

# Deutschlands Anteil an der Eutrophierung der Ostsee

## 1. Einleitung

Meeresschutzpolitik kann – ähnlich wie etwa Luftreinhaltepolitik – nur in enger internationaler Kooperation erfolgreich sein. Wind und Meeresströmungen richten sich nicht nach Staatsgrenzen und in ihnen enthaltene Schadstoffe können kaum allein durch nationale Anstrengungen reduziert werden. Insofern ist auch der Schutz der Ostsee in erster Linie als Gemeinschaftsaufgabe aller Ostseeanrainerstaaten zu betrachten. Viele das Meer betreffende Probleme lassen sich darüber hinaus nur im gesamteuropäischen Rahmen bewältigen.

Bei der Eutrophierung handelt es sich um die dringendste ökologische ostseepolitische Herausforderung. Die Ursachen sind ausgesprochen komplex und rühren von so unterschiedlichen Bereichen wie Landwirtschaft, Verkehr, Energie, Abwasser, Tourismus und Klimawandel. Für nahezu alle entsprechenden Politikfelder liegen die wesentlichen Regelungskompetenzen bei der Europäischen Union und nur auf ihrer Ebene kann letztlich eine erfolgreiche Strategie zur Bekämpfung der Eutrophierung ansetzen.<sup>1</sup>

Trotz der internationalen Interdependenz soll im Folgenden der Versuch unternommen werden, den deutschen Anteil an der Verantwortung für die Eutrophierung der Ostsee herauszuarbeiten. Gerade weil häufig nur noch die makroregionale oder europäische Ebene als Regelungsort erscheint, kann es – etwa im Interesse einer klareren Bewertung von nationalen Lasten- und Nutzenverteilungen sowie einer besseren Einschätzung der Kosteneffizienz bestimmter Maßnahmen – sinnvoll sein, gezielt nach den jeweiligen nationalen und quellspezifischen Anteilen an der Eutrophierung des Meeres zu fragen.

Die folgende Analyse wird sich dazu auf deren Hauptursache – die anthropogenen Nährstoffeinträge – konzentrieren. Auf andere Ursachen wie etwa den Klimawandel,<sup>2</sup> oder den

---

<sup>1</sup> Folgerichtig enthält auch die im Juni 2009 von der Europäischen Kommission formulierte EU-Strategie für den Ostseeraum in wesentlichen Teilen Maßnahmen gegen die Eutrophierung des Meeres.

<sup>2</sup> Die durchschnittliche Erwärmung wird in der Ostseeregion wahrscheinlich stärker ausfallen, als in anderen Teilen der Welt und es ist mit einer Erhöhung der Niederschlagsmengen zu rechnen. Beide

Schiffsverkehr auf der Ostsee, die letztlich anteilmäßig ebenfalls von Deutschland mit zu verantworten sind, sei an dieser Stelle nur hingewiesen.<sup>3</sup> Sie sind zu sehr in andere globale Wirkungs- und Regulierungssysteme eingebettet, als dass eine nach nationalen Verursacheranteilen isolierte Betrachtung ihrer Auswirkungen auf die Ostseeeutrophierung einen eigenständigen Nutzen ergeben könnte. Dagegen erlaubt eine Berechnung der von Deutschland ausgehenden Nährstoffeinträge in die Ostsee und der Relation ihrer verschiedenen Ursprungsquellen zueinander wichtige Rückschlüsse auf mögliche Reduzierungspotentiale und ist eine Voraussetzung, um negative Trends frühzeitig zu erkennen und nach Möglichkeiten zum Gegensteuern zu suchen.

## 2. Deutsche Nährstoffeinträge in die Ostsee

### 2.1. Wasserbasierte Einträge

Geographische und klimatische Faktoren wie die Länge der Küstenlinie, der Anteil am Wassereinzugsgebiet oder die vorherrschenden Windrichtungen beeinflussen entscheidend den individuellen Nährstoffeintrag, den die einzelnen Anrainerstaaten zur Eutrophierung der Ostsee beisteuern. Während etwa sämtliche Flüsse Polens in die Ostsee münden, fließen die großen deutschen Flüsse entweder in die Nordsee (Elbe, Weser, Rhein) oder letztlich in das Schwarze Meer (Donau). Lediglich einige wenige sehr kleine deutsche Flüsse (Schwentine, Trave, Warnow, Peene) münden in die Ostsee. Daher trägt auch Deutschland – soweit es die wasserbasierten Schadstoffeinträge betrifft – um ein Vielfaches der Menge zur Verschmutzung von Nordsee und Schwarzem Meer bei, mit der es die Ostsee belastet.<sup>4</sup>

---

Faktoren könnten die Anfälligkeit der Ostsee für die Eutrophierung steigern. Größere und wärmere Wassermengen mit geringem Salzgehalt an der Oberfläche könnten den Gegensatz zum kalten, salzreichen Tiefenwasser und damit die bereits von Natur aus bestehende thermohaline Schichtung der Ostsee verstärken. In der Folge würde die Zirkulation zwischen den Wasserschichten und damit die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers weiter erschwert. Vgl. Joachim Wille: Badewanne Ostsee. Der Klimawandel trifft das Binnenmehr stärker, in: Frankfurter Rundschau 22.01.2008.

<sup>3</sup> Zu den hier nicht näher behandelten, prinzipiell jedoch für die Ostseeeutrophierung relevanten verkehrspolitischen Planungen gehört auch die feste Fehmarnbeltquerung. Laut einer von der deutschen und der dänischen Regierung veranlassten Untersuchung würde allerdings selbst die im Fall einer Brückenlösung zu erwartende leichte Beeinträchtigung des Wasseraustauschs mit der Nordsee nur so geringe Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Ostsee haben, dass diese „in der Praxis nicht nachweisbar“ sein werden. Auf der anderen Seite dürften aufgrund des Wegfalls der Emissionen aus dem Fährverkehr Puttgarden – Rødby und einer mit der Querung möglich werdenden effizienteren Gestaltung europäischer Verkehrsströme deutliche Reduktionen von Luftschadstoffemissionen, darunter auch der für die Eutrophierung verantwortlichen Stickstoffoxide erreicht werden. Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Transport- und Energiministeriet: Umweltkonsultationsbericht 2006, Berlin und Kopenhagen 2006, S. 58-62.

<sup>4</sup> So leitete im Jahr 2000 Deutschland zwar 21 000 t landwirtschaftlich verursachten Stickstoff in die Ostsee, aber mit 76 000 t mehr als die dreifache Menge in das Schwarze Meer und mit 293 000 t fast die 14fache Menge in die Nordsee. Ähnlich sind die Relationen in Bezug auf die Phosphoreinträge. Vgl.

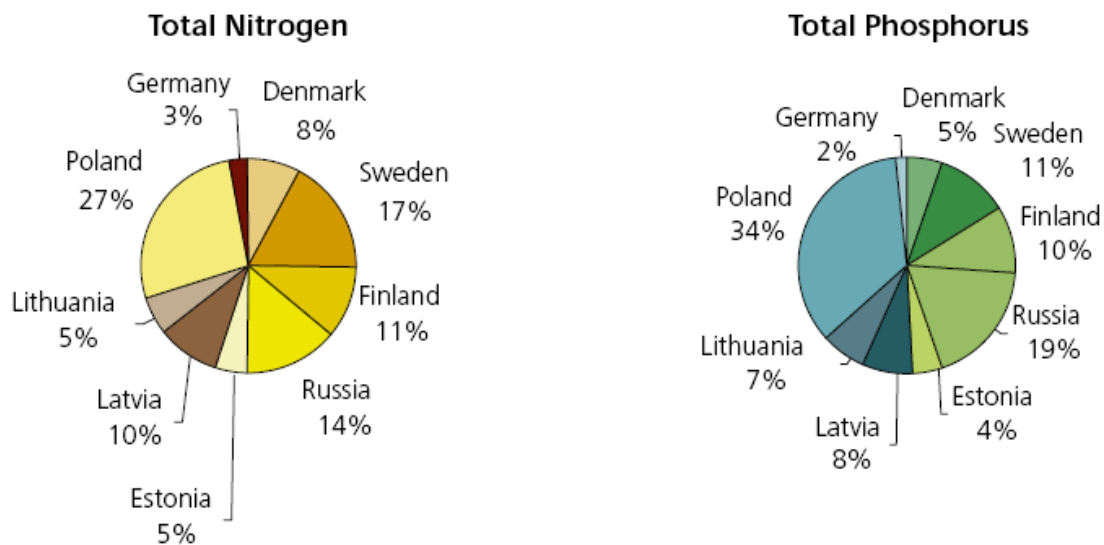


allem deshalb den geringsten Anteil, weil es der Anrainerstaat mit dem kleinsten Anteil am Wassereinzugsgebiet der Ostsee ist.

Abb. 2:

Durchschnittliche jährliche Anteile an den wasserbasierten Stickstoff- und Phosphateinträgen in die Ostsee je Anrainerstaat.

Quelle: Helcom 2009, Baltic Sea Environment Proceedings No. 115B



## 1.2. Atmosphärische Einträge

Genau gegensätzlich wirkt sich die geographische Lage Deutschlands in Bezug auf die Stickstoffmengen aus, die über die Atmosphäre in die Ostsee eingetragen werden und ungefähr das übrige Drittel<sup>7</sup> der gesamten anthropogenen Nährstofffrachten ausmachen. Hier ist die vorherrschende Windrichtung der entscheidende Faktor, der bewirkt, in welchem Ausmaß die Emissionen eines Anrainerstaates die Ostsee belasten. So liegt es zu einem großen Teil an der Dominanz von Westwindwetterlagen, dass Deutschland unter allen Anrainerstaaten derjenige ist, der den größten Anteil an atmosphärischen Stickstoffeinträgen in die Ostsee verantwortet. Die folgende Graphik zeigt, dass dieser Anteil knapp ein Fünftel des Gesamteintrages ausmacht.

<sup>7</sup> HELCOM 2009, S. 74, 75.

Abb. 3:

Durchschnittlicher Anteil der Anrainerstaaten an den jährlichen atmosphärischen Stickstoffeinträgen in die Ostsee im Beobachtungszeitraum 2000-2006<sup>8</sup>.

RE bedeutet „remote“, d.h. außerhalb der Ostsee und ihrer Anrainerstaaten gelegene Emissionsquellen. BA bedeutet Baltic Sea, d.h. Emissionen des Ostseeschiffsverkehrs.



Die vorherrschenden Westwindlagen führen dazu, dass Russland nur einen relativ geringen Anteil an den atmosphärischen Stickstoffeinträgen hat, obwohl das Land mit rund 1,5 Millionen t insgesamt wesentlich mehr Stickstoff pro Jahr ausstößt als Deutschland (rund 900 000 t)<sup>9</sup>. Dagegen trägt trotz seiner Entfernung Großbritannien mit rund 6 % noch doppelt so viel wie Russland zur atmosphärischen Stickstoffbelastung der Ostsee bei. Die britischen Emissionen sind in dem auffällig hohen Anteil von 40% enthalten, der die Einträge von außerhalb der Ostseeregion befindlichen Emissionsquellen zusammenfasst, darunter auch diejenigen aus dem Schiffsverkehr auf der Nordsee, aus der Ukraine, den Niederlanden, Belgien, Frankreich und weiteren entfernten Staaten.<sup>10</sup>

### 1.3. Einschätzung des deutschen Gesamtanteils

Um den Gesamtanteil Deutschlands an den anthropogenen Nährstoffeinträgen in die Ostsee anschaulicher zu machen, können die wasserbasierten und die atmosphärischen Einträge zusammengefasst betrachtet werden. In Bezug auf den Phosphor bleibt es auch dann ungefähr bei der in Abb. 2 genannten Zahl von 2%, da hier der atmosphärische Eintrag kaum eine Rolle spielt. Dagegen müssen bei den Stickstoffeinträgen die deutschen

<sup>8</sup> Übernommen aus Jerzy Bartnicki/Semeena Valiyaveetil: Estimation of atmospheric nitrogen deposition to the Baltic Sea in the periods 1997-2003 and 2000-2006, Summary Report for HELCOM, Oslo 2008, S. 18.

<sup>9</sup> Bartnicki/Valiyaveetil 2008, S. 7.

<sup>10</sup> Helsinki Commission: Estimation of atmospheric nitrogen deposition to the Baltic Sea in 2010 based on agreed emission ceilings under the EU NEC Directive and the Gothenburg Protocol: Executive Summary, Helsinki 2006, S. 6.

Anteile an dem wasserbasierten Gesamteintrag (3%) und dem atmosphärischen Gesamteintrag (19%) miteinander kombiniert werden.

Ausgehend von der Relation

2/3 (wasserbasierte Einträge)  
+ 1/3 (atmosphärische Einträge)  
100 % (Gesamtsumme der anthropogenen Stickstoffeinträge in die Ostsee)

ergibt sich der deutsche Beitrag aus der Berechnung

3% von 66,6% (d.i. 2/3) entspricht 2% von 100%  
+ 19% von 33,3% (d.i. 1/3) entspricht 6% von 100%  
8% von 100%

Mit 8% Anteil an den anthropogenen Einträgen liegt Deutschland in Bezug auf Stickstoff ungefähr im Mittelfeld, wenn man eine Anzahl von 11 wesentlichen Emittenten zu Grunde legt. Das sind die neun Anrainerstaaten, der Schiffsverkehr auf der Ostsee und in einer Position zusammengefasst die Einträge aller nicht an der Ostsee gelegenen Emittenten (entferntere Staaten, Schiffsverkehr auf der Nordsee etc.).

Der deutsche Anteil könnte aber insofern noch etwas höher veranschlagt werden, als davon auszugehen ist, dass ein großer Teil der deutschen Emissionen in die Atmosphäre in den zu den übrigen Anrainerstaaten gehörenden Ostsee-Wassereinzugsgebieten eingetragen wird und über die polnischen, baltischen, skandinavischen und russischen Flüsse in die Ostsee gelangt. In den Statistiken erscheinen sie dann als wasserbasierte polnische u.a. Einträge, obwohl sie ursprünglich aus deutschen Quellen stammen.<sup>11</sup> Darüber hinaus erscheinen in den HELCOM-Berechnungen auch die Nährstoffe, die aus deutschen Zuflüssen in die Oder gelangen, in der polnischen Bilanz, weil die Oder auf polnischem Staatsgebiet in die Ostsee mündet.<sup>12</sup>

Letztlich ist aber eine exakte Berechnung des Anteils Deutschlands oder eines anderen Anrainerstaates gar nicht möglich, sondern es muss bei diesen Zahlen von beträchtlichen Ungenauigkeiten ausgegangen werden. Während wasserbasierte Einträge noch relativ gut zu ermitteln sind, indem an Flussmündungen Wasserproben entnommen und die Ergebnisse hochgerechnet werden können, kommt bei Messungen der atmosphärischen

---

<sup>11</sup> Vgl. HELCOM 2009, S. 75.

<sup>12</sup> Vgl. <http://www.umweltbundesamt-umweldeutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodentent=2401>

Einträge die Unsicherheit der Wetterlagen (Windrichtungen, Windstärke, Menge und Ort der Niederschläge, Häufigkeit von Gewittern, Nebelbildung etc.) hinzu.<sup>13</sup> Auch direkte Nährstoffeinträge über das Grundwasser in die Ostsee sind bisher noch kaum erforscht.<sup>14</sup> Im Fall Deutschlands sollte daher von einem Unsicherheitsfaktor von +/- fünf Prozentpunkte ausgegangen werden.<sup>15</sup> Gesichert kann über den Anteil Deutschlands an den Stickstoffeinträgen in die Ostsee nur gesagt werden, dass er in einem Bereich zwischen 5% und 15% liegt und dass der überwiegende Teil hiervon (rund drei Viertel) über die Atmosphäre in die Ostsee eingetragen wird.

#### *1.4. Differenzierung der deutschen Einträge*

Um eine Bewertung der Reduzierungspotentiale vornehmen zu können, ist es erforderlich, die aus Deutschland stammenden Nährstoffeinträge in die Ostsee nach Ursprungsquellen zu differenzieren. Die Eintragspfade können nach luft- und wasserbasierten Einträgen unterschieden werden, wobei letztere weiter nach punktuellen und diffusen Quellen zu differenzieren sind. Darüber hinaus lassen sich spezifische Schadstoffmengen auf konkrete Verursacher wie Landwirtschaft, Kommunen, Autoverkehr etc. zurückführen. Wie bereits im Zusammenhang mit der Differenzierung von Schadstoffeintragsmengen nach Anrainerstaaten beschrieben, sind auch bei Zahlenangaben über die mengenmäßige Zuordnung zu bestimmten Verursachern größere Ungenauigkeiten einzukalkulieren. Sie dienen daher vor allem dazu, generell die Relationen zwischen und innerhalb der verschiedenen Ursprungsquellen zu veranschaulichen.

Wie im vorherigen Abschnitt dargestellt, gelangen von den gesamten anthropogenen deutschen Stickstoffeinträgen gut drei Viertel über den Luftweg in die Ostsee. Für eine nähere Spezifizierung hinsichtlich der in die Ostsee auf diesem Weg eingetragenen Teilmengen nach Verursachern fehlen jedoch aktuelle Daten. Bei der folgenden Einschätzung der Anteile werden daher die für Deutschland insgesamt berechneten Zahlen zu Grunde gelegt.<sup>16</sup>

Etwas mehr als die Hälfte (ca. 55%) der gesamten deutschen Stickstoffemissionen in die Atmosphäre werden als reduzierter Stickstoff (NH<sub>3</sub>) eingetragen.<sup>17</sup> Die folgende Graphik

---

<sup>13</sup> Interviews am IO Warnemünde am 14.07.2009 und am IFM-GEOMAR am 11.08.2009.

<sup>14</sup> Neben anderen wird der Frage der über das Grundwasser direkt in die Ostsee eingeleiteten Nährstoffeinträge in dem seit Anfang 2009 laufenden BONUS-Projekt AMBER nachgegangen. Vgl. <http://idw-online.de/pages/de/news?id=310700>.

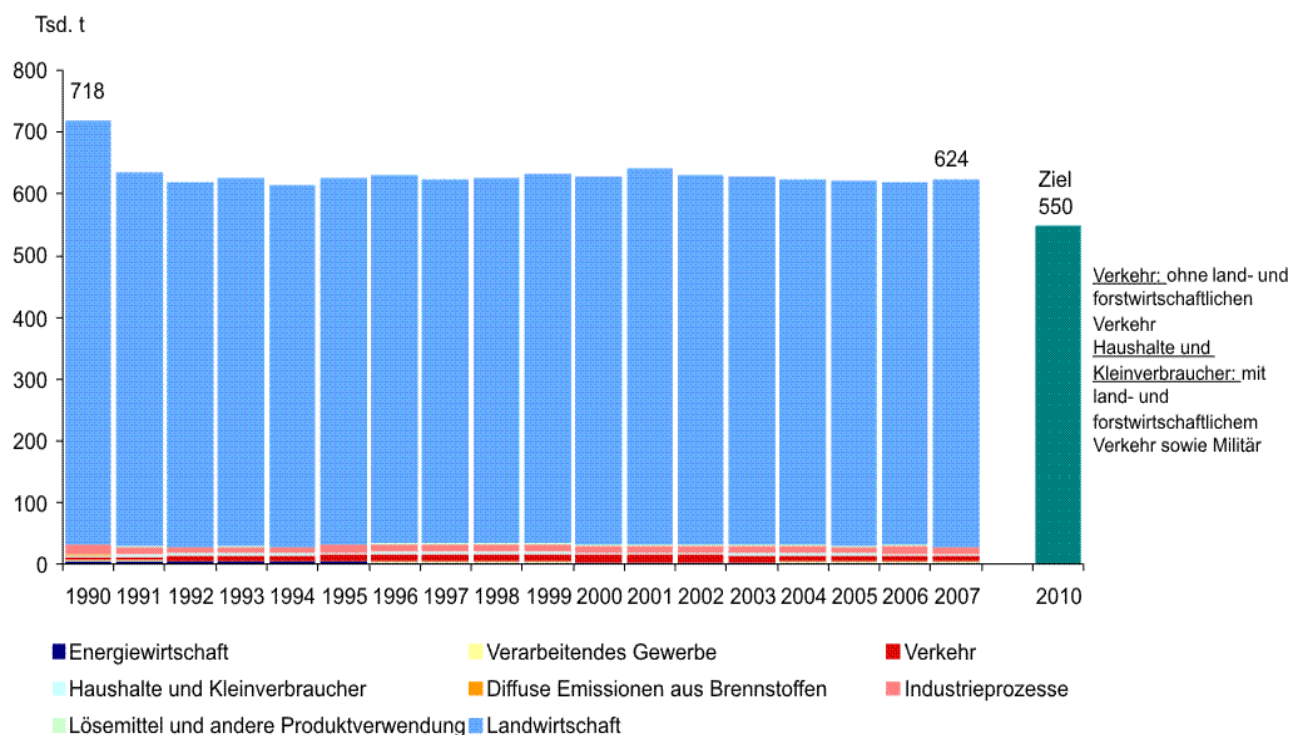
<sup>15</sup> Interview am IFM-GEOMAR am 11.08.2009.

<sup>16</sup> Die Berechnung der nationalen Emissionsmengen und -quellen wird von der Bundesregierung im Rahmen der Umsetzung der EU-Richtlinie vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe vorgenommen. Die Richtlinie bestimmt auch die in den Graphiken für 2010 dargestellten jeweiligen Zielmarken.

<sup>17</sup> Relation berechnet für 2006, vgl. Bartnicki/Valiyaveetil 2008, S. 7.

zeigt, dass dieser fast ausschließlich (95%) aus der Landwirtschaft stammt und auf Ammoniak-Emissionen zurückgeht, die in Tierställen sowie bei der Lagerung und Ausbringung von Gülle entstehen. Die restlichen Anteile entfallen auf Industrie (1,8%), Verkehr (1,4%) und weitere Kleinquellen.<sup>18</sup>

Abb. 4:  
Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Emissionen nach Quellkategorien

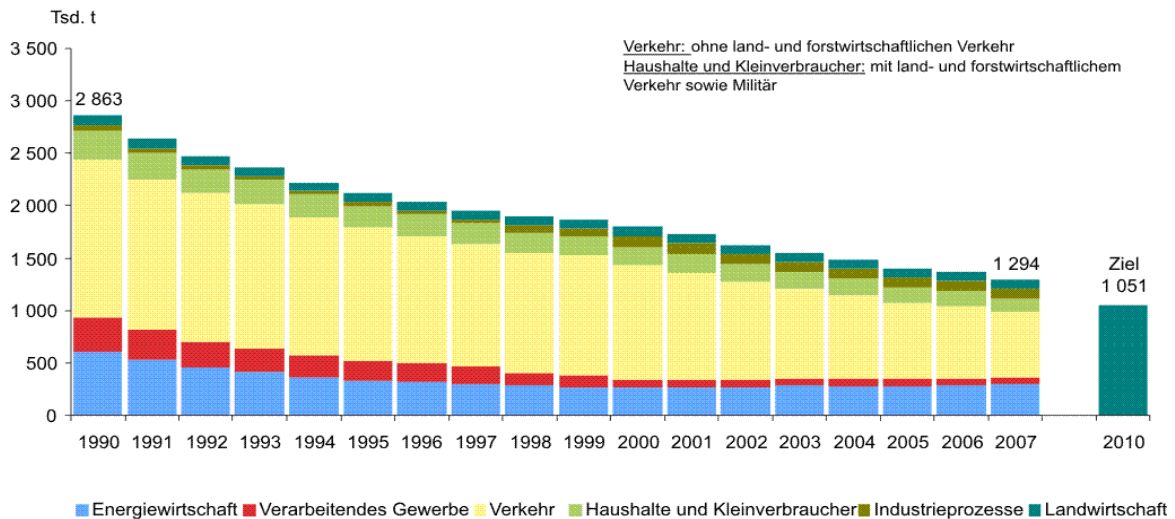


Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Emissionsentwicklung 1990-2007 (Endstand 20.02.2009), [www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm](http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm)

Der andere, etwas kleinere Teil (ca. 45%) der gesamten deutschen Stickstoffemissionen entfällt auf oxidierten Stickstoff (NO<sub>x</sub>). Die folgende Graphik (Abb. 5) zeigt, dass davon 2007 ungefähr die Hälfte (49%) aus Verkehrsemissionen, rund ein Viertel (23%) aus der Energiewirtschaft und 10% von Haushalten und Kleinverbrauchern stammten. Kleinere Anteile entfielen auf Industrie (7%), Landwirtschaft (6%) und Verarbeitendes Gewerbe (5%).

<sup>18</sup> Darunter Energiewirtschaft, Haushalte, Lösemittel und andere Produktverwendung, vgl. <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do?ident=17862>

Abb. 5:  
Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>, gerechnet als NO<sub>2</sub>)-Emissionen nach Quellkategorien



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Emissionsentwicklung 1990-2007 (Endstand 20.02.2009): [www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm](http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm)

Bei den wasserbasierten deutschen Nährstoffeinträgen in die Ostsee kann sowohl für Phosphor als auch für Stickstoff zwischen punktuellen und diffusen Einträgen unterschieden werden:

Abb. 6:  
Stickstoff- und Phosphoreinträge aus Punkt- und diffusen Quellen im deutschen Einzugsgebiet der Ostsee



Quelle: Umweltbundesamt 2009

Die Graphik zeigt, dass in dem letzten Beobachtungszeitraum (2003-2005) der überwiegende Teil der wasserbasierten Einleitungen beider Nährstoffe aus diffusen (das sind alle nicht punktuellen) Quellen stammte. Lediglich knapp 10% der Stickstoff- und 20% der Phosphoreinträge entfielen auf Punktquellen. Da es im deutschen Ostsee-einzugsgebiet kaum größere Industriestandorte gibt,<sup>19</sup> handelt es sich dabei hauptsächlich um Einleitungen aus kommunalen Klärwerken. Unter den diffusen Einträgen verursacht die Landwirtschaft mit 80% der Stickstoff- und 63% der Phosphoreinleitungen den überwiegenden Anteil der Gesamteinträge. Sie gelangen über Grundwasser, Drainagen, Erosion und Oberflächenabfluss in die Ostsee. Kleinere diffuse Eintragspfade sind atmosphärische Deposition und urbane Flächen.

Neben der aktuellen Momentaufnahme zeigen die vorgestellten Graphiken auch längerfristige Trends sowie Verschiebungen des relativen Gewichts von spezifischen Emittenten. Nahezu bei allen Eintragspfaden sind die Mengen seit Anfang der 90er Jahre rückläufig. Besonders starke Rückgänge konnten bei den Punktquellen für den Phosphor (um 93%) und Stickstoff (um 85%) erreicht werden. Ursachen sind der nach der deutschen Einheit in Ostdeutschland flächendeckend erreichte Anschluss an Klärwerke, die Einführung der Phosphatfällung in der deutschen Abwasserreinigung insgesamt sowie die Einführung von phosphatfreien Waschmitteln seit den 80er Jahren. Auch die Emissionen von oxydiertem Stickstoff haben sich seit 1990 beträchtlich verringert (vgl. Abb. 5). Hier zahlen sich die in den vergangenen Jahrzehnten in ganz Deutschland erreichten Fortschritte in der Luftreinhaltungspolitik aus.

In weitaus geringerem Ausmaß hat dagegen die Landwirtschaft zu einer Reduzierung der Nährstoffeinträge beigetragen. Der unmittelbar nach 1990 eingetretene Rückgang ist vor allem mit den sozio-ökonomischen Veränderungen nach der deutschen Einigung und der mit ihnen einhergehenden starken Verminderung der Viehbestände in Ostdeutschland zu erklären, weniger mit umweltpolitischen Maßnahmen oder grundsätzlichen Änderungen beispielsweise im Düngeverhalten der Landwirte.<sup>20</sup> Daher ist – wie in Abb. 4 deutlich zu sehen – nach dem Einbruch am Anfang der 90er Jahre, im weiteren Verlauf der Ausstoß von Ammoniak auf hohem Niveau nahezu stabil geblieben.

Auch bei den wasserbasierten Nährstoffeinträgen zeigen sich die leicht unterschiedlichen Entwicklungen bei den Einträgen agrarischen Ursprungs (diffuse Quellen) im ost- und westdeutschen Ostsee-einzugsgebiet:

---

<sup>19</sup> Vgl. <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeid=2410>

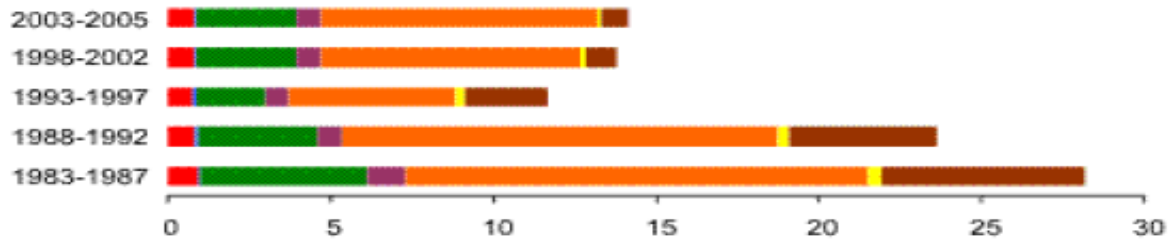
<sup>20</sup> Horst Behrendt: German national report on nutrient loads, in: The Finnish Environment, Evaluation of the implementation of the 1988 Ministerial Declaration regarding nutrient load reductions in the Baltic Sea catchment area, Helsinki 2002, S. 118.

Abb. 7:

Vergleich der Stickstoffeinträge aus Punkt- und diffusen Quellen in die Flussgebietseinheiten von Warnow/Peene (Mecklenburg-Vorpommern) und Schlei/Trave (Schleswig-Holstein)

### Gesamtstickstoffeinträge in kt/a

#### Warnow/Peene



#### Schlei/Trave



Quelle: Umweltbundesamt 2009

Auffällig ist der sehr starke Rückgang Anfang der 90er Jahre im Einzugsgebiet Warnow/Peene, der den Rückgang der ostdeutschen Viehbestände in diesen Jahren widerspiegelt. Für beide Gebiete charakteristisch ist dagegen ein ungefähr seit 2000 wieder zu verzeichnender Anstieg der Einträge aus diffusen Quellen.

### 3. Auswirkungen der deutschen Nährstoffeinträge auf die Eutrophierung der Ostsee

Die oben dargestellten deutschen Nährstofffrachten in die Ostsee zeigen, dass Deutschland bezüglich der Stickstoffeinträge unter den Anrainerstaaten im Mittelfeld liegt, während es mit lediglich 2% in Bezug auf die Phosphoreinträge zu den eher unbedeutenden Verursachern gehört. Obwohl Deutschland aufgrund seines kleinen Anteils am Wassereinzugsgebiet nur sehr geringe Nährstoffmengen auf dem Wasserweg in die Ostsee einleitet, hat es vor allem wegen seines hohen Anteils an atmosphärischen Stickstoffeinträgen eine große Mitverantwortung für den ökologischen Gesamtzustand der Ostsee und damit auch für die Gebiete, in denen sich aufgrund der Eutrophierung seit Jahren die Meeresumwelt in einem bedrohlichen Zustand befindet. In der zentralen Ostsee sind dies die Tiefenbecken um die Inseln Bornholm und Gotland. Hier hat die Eutrophierung die bereits von Natur aus schwierigen

Sauerstoffbedingungen weiter verschärft. Auf über der Hälfte des Meeresgrundes und unterhalb von 80 Metern Tiefe gibt es dort aufgrund des Sauerstoffmangels praktisch kein höheres Leben mehr.<sup>21</sup>

Neben ihrem Beitrag zur Entwicklung des Gesamtökosystems Ostsee wirken sich deutsche Nährstoffeinträge aber auch unmittelbar im regionalen und lokalen Bereich aus, d.h. sie haben direkten Einfluss auf die ökologische Qualität der deutschen Küstengewässer, deren Eutrophierungszustand derzeit insgesamt als „moderat bis schlecht“ eingestuft wird.<sup>22</sup> In den schleswig-holsteinischen Ostseeküstengewässern wurde im September 2008 verbreiteter Sauerstoffmangel festgestellt.<sup>23</sup> Er tritt dort seit den 70er Jahren regelmäßig in den Sommermonaten auf, während dieser Zustand vorher nur gelegentlich eintrat. Gerade in den tieferen Förden und Buchten wie der Flensburger Förde und der Eckernförder Bucht führen hohe Nährstoffkonzentrationen im Sommer zu vermehrtem Algenwachstum. Wenn das pflanzliche Material abstirbt, sinkt es in die Tiefe und verbraucht im Zersetzungsprozess den dortigen Sauerstoff. Aufgrund der vom offenen Meer abgeschnittenen Gewässer und der stabilen Schichtung von kaltem, salzhaltigem Tiefen- und warmem salzarmem Oberflächenwasser findet dann keine Durchmischung mehr statt. Die Folge ist, dass in den bodennahen Bereichen, unterhalb von ca. 15 m Wassertiefe extrem sauerstoffarme Zonen entstehen. Hierbei kann es auch zur Bildung von giftigem Schwefelwasserstoff kommen.<sup>24</sup> Ähnliche Verhältnisse treten auch in den westlichen Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern auf.

Dagegen führt in den flachen Bodden und Haffen östlich der Darßer Schwelle die Eutrophierung zu genau umgekehrten Effekten. Aufgrund der geringen Wassertiefe entstehen hier keine stabilen Schichtungen, so dass das Wasser weiterhin zirkulieren kann. Tageslicht durchdringt das Wasser bis auf den Grund. In Verbindung mit dem Überangebot an Nährstoffen führt dies zu einer verstärkten Bildung von Phytoplankton, das wiederum durch Photosynthese ein Übermaß an Sauerstoff produziert. So ist es in der Vergangenheit immer wieder zu Sauerstoffübersättigungen gekommen, beispielsweise 1999 in der südlichen Unterwarnow von fast 300% und in den Jahren 2000 und 2002 von über 200% im südlichen Peenestrom und im kleinen Stettiner Haff.

---

<sup>21</sup> HELCOM 2009, S. 104.

<sup>22</sup> Günther Nausch u.a.: Hydrographisch-chemische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) im Jahr 2008, Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde 2009, S. 43.

<sup>23</sup> <http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/jahrbe07/Sauerstoffverhaeltnisse.pdf>. Als „das ökologisch schlechteste deutsche Küstengewässer“ gilt wegen ihrer Überdüngung und den gleichzeitig schwierigen Wasseraustauschbedingungen mit der Ostsee die Schlei. Vgl. Umweltschützer warnen vor Schlei-Überdüngung, in: Schleswiger Nachrichten, 16.04.2009.

<sup>24</sup> Verbreitet trat Schwefelwasserstoff im Sommer und Herbst des Extremjahres 2002 an der schleswig-holsteinischen Küste auf. Betroffen waren vor allem die Flensburger Förde, die Eckernförder Bucht, die Kieler Außenförde und die Lübecker Bucht. Vgl. Messprogramm Meeresumwelt: Zustandsbericht 1999-2002 für Nord- und Ostsee. Hamburg, Rostock: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Bundesländer-Messprogramm Meeresumwelt 4) 2005, S. 159, 160.

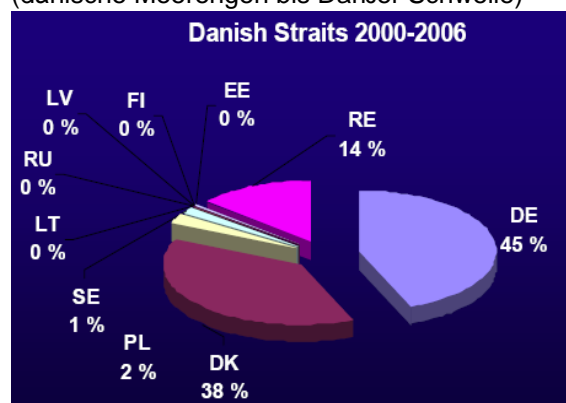
Aus den unmittelbar im deutschen Ostseeküstenbereich spürbaren negativen Auswirkungen der Eutrophierung lassen sich zwei Schlüsse ziehen. Zum einen, dass Deutschland von einer Rettung des Gesamtsystems Ostsee auch für die eigenen Küstengebiete einen konkreten Nutzen erwarten kann. Aufgrund seiner grenzüberschreitenden Natur ist hier eine Lösung des Problems nur in einer vertieften umweltpolitischen Kooperation aller Anrainerstaaten und möglichst auch der übrigen am Nährstoffeintrag beteiligten Staaten zu erreichen. Zum anderen kann aber auch davon ausgegangen werden, dass deutsche Anstrengungen zur Verminderung von Nährstoffeinträgen zunächst einmal unmittelbar die Qualität der eigenen Gewässer verbessern. Denn es sind größtenteils die deutschen Einleitungen, die die beschriebene Schädigung der inneren Küstengewässer Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns verursachen.<sup>25</sup> Auch eine Verminderung der Stickstoffemissionen in die Atmosphäre wird zunächst einmal der deutschen und Deutschland-nahen Ostsee zu Gute kommen, da sie hauptsächlich noch im küstennahen Bereich und in der südwestlichen Ostsee eingetragen werden. Dies gilt besonders für den fast ausschließlich aus der Landwirtschaft stammenden reduzierten Stickstoff, der – wie die folgenden Graphiken belegen – meist keine weiten Distanzen in der Luft zurücklegt bevor er von der Ostsee aufgenommen wird.

Abb. 7:

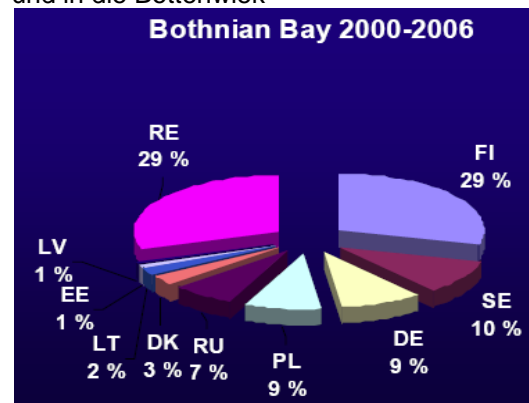
Verteilung und Vergleich der jährlichen atmosphärischen Einträge von reduziertem Stickstoff im Beobachtungszeitraum 2000-2006 nach Ursprungsländern<sup>26</sup>

in die Beltsee

(dänische Meerengen bis Darßer Schwelle)



und in die Bottenwiek



Während in der südwestlichen Ostsee mit 45% fast die Hälfte des über die Atmosphäre eingetragenen reduzierten Stickstoffs aus Deutschland stammt, liegt der deutsche Anteil an den Einträgen in das nördlichste Teilgebiet der Ostsee, die Bottenwiek, mit 9% nur noch im Mittelfeld.

<sup>25</sup> Landtag Mecklenburg-Vorpommern: Stellungnahme der Landesregierung zur Eutrophierung der Ostsee, Drucksache 5/744, 27.08.2007, S. 12.

<sup>26</sup> Übernommen aus Bartnicki/Valiyaveetil 2008, S. 21,41.

#### 4. Zusammenfassung

Die vorgenommene Darstellung hat gezeigt, dass deutsche Nährstoffemissionen in relevanter Weise zur Eutrophierung der Ostsee beitragen. Während der deutsche Anteil an den gesamten Stickstoffeinträgen im Vergleich mit den übrigen Anrainerstaaten im Mittelfeld liegt, ist er hinsichtlich der Phosphoreinleitungen in die Ostsee mit 2% eher gering. Die Differenzierung nach Ursprungsquellen ergibt, dass der überwiegende Teil der deutschen Einträge aus der Landwirtschaft stammt. Unter den wasserbasierten sind das 80% der Stickstoff- und 63% der Phosphoreinleitungen und unter den luftbasierten Einträgen (reduzierter und oxydierter Stickstoff zusammengefasst) rund 60%.

Insgesamt betrachtet ist also davon auszugehen, dass mit rund zwei Dritteln der bei weitem überwiegende Teil der deutschen Nährstoffeinträge in die Ostsee aus der Landwirtschaft stammt. Signifikant sind darüber hinaus Anteile aus Verkehrsemissionen von 17% und aus der Energieerzeugung von 8% jeweils an den gesamten deutschen Stickstoffeinträgen und ein Anteil von 20%, den die kommunalen Klärwerke an den deutschen Phosphoreinträgen haben. Weitere Emissionsquellen wie die Industrie oder der Abfluss von urbanen Flächen fallen dagegen kaum ins Gewicht.

Aufschlussreich sind schließlich die Trends, die sich bei einer längerfristigen Zusammenschau der verschiedenen Eintragspfade abzeichnen. Auffällig ist hier vor allem, dass sich die relativen Anteile der Hauptemittenten am Gesamteintrag Deutschlands in die Ostsee innerhalb der vergangenen 20 Jahre stark in Richtung des landwirtschaftlichen Anteils verschoben haben. Deutlich verringert haben sich dagegen die relativen Anteile der Emissionsquellen Verkehr, Energiewirtschaft und kommunale Abwässer.