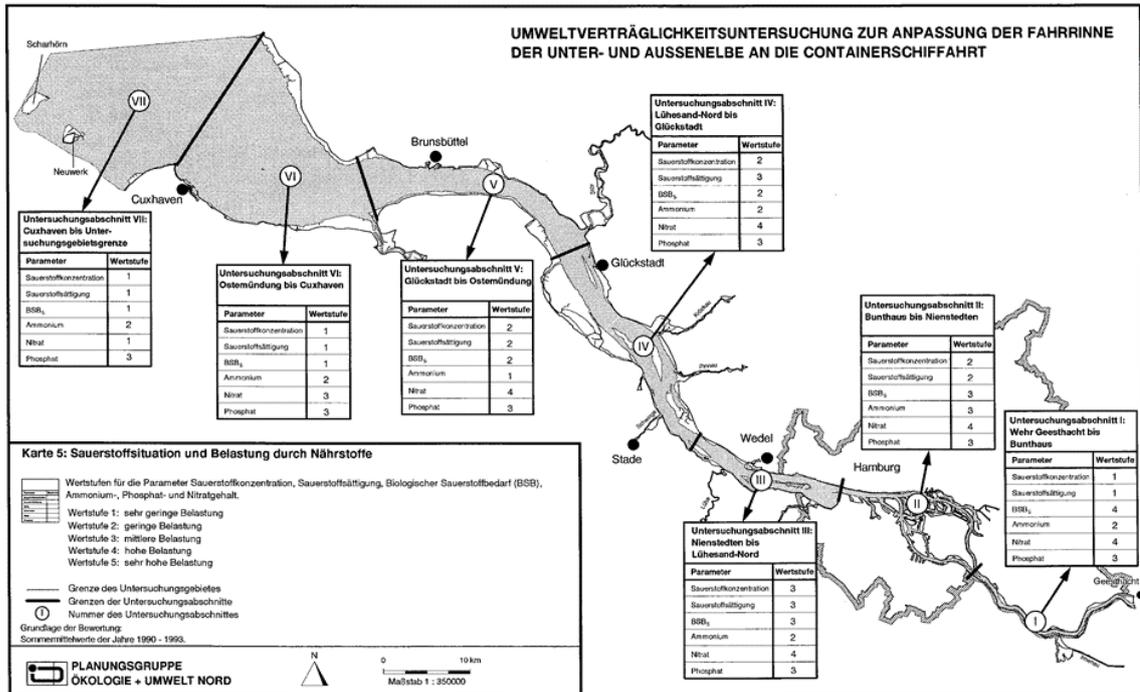


Abbildung 2: Sauerstoffsituation und Belastung der Tideelbe durch Nährstoffe (Portal Tideelbe (1999) [CC BY-SA-NC 4.0](#))

## Kanalisation in Hamburg

Das Abwasserleitungssystem in Hamburg ist historisch gewachsen. Abwasserleitungen gibt es seit 1843 in Hamburg. Im Zuge des Wiederaufbaus nach dem Brand von 1842 entstand hier das erste unterirdische Abwassersystem auf dem europäischen Festland. Die älteren Teile des Kanalnetzes bestehen hauptsächlich aus sogenannten Mischwasserkanälen. Dort wird Schmutzwasser und Regenwasser zusammen in einem Rohr abgeleitet. Damit bei stärkeren Regenfällen der Kanal nicht überläuft, gibt es an einigen Punkten Mischwasserüberläufe. Diese Notüberläufe dienen dazu, das überschüssige Abwasser in ein naheliegendes Gewässer abzuleiten, damit Straßen und Gebäude nicht überfluten. Dadurch gelangt natürlich stark verschmutztes Wasser in die Gewässer. Bei moderneren Kanalsystemen ging man daher dazu über Schmutz- und Regenwasser in getrennten Leitungssystemen zu transportieren. Das Schmutzwasser wird in die Kläranlage geleitet und dort gereinigt. Das Regenwasser wird versickert oder in ein Gewässer eingeleitet. Durch die Einleitung von Mischwasserüberläufen und die Einleitung von Regenwasser gelangen Schadstoffe und Nährstoffe in die Gewässer. Zur Reduzierung der Gewässerbelastung wurden seit 1980 Maßnahmen zur Reduzierung der Wassermengen aus Mischwasserüberläufen ergriffen. In Gewässerschutzprogrammen für Alster, Isebekkanal, Bille und Elbe sollen durch Bau von Transportsielen unter dem bestehenden Kanalnetz, Mischwasserrückhaltebecken, die Mischwasser zwischenspeichern, und dem Bau von unterirdischem Stauraum bei der Erneuerungen von alten Sielen die Gewässerbelastungen reduziert werden.



## Literatur

- FGG Elbe, 2004. Sauerstoffhaushalt der Tideelbe, November 2004, [www.fgg-elbe.de/dokumente/fachberichte.html?file=tl\\_files/...pdf](http://www.fgg-elbe.de/dokumente/fachberichte.html?file=tl_files/...pdf), abgerufen am 21.07.2016
- FGG Elbe, 2008. Elbebericht 2008, Ergebnisse des nationalen Überwachungsprogramms Elbe der Bundesländer über den ökologischen und chemischen Zustand der Elbe nach EG-WRRL sowie der Trendentwicklung von Stoffen und Schadstoffgruppen, <http://www.fgg-elbe.de/elbe-datenportal/gewaesserguete.html>, abgerufen am 21.07.2016
- Lagebericht Abwasser, 2014. Beseitigung von kommunalem Abwasser in Hamburg, Lagebericht 2014. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Immissionsschutz und Betriebe, Juni 2015, [www.hamburg.de/abwasser](http://www.hamburg.de/abwasser), abgerufen am 19.05.2016
- Portal Tideelbe, 1999. Wasserstrassen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Zentrales Datenmanagement, Antragsunterlagen der Fahrrinnenanpassung 1999, Textband,

