

Regionales Flussmanagement: Nährstoffeintragszenarien und Bewirtschaftung im Oder-Einzugsgebiet

Maike Andresen

Christian-Kruse-Str. 10, 24118 Kiel, Maike.Andresen@web.de

1. Einleitung

Die Oder (polnisch und tschechisch: Odra) ist mit einem Jahresabflussvolumen von ca. 18 Mrd. m³ der sechstgrößte Süßwasserzufluss zur Ostsee. Die intensive Besiedlung des Einzugsgebietes (etwa 15,4 Mio. Einwohner), dessen starke industrielle Nutzung sowie intensive landwirtschaftliche Nutzung machen die Oder zu einem der am höchsten belasteten Flüssen Europas. In der westlichen Ostsee ist dieser Zufluss die größte Quelle für Nähr- und Schadstoffeinträge, weshalb die deutsch-polnischen Küstengewässer sowohl unter Eutrophierung als auch Qualitätsproblemen des Wassers leiden. So ist das Oderhaff das am stärksten belastete Küstengewässer der deutschen Ostsee. Gleichzeitig ist jedoch der Badetourismus die wichtigste wirtschaftliche Einnahmequelle in der Küstenregion, besonders auf den Inseln Usedom und Wolin.

Ebenfalls bedeutend ist das Flusssystem der Oder aus umweltpolitischer und wissenschaftlicher Perspektive, da mit dem bevorstehenden Beitritt Polens zur EU die europäische Wasserrahmenrichtlinie umgesetzt werden muss. Diese besagt, dass ein möglichst naturnaher Zustand des Ökosystems und eine hohe Wasserqualität gewährleistet werden sollen.

Um jedoch genaue Aussagen über die Qualität eines Fluss-Ökosystems zu machen, muss herausgefunden werden, welche Wege Nähr- und Schadstoffe nehmen.

Am Berliner EGB (Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei) wurde für die Quantifizierung von Stoffeinträgen in Flusssysteme ein Modell namens MONERIS (Modelling Diffuse Nitrogen Entries via Subsurface Trails) entwickelt, das zur Berechnung der Nährstoffeinträge in die Oder angewendet wurde.

2. Gewässerbeschreibung der Oder

Die Oder hat eine Gesamtlänge von 854,3 km, davon liegen 741,9 km in Polen. Sie entspringt in einer Höhe von 634 m über dem Meeresspiegel am Hang des Fidler-Bergs im Mährischen Gebirge in Tschechien. Nachdem sie Ostrava passiert hat, fließt sie auf polnischem Gebiet. Ab der Neißemündung bildet sie auf einer Strecke von 161,7 km die natürliche Grenze zu Deutschland. Kurz vor der Einmündung in das Stettiner Haff und damit in die Ostsee, fließt sie wieder ausschließlich auf polnischem Territorium. Die Oder ist ein ausgesprochener Tieflandsfluss. Sobald sie den Gebirgsraum verlassen hat, fließt sie durch Altmoränen- und Jungmoränengebiete. Auf einer Länge von 290 km befindet sich die Oder in Urstromtälern. Dementsprechend weist sie, da sie an den Eisrandlagen nach Westen ausweichen musste und nicht den kürzesten Weg in die Ostsee einschlagen konnte, ein besonders geringes Gefälle auf. Ihre Fließgeschwindigkeit ist dementsprechend gering.

Die Oder wird entsprechend ihrer geomorphologischen und hydrologischen Merkmale in drei Abschnitte, den oberen Oderlauf (Quelle bis Wroclaw), den mittleren Oderlauf (Wroclaw bis zu Mündung der Warta) und den unteren Oderlauf (Mündung der Warta bis Mündung in das Stettiner Haff), eingeteilt.

Ab Kedziernyn Kozle ist die Oder auf einer Länge von 724 km schiffbar. Aufgrund der fehlenden geeigneten Verbindungen mit anderen Flusssystemen, spielt der Handel auf der Oder jedoch eine untergeordnete Rolle. Den Binnentransport nehmen hier vorwiegend Länder ohne direkten Zugang zur Ostsee in Anspruch.

Die Oder hat ein Einzugsgebiet von 118.861 km². Der deutsche Anteil am Odereinzugsgebiet beschränkt sich auf 4,7%. 5,4% entfallen auf Tschechien und 89,9% auf Polen.

Im gesamten Einzugsgebiet der Oder wohnen 15,4 Millionen Einwohner, das „Wiesental“ der Oder ist jedoch hauptsächlich landwirtschaftlich geprägt mit wenigen großen Städten.



Abb. 1: Das Einzugsgebiet der Oder
Quelle: Microsoft Encarta Weltatlas 2001

3.Nährstoffeinträge in die Oder

Sowohl die hohe Bevölkerung im Odereinzugsgebiet und der schlechte Stand der Abwasserklärung als auch die großen und in einigen Regionen intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Hinterland, sind die Hauptgründe für Qualitätsprobleme in Grund- und Oberflächenwasser und in den Küstengewässern.

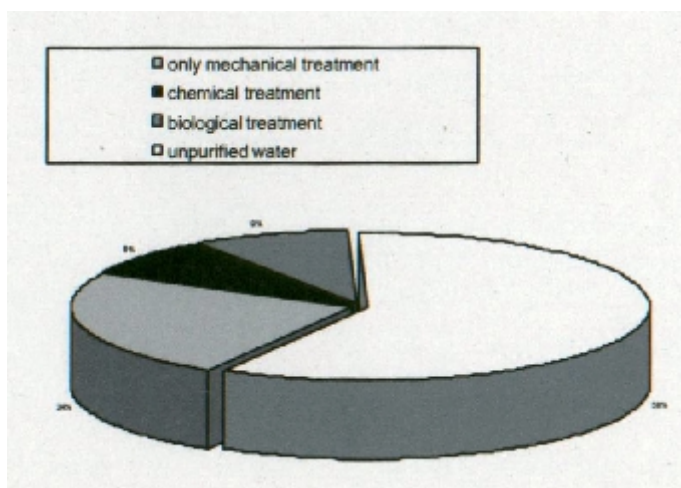
Seit 1993 laufen Forschungsarbeiten deutsch-polnischer Kooperation zur Quantifizierung von Nährstoffeinträgen aus punktuellen und diffusen Quellen in die Gewässer des Odereinzugsgebietes.

3.1.Nährstoffeinträge durch Punktförmige Quellen

Punktförmige Quellen lassen sich auf einen definierten Einleiter und einen definierten Einleitungsort zurückführen. Hierunter werden üblicherweise Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen, Industriekläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation verstanden. Bei den punktuellen Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisation handelt es sich um direkte Einleitung von Abwasser mit darin enthaltenen Nährstoffen. Sowohl für die eingeleiteten Wassermengen als auch für die N- (Stickstoff) und P- (Phosphor) Konzentrationen lassen sich die durchschnittlichen jährlich eingetragenen Stofffrachten relativ genau ermitteln.

Der Standart der Abwasserwirtschaft in Polen liegt weit unter dem der westeuropäischen Länder, was zum einen an der geringen Anzahl der Kläranlagen und zum anderen an der schlechten Ausrüstung bzw.dem hohen Alter der Anlagen liegt. An das insgesamt 35.851 km lange Kanalnetz sind lediglich 32% der Bevölkerung angeschlossen. Insbesondere bei der ländlichen Bevölkerung beträgt der Anschlussgrad an das Abwassersystem nur 4%.

Insgesamt werden in Polen jährlich ca. 4 Mio. m³ klärungsbedürftiges Abwasser in die Gewässer geleitet. 35% des Abwassers erhält eine nur unzulängliche Behandlung und 30% wird ohne jegliche Reinigung abgeleitet. Besonderes Interesse wurde hierbei auf von der HELCOM (Helsinki Commission) definierte „hot spots“ (Katowice, Glogow, Lodz, Ostrawa, Szczecin, Wroclaw,Poznan, und Zielona Gora) gerichtet. Hier ist die Situation ähnlich. 59% des gesamten Abwassers erhält keine Reinigung, 24% wird mechanisch behandelt und nur 17% erhält eine verbesserte Reinigung.



only mechanical treatment:	24%
chemical treatment:	8%
biological treatment:	9%
unpurified water:	59%

Abb.2: Abwasserbehandlung in den Hotspots

Quelle: (Humborg, L. et al. 2000)

Generell ist der Zustand der Kläranlagen in Polen relativ schlecht, was zum einen aus der schlechten Ausrüstung und zum anderen aus dem hohen Alter der Anlagen resultiert. Es gibt daher einen dringenden Bedarf an der Erweiterung der Klärkapazitäten und an der Verbesserung der Reinigungsstufen. Das schließt auch eine Modernisierung des Abwasserkanalsystems ein, das oftmals stark überlastet ist. Ein weiteres Problem ist, dass einige unfertige Kläranlagen nur eingeschränkt verwertbar sind, da sie in „sozialistischer Bauweise“ errichtet wurden und somit als Dauerbaustellen häufig schon abbruchreif sind, bevor die Inbetriebnahme erfolgen kann. Ausnahme hierfür bildet z.B. die relativ neue Anlage in Swinemünde, die erst 1997 in Betrieb genommen wurde. Diese Anlage wurde in einem deutsch-polnischen Gemeinschaftsprojekt erbaut und klärt fast das gesamte im Kanalnetz anfallende Schmutzwasser. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass sowohl aus Geldmangel als auch auf Grund fehlenden Know-hows keine ordnungsgemäße Betriebsführung (Wartung etc.) stattfindet und notwendige Sanierungen und Reinvestitionen unterbleiben. Die Lebensdauer und die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen dürften also in der Regel unter denen der BRD liegen.

	Poznan (Posen)		Wroclaw (Breslau)		Glogow (Glogau)		Swinoujscie (Swinemünde)	
Parameter	mg/l	Tgesamt	mg/l	Tgesamt	mg/l	Tgesamt	mg/l	Tgesamt
N gesamt	46,65	2.685	32	1.064	55,7	183	16	131
P gesamt	4,32	271	3,4	169	24,08	79	1	8

Tab.1: Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen
Quelle: (Humborg, L. et al. 2000)

3.2.Nährstoffeinträge durch diffuse Quellen

Diffuse Einträge hingegen gelangen über unterirdische Wege zusammen mit dem Sickerwasser oder als Direkteinträge in die Fließgewässer. Die Herkunft dieser Stoffeinträge lässt sich in der Regel nicht exakt lokalisieren. Zu den diffusen Einträgen zählen:

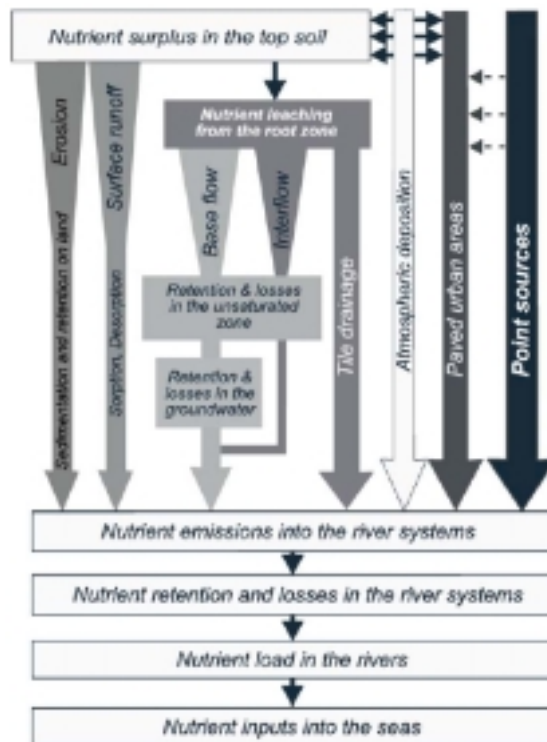
- Auswaschung von Nährstoffen und Einträge über unterirdische Abflusspfade von Ackerflächen, Grünland, Wald und versiegelten Flächen im Siedlungsbereich,
- Erosion von Boden
- Direkteinträge durch atmosphärische Deposition, Waldstreu, Mineraldünger bei der Ausbringung, Weidetiere und landwirtschaftliche Betriebe.

In einem gemeinschaftlichen Forschungsprojekt, initiiert von dem Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V. wurde das Modell MONERIS entwickelt. Hier wurde insgesamt zwischen sechs verschiedenen diffusen Eintragspfaden unterschieden und darüber hinaus die punktförmigen Quellen berücksichtigt.

Beispielsweise wurde hier zur Berechnung der Einträge auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ermittelt, wie viel Dünger auf die Felder aufgebracht wurde und wie viel von jenen Feldern geerntet wurde. Daraus ließ sich nun errechnen, wie viel Stickstoff auf den Feldern geblieben ist. Teilweise wird der Stickstoff im Boden gebunden, ein großer Teil wird jedoch ausgewaschen und gelangt somit ins Grundwasser. Dort wird der Stickstoff teilweise reduziert, gelangt aber dann über Austauschprozesse in die Oder.

Folgende diffuse Eintragspfade wurden von MONERIS betrachtet:

1. Atmosphärische Deposition
2. Erosion
3. Oberflächenabfluss
4. Grundwasser
5. Drainage
6. Urbane Flächen



Zur Berechnung der Nährstoffeinträge durch Erosion und Grundwasser wurden zusätzliche Modelle (NIIRIS und MODEST) angewendet.

Abb. 3: Eintragspfade und Prozesse innerhalb MONERIS
Quelle: (Behrendt, H. et al. 2002)

Die Stickstoffeinträge in das Flussbecken der Oder lagen in der Zeit von 1993-1997 bei etwa 124260 tS/a. Hauptquellen der Stickstoffeinträge waren Punktquellen (36,4%), das Grundwasser (27,1%) und Drainage (26,0%). Der Beitrag durch die anderen Eintragspfade liegt nur bei 10%. Die Stickstoffeinträge in die Oder werden zu 85% von Polen, zu 11,3% von der Tschechischen Republik und zu 3,7% von Deutschland verursacht.

Die Phosphoreinträge in das Flussbecken der Oder lagen in der Zeit von 1993-1997 bei etwa 12840 tP/a. Punktquellen sind die dominierenden Eintragspfade in das Flusssystem der Oder – sie verursachen 62,1% der gesamten Phosphoreinträge. Von den diffusen Einträgen gelten Erosion (11,8%), urbane Flächen (11,7%) und Grundwasser (9,1%) als Haupteinleiter von Phosphor in die Oder. Hier liegt der Beitrag durch die übrigen Eintragspfade nur bei 5%. Aus dem polnischen Teil der Oder stammen 89,4% der Phosphoremmissionen.

Die Ergebnisse der Berechnungen von Nährstoffeinträgen in die Oder sind in folgender Tabelle aufgeführt. (Die Nummerierung ergibt sich aus der oben stehenden Reihenfolge der diffusen Einträge; E Punkt=Einträge aus Punktquellen)

		E 1.	E 2.	E 3.	E 4.	E 5.	E 6.	EPunkt	Summe
Phosphor	tP/a	130	1520	130	1170	420	1500	7970	12840
	%	1,0	11,8	1,0	9,1	3,2	11,7	62,1	100
Stickstoff	tS/a	3870	1020	500	33650	32260	7680	45280	124260
	%	3,1	0,8	0,4	27,1	26,0	6,2	26,4	100

Tab.2: Nährstoffeinträge durch diffuse- und punktförmige Quellen in das Oderbecken in der Zeit von 1993-1997
Quelle: (Humborg, L. et al. 2000)

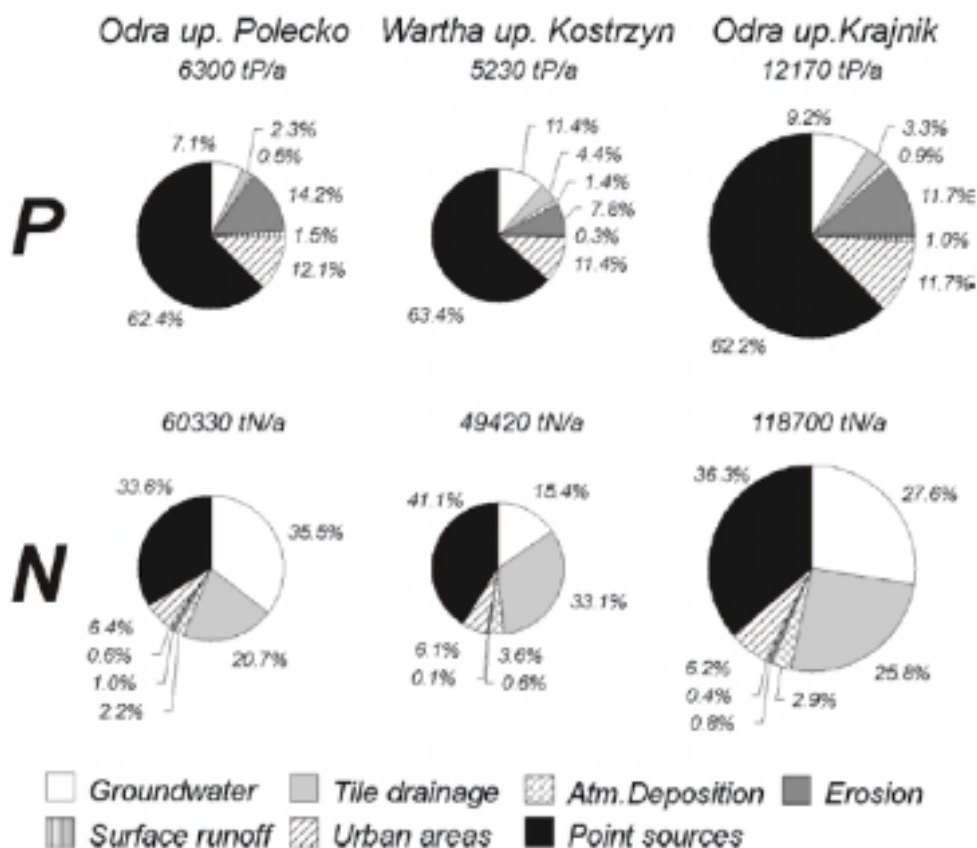


Abb. 4: Nährstoffeinträge durch verschiedene Eintragspfade in der Zeit von 1993-1997
Quelle: (Behrendt, H. et al. 2002)

Insgesamt sind die Nährstoffeinträge durch Stickstoff in die Oder in der Zeit von 1993-1997 niedrig im Vergleich zu anderen Flusssystemen innerhalb Mitteleuropas, was hauptsächlich an dem hohen Anteil an Felsen im gesamten Einzugsgebiet liegt. Das gleiche gilt auch für die diffusen

Phosphoreinträge. Das Niveau der Einträge durch Punktquellen entspricht jedoch dem der übrigen Flüsse in Mitteleuropa.

4. Einträge in die Oder durch Schwermetalle

Messungen der Schwermetalleinträge in die Oder fanden für Cadmium, Kupfer, Blei und Zink statt. Die Messungen ergaben 10,8t/a für Cadmium, 175 t/a für Kupfer, 113 t/a für Blei und 1190 t/a für Zink. Der Anteil der Einträge durch Punktquellen variiert zwischen 34% für Kupfer und 73% für Cadmium. Die Hauptursache für alle Schwermetalleinträge durch diffuse Quellen lag in den Einträgen von urbanen Flächen. Der Anteil dieses Eintragspfades variiert zwischen 16% für Cadmium und 31% für Kupfer und Blei.

Im Vergleich zu anderen Flusssystemen sind die Schwermetalleinträge in die Oder jedoch sehr gering.

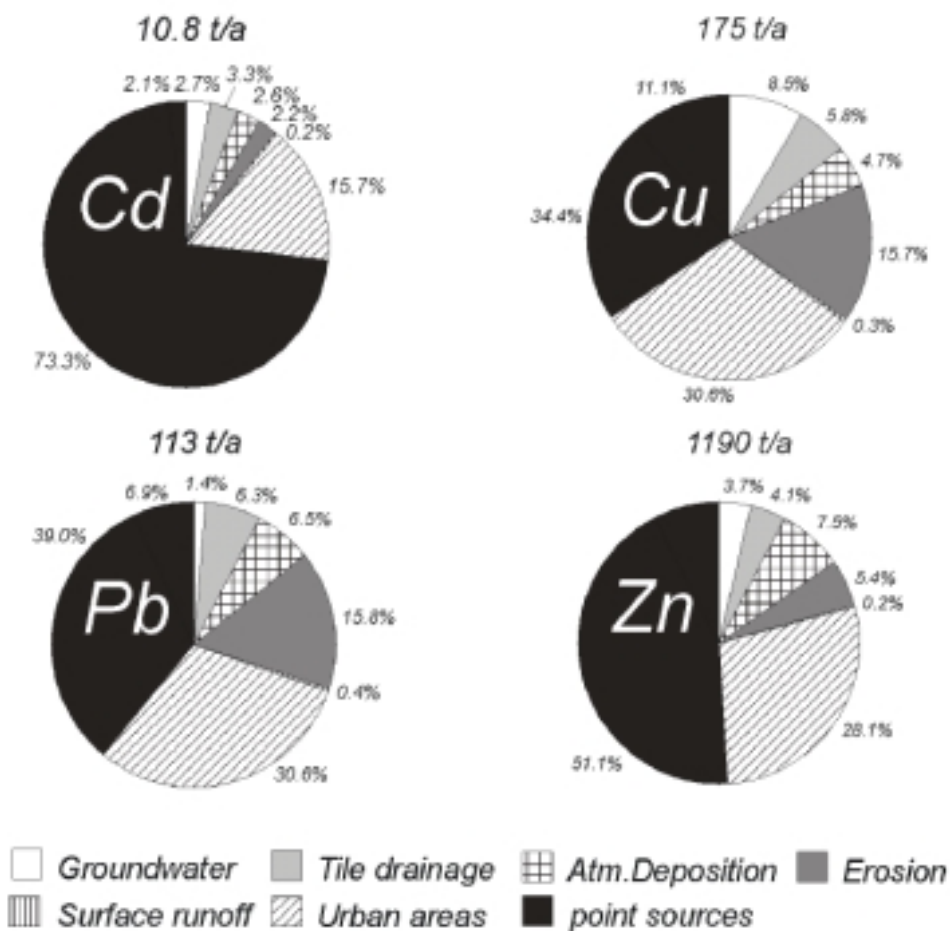


Abb. 5: Einträge von Schwermetallen
Quelle: (Behrendt, H. et al. 2002)

5. Folgen der Nährstoffeinträge in die Oder

Stickstoff und Phosphor sind Nährstoffe, die in unserer Industriegesellschaft im Überfluss vorhanden sind. Sie sind im Klärschlamm, im Abwasser und auf landwirtschaftlichen Flächen angereichert. Aufgrund der Transportwege von Stoffen mit dem Wasser und Auswaschungsprozessen aus unseren Böden gelangen die im Überfluss vorhandenen Nährstoffe auf vielen Wegen in unsere Fließgewässer.

Vor allem die übermäßige Zufuhr von Stickstoff und Phosphor führt zu einer Eutrophierung der Gewässer. Die Nährstoffeinträge befinden sich nicht mehr in einem natürlichen Nährstoffkreislauf, sondern führen zu Anreicherungen in Fließgewässern und Meeren mit einer Vielzahl unerwünschter Folgen.

Das Algenwachstum wird stark gefördert. Damit einher geht eine Vielzahl weiterer negativer Folgen, sowohl für die Gewässer selbst als auch für die Nord- und Ostsee, wohin letztlich die Nährstoffe gelangen. So äußert sich das Algenwachstum in Form von räumlicher Bedeckung und Verfärbung des Wassers, Abnahme der Sichttiefe sowie Schaumbildung und Sauerstoffmangel.

6. Aussichten

Verschiedene Berechnungen zeigen, dass ein Rückgang der Phosphoreinträge in die Oder in den nächsten Jahren erwartet werden kann. Besonders die Einführung von phosphatfreiem Waschmittel in der Tschechischen Republik und in Polen und das mögliche Greifen der EU Abwasserrichtlinie würden zur Reduzierung der Einträge führen. In diesem Fall wäre eine Reduzierung der Phosphateinträge durch Punktquellen um etwa 20-25% des Wertes aus der Zeit von 1993-1997 möglich. Würden zusätzlich Maßnahmen zur Reduzierung der Phosphoreinträge durch Erosion und von urbanen Flächen durchgeführt, ergäbe das eine Verringerung der Einträge in die Ostsee durch die Oder um 62% innerhalb der nächsten 10-20 Jahre.

Für Stickstoff können wir erwarten, dass bei vollständiger Durchsetzung der EU Abwasserrichtlinie eine Minderung der Einträge durch Punktquellen in die Oder um 65% erreicht wird. Besonders durch den Ausbau und die Verbesserung der Kläranlagen kann dieses Ziel erreicht werden. Parallel dazu würde sich vielfach ein Ausbau des Kanalnetzes als sinnvoll erweisen, da die Netze häufig überlastet sind, was zum Überlaufen führt.

Eine weitere Senkung des Stickstoffüberschusses auf landwirtschaftlichen Flächen durch ordnungsgemäße Landbewirtschaftung würde die Nährstoffeinträge um 17% innerhalb der nächsten 20 Jahre senken. Insgesamt könnte so eine Senkung der Stickstoffeinträge in die Oder um 34% im Vergleich zu den Jahren von 1993-1967 erreicht werden.

Bedingt durch die Tourismusindustrie sind vor allem Städte und Regionen an der Ostseeküste daran interessiert durch sauberes Wasser einen Imagegewinn zu erzielen und damit den Umsatz zu steigern. Jedoch auch die Fischereiindustrie dürfte mit erheblichen Ertragssteigerungen rechnen, sollten geplante Maßnahmen erfolgreich sein.

Ökologen schlagen jedoch noch weitere Maßnahmen vor, die in erster Linie der Stickstoffretention dienen. Dazu gehören der Rückbau von Entwässerungsgräben, die Wiedervernässung von Feuchtgebieten und das Anlegen von Uferrandstreifen.

Von der Umsetzung dieser Maßnahmen würden nicht nur die Oder, sondern auch Tiere und Pflanzen im gesamten Einzugsgebiet und schließlich auch die Ostsee im hohen Maße profitieren.

In Abhängigkeit von den einzelnen Maßnahmen wird es jedoch neben den beschriebenen Vorzügen auch zu Nachteilen für diverse Gruppen kommen. So würde sich z.B. aufgrund von Investitionen in den Abwasserbereich die Gebühr erhöhen, die Industrie hätte unter Umständen Reinigungsaufgaben umzusetzen oder die Bauern könnten zur Umstellung ihrer Produktion angehalten werden. So wird trotz der Vorteile mit Widerstand von einzelnen Interessengruppen zu rechnen sein.

Literatur:

- Behrendt, H. et al. (2002): Nährstoff und Schwermetalleinträge in das Flusssystem der Oder
http://www.igb-berlin.de/institut/deutsch/2001/Research/nutrient_heavymetal_emissions.pdf
- Dannowski, R. et al. (1999): Quantifizierung diffuser Stoffeinträge in die Gewässer im Einzugsgebiet der Oder und der pommerschen Bucht mit dem Ziel der Erarbeitung von Entscheidungshilfen für den integrierten Gewässerschutz. http://www.zalf.de/ressourcen/publ/jb_98_99+k_342lwh.pdf
- Dolch, T. & Schernewski, G. (2003): Hat Wasserqualität eine Bedeutung für Touristen? Eine Studie am Beispiel des Oderästuars. http://www.eucc-d.de/infos/AMK2002_Dolch_Schernewski.pdf
- Grünwald, U. (2000): Simulation von Hochwasser im Einzugsgebiet der Oder.
http://www.dkkv.org/upload/ODER_DEU.pdf
- Humborg, L. et al. (2000): Meereswissenschaftliche Berichte No.41.
<http://www.uni-rostock.de/andere/wvu/Texte/OBBSI.pdf>
- Knöchel, A. et al. (2002): Die Belastung der Oder. Ergebnisse des internationalen Oderprojekts.
<http://hikwww1.fzk.de/ptwte/w/Belastung-der-Oder.pdf>
- Microsoft Encarta Weltatlas 2001
- Schernewski, G. et al. (2002): Water quality problems in Baltic coastal waters : The Odra as a source of human pathogenic viruses.
http://www.io-warnemuende.de/homepages/schernewski/articles/Miedzyzdroje_GS_Virus.pdf
- Zens, J. (2003): Ein Grenzfluss verbindet Wissenschaftler. http://www.fv-berlin.de_zeitung_verbund55.pdf