

# Ostseeschutz



## beginnt auf dem Acker

Wie die industrielle Landwirtschaft zur Eutrophierung der Ostsee beiträgt



## Inhalt

Eutrophierung – Wie die industrielle Landwirtschaft die Ostsee verschmutzt .....	3
Explosionsartiges Algenwachstum lässt Unterwasserwälder und -wiesen verschwinden.....	4
„Tote Zonen“ – Schrecken der Ostsee.....	5
Algent Teppich in der Größe von Deutschland.....	6
Algenschaum und-schlieren am Ostseestrand.....	6
Klimawandel heizt Ostsee auf.....	7
Wie die Nährstoffe ins Meer gelangen.....	7
Bedenkliche Zustände in Fließ- und Küstengewässern.....	8
Der Löwenanteil an Nährstoffen entstammt der industriellen Landwirtschaft.....	10
Maisanbau & Massentierhaltung verursachen Eutrophierung.....	11
Zu viel Gülle!.....	13
Luftschadstoffe aus der Massentierhaltung gelangen bis ins Meer.....	14
Hoffnung auf die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.....	15
Was ist zu tun?.....	16
Literatur.....	18

Titelbild: A. Hofmeister

Bilderreihe: A. Brauer

## Eutrophierung – Wie die industrielle Landwirtschaft die Ostsee verschmutzt

Die deutsche Ostseeküste, das beliebteste einheimische Urlaubsziel der Deutschen lockt mit Badestränden und vielfältigen Küstenlandschaften. Doch das junge Meer vor unseren Küsten hat große Probleme. Die intensive Nutzung der Ostsee als Transportweg, durch Fischerei, Offshore-Anlagen, Pipelines und auch ihrer Einzugsgebiete durch Landwirtschaft und Intensivtierhaltung führen seit langem zu einem immensen Eintrag von Schad- und Nährstoffen. Durch Bauarbeiten am Meeresboden wie bei Pipelines und Offshoreanlagen werden sehr viele Sedimente und Nährstoffe remobilisiert. Das ist eine gravierende Belastung, wobei die Eutrophierung neben der Beeinträchtigung durch die Fischerei die größte Herausforderung darstellt. Die Eutrophierung, d.h. die verstärkte Anreicherung von Nährstoffen (Stickstoff- und Phosphorverbindungen) in Gewässern mit nachteiligen Folgen, hat durch menschliche Aktivitäten zum Teil gewaltige Ausmaße angenommen.

**Eutrophierung** ist die Nährstoffanreicherung in einem Gewässer. Die direkte Folge ist übermäßiges Wachstum vor allem von Wasserpflanzen. „Eutroph“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet „gut ernährt“. Unter natürlichen Bedingungen limitiert ein Mangel an Phosphor das Pflanzenwachstum, selbst wenn viele Stickstoffnährstoffe verfügbar sind, da Stickstoffverbindungen und Phosphor im Verhältnis von ca. 16:1 genutzt werden. Ist Phosphor aber ausreichend vorhanden, wachsen die Pflanzen ungebremst. Beim Abbau der Pflanzenmassen entsteht ein Sauerstoffmangel, der für das Ökosystem bedrohlich ist. (Wasser-Wissen.de; UBA, 2010)

Die industrielle Landwirtschaft ist die Hauptquelle für diesen Nährstoffüberschuss. Im speziellen Fall der Ostsee potenzieren die natürlichen Bedingungen dieses Binnenmeeres jedoch die Belastungen. Die über Belte und Sunde eingeeengte, flache Verbindung zu dem sauerstoffreichen und salzhaltigen Wasser aus Nordsee und Atlantik bewirkt, dass der Wasserkörper der Ostsee bis zu 30 Jahre für einen Austausch braucht. Zum Vergleich: das Wasser der Nordsee wird alle drei Jahre vollständig ausgetauscht. In der Ostsee kommt es durch diese geografische Lage zu einer sehr hohen Nährstoffanreicherung in Wasser und Sedimenten. Zahlreiche Bemühungen zur Reduktion des Nährstoffeintrags erreichen bisher nicht den nötigen Erfolg. Starke wirtschaftliche Interessen, v.a. im Bereich der industriellen Landwirtschaft, stehen einer wirkungsvollen Einschränkung der Einträge gegenüber (Brockmann & Topcu, 2011). Trotz der Nitratrichtlinie, der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der novellierten Düngeverordnung von 2006 ist eine Reduzierung der Einleitung von Nährstoffen über Flüsse und Luft bisher nicht in Sicht.

Neue Hoffnung gibt die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL):

### **EG-Meeresrichtlinie verschärft Handlungsdruck**

Die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), die 2008 in Kraft gesetzt wurde, hat zum Ziel, die europäischen Meere bis 2020 in einen guten Umweltzustand zu versetzen. Somit muss auch die Eutrophierung der Meere mit all ihren gravierenden Folgen für das Meeresökosystem, deutlich gemindert werden. Zum Erhalt der biologischen Vielfalt wird in der MSRL daher eine deutliche Reduktion der Nährstoffeinträge über Flüsse, Ferneinträge aus anderen Meeresregionen und aus der Atmosphäre gefordert.

## Explosionsartiges Algenwachstum lässt Unterwasserwälder und -wiesen verschwinden

Eine Reihe negativer Effekte werden im Meeresökosystem Ostsee durch Eutrophierung ausgelöst. Sommerliche Algenblüten sind in der Ostsee eigentlich ein natürliches Phänomen – jedoch nur in Maßen. Aufgrund des Überangebots an Nährstoffen, welche vor allem aus der industriellen Landwirtschaft stammen, nehmen die jährlichen Algenblüten gewaltige Ausmaße an. Mit fatalen Folgen: Sterben die Unmengen an Algen im Sommer ab, führt ihr mikrobieller Abbau zu Sauerstoffmangel im Wasser.

Außerdem schwächt das explosionsartige Wachstum von Mikroalgen das Wachstum von anderen Unterwasserpflanzen, wie Makroalgen oder Seegras. Die Mikroalgen siedeln sich auf den Wasserpflanzen an (Abb. 1) und verhindern, dass diese Nährstoffe und Licht aufnehmen können und führen im schlimmsten Fall dazu, dass zum Beispiel ganze Bestände absterben. Die Algen verursachen eine starke Trübung des Wassers, wodurch Lichtmangel für Wasserpflanzen entsteht.



Abb. 1 Algenbewuchs schädigt Unterwasserpflanze in eutrophiertem Gewässer (Krause & Huebner)

Ein typisches Habitat für die Ostsee sind Seegraswiesen, die vor einigen Ostseestränden zu finden sind. Sie sind ein guter Indikator für Eutrophierung, denn je trüber ein Gewässer durch massenhaftes Algenwachstum ist, desto mehr Seegraswiesen verschwinden. Ist das Wasser ungetrübt glitzern die Unterwasserwiesen bei Sonnenlicht besonders schön: tausende kleiner Luftbläschen haften an den Blättern oder steigen langsam durch die Wassersäule nach oben. Das Wasser wird also gut mit Sauerstoff versorgt und bietet für die darin lebenden Tiere beste Lebensbedingungen. Außerdem bieten die Seegraswiesen vielen Fischarten durch die verringerte Wasserströmung hervorragende Bedingungen als „Kinderstube“. So heftet zum Beispiel der Hering als Freilaicher seine Eier an die Halme des Seegrases. Nach dem Schlüpfen werden die jungen Fische in den dichten Seegraswiesen zudem vor Fressfeinden gut geschützt. Früher erstreckten sie sich noch bis in etwa 30 Meter Tiefe, heute sind sie durch die Zunahme der Eutrophierung nur noch bis zu einer Tiefe von 10 Meter anzutreffen. In der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Ostsee, z.B. in der Kadetrinne vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns, sind keine Seegraswiesen mehr zu finden, obwohl sie in dieser Wassertiefe vorkommen müssten (BSH, 2009). Seegraswiesen sind ein komplexes Ökosystem mit zahlreichen auf dieses Habitat spezialisierten Tierarten. Verschwindet das Seegras sind auch sie kaum zu retten. Seegras wirkt zudem vor Küsten, die durch das Meer abgetragen werden als Sedimentfalle und verlangsamt die Erosion. Damit hat es auch eine besondere Bedeutung für den Küstenschutz und den Erhalt menschlicher Siedlungsflächen. Der Schutz von Seegraswiesen im Meeresschutz muss somit besondere Berücksichtigung finden.

Neben Wiesen gibt es auch Unterwasserwälder. Manche Tangarten, wie der braune Blasantang und Knotentang lassen ihre Blätter durch luftgefüllte Blasen aufrecht treiben. Diese Tangwälder bieten vielen Tieren Lebensraum. Doch auch diese Tangwälder gehen unter anderem durch Lichtmangel ein (BLMP, 2009; UBA, 2011). An der Ostseeküste Schleswig-Holsteins, wo sich historische, riesige Wälder befanden, ist der Blasantang heute nicht mehr zu finden.

Großalgen wie der Blasantang und Blütenpflanzen wie das Seegras werden mit zunehmender Wassertrübung aus den tieferen Bodenbereichen in die Flachwasserzonen der Küstengewässer verdrängt – ab 20 m Tiefe ist der Boden nur noch von Schlamm bedeckt. (UBA, 2011)



©Anke Hofmeister

### „Tote Zonen“ – Schrecken der Ostsee

Ein dramatisches Problem entsteht, wenn die Algenmassen absterben und diese großen Mengen an organischem Material von Mikroorganismen abgebaut werden. Dieser Prozess verbraucht sehr viel Sauerstoff, der zum einen dem Ostseewasser und zum anderen dem Meeresboden entzogen wird, auf welchem sich die absinkenden Algenmassen ablagern. Der resultierende Sauerstoffmangel und gleichzeitig entstehender giftiger Schwefelwasserstoff verändern und vernichten die Lebensgemeinschaften am Meeresboden. Vielen bodenlebenden Organismen bleibt buchstäblich die Luft weg. Es entstehen „Tote Zonen“. Selbst Fische können diesen anaeroben Zuständen nur selten entfliehen und besonders sesshafte bzw. nur langsam bewegliche Bodenorganismen sind vom Tod bedroht. Gleichzeitig werden diese Zonen durch den Mangel an Sauerstoff als Laichstätten für Fische ungeeignet, so dass deren Reproduktion beeinträchtigt wird. Das Sauerstoffdefizit kann zudem bewirken, dass im Sediment gebundenes Phosphat freigesetzt und somit die Eutrophierung noch weiter verstärkt und das Meeresökosystem dadurch weiter belastet wird. Die räumliche Ausdehnung dieser sauerstofffreien Zonen, ihre Stärke sowie ihre Häufigkeit hat in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen, wodurch diese lebensfeindlichen Zonen heute zeitweise bis zu einem Sechstel des Ostseebodens bedecken.

### Algenteppich in der Größe von Deutschland

Die Überdüngung der Ostsee macht sich nicht nur durch die Toten Zonen am Meeresgrund bemerkbar sondern auch über riesige, über Satellitenbilder zu beobachtende Algenteppiche in der zentralen Ostsee (Abb. 2). Algenteppiche sind auch direkt an den deutschen Küsten zu beobachten. So wurde in deutschen Küstengewässern in den letzten Jahren ein vermehrtes Algenvorkommen in der Pommerschen Bucht, im Oderhaff, im Strelasund und in der westlichen Lübecker Bucht beobachtet.



Abb. 2 Algenteppich mit einem Ausmaß in der Größe von Deutschland auf der Ostsee mit Reichweite von Finnland bis Rügen (verändert nach ESA Satellitenbild, 2010)

### Algenschäum und-schlieren am Ostseestrand

Ein ästhetisches und gesundheitliches Problem der Eutrophierung stellen der Algenschleim und die zunehmenden Algenschäumberge an unseren Stränden dar (Abb. 3/4). Letztere entstehen durch die Eiweiße der Blaualge *Nodularia spumigena*, die in der Brandung zu Schaum geschlagen werden kann und Schlieren bildet. Kinder spielen häufig unbedarft mit diesem Schaum, jedoch können Haut- und Schleimhautreizungen zu den möglichen spürbaren Nachwirkungen bei direktem Kontakt gehören. Baden sollte man in Wasser mit Schlieren von Blaualgen nicht, denn das Wasser kann bei Verschlucken zu Übelkeit und Durchfall führen. Auch das massenartige Auftreten der Mikroalge *Dinophysis acuminata* kann durch Überdüngung der Meere gefährlich werden, denn sie bildet giftige Neurotoxine, welche sich in Muscheln (z.B. Miesmuscheln und Austern) und Fischen anreichern können. Neben Schaumbildung kann sich das Wasser auch bräunlich färben und durch entweichendes Schwefeldioxid übel riechen. (Wasmund, 2002, IKZM 2012)



Abb. 3/4 Schaum und Algen am Ostseestrand (Viola Weber)

### Klimawandel heizt Ostsee auf

Zusätzlich zu den Belastungen durch zu viele Nährstoffe haben die Lebewesen der Ostsee mit den Folgen des Klimawandels zu kämpfen. WissenschaftlerInnen um Lozà (2011) prognostizieren, dass im Zuge des Klimawandels mit einer weiteren Verstärkung der Eutrophierung zu rechnen ist. Erhöhen sich die Wassertemperaturen und die Niederschlagsereignisse kann das dramatische Folgen haben:

- Erhöhtes Algenwachstum bei höherer Wassertemperatur, mit entsprechenden Folgen beim Absterben der Biomasse am Meeresboden.
- Besonders die oberen Schichten des Meeres werden durch Klimaeffekte aufgewärmt, wobei sich die entstandenen Schichtungen nicht vermischen.
- Geringere Sauerstoffaufnahmekapazität von warmem Wasser führt zu geringerem Sauerstoffanteil in den warmen oberen Schichten.
- Erhöhter Eintrag von Nährstoffen durch Abschwemmung nach Starkregenereignissen.

### Wie die Nährstoffe ins Meer gelangen

Die gewaltigen Mengen an Nährstoffen gelangen vor allem über den Luft- und Wasserweg in die Ostsee. Wasserwärtige Einträge werden zudem nach Punktquellen und diffusen Quellen differenziert. So wurden in Deutschland im Jahr 2006 ca. 16.900 Tonnen Stickstoff und ca. 490 Tonnen Phosphor wasserwärtig über die Flüsse in die Ostsee eingetragen (HELCOM, 2011). Dies ist weniger als noch vor zwei Jahrzehnten, da eine deutliche Reduzierung der Einträge in die Flüsse erreicht werden konnte. Eine Vergleichsstudie zeigt heute einen Rückgang der Einträge in die Flüsse von 45% Stickstoff und 71% Phosphor gegenüber dem Jahr 1985. Diese starken Verringerungen sind jedoch hauptsächlich auf den Rückgang der Stickstoff- und Phosphoremissionen aus sogenannten Punktquellen zurückzuführen. Insbesondere die verbesserte Reinigungsleistung von Kläranlagen, Einführung von phosphatfreiem Waschmittel und die Verminderung der Einträge aus der Industrie führten in Deutschland zu einer Reduzierung der Einträge aus Punktquellen von 86% des Phosphors und 76% des Stickstoffs. Im selben Zeitraum verringerten sich die diffusen Nährstoffeinträge (z.B. Einträge über Grundwasser, Abschwemmung, Drainagen) jedoch in weitaus geringerem Maße. Der Anteil der diffusen Nährstoffeinträge in die deutschen Oberflächengewässer gewann somit stark an Bedeutung und schwankt zwischen den einzelnen Flusseinzugsgebieten auf sehr hohem Niveau. Zum Beispiel machen diffuse Stickstoffeinträge im Flusseinzugsgebiet Warnow/Peene über 90% des Gesamtstickstoffeintrags aus und diffuse Phosphoreinträge in Oder und Ems mehr als 80% des Gesamtphosphoreintrags (UBA, 2010). Bedenklich ist, dass beide Flüsse jährlich große Wassermassen in zwei der schutzbedürftigsten Gebiete der Ostsee entwässern: den Greifswalder Bodden und die Oderbucht.

Auch über den Luftweg werden Nährstoffe in die Meere eingetragen. Am meisten betroffen sind hierbei die Küstengewässer, in deren Nähe industrielle Tierhaltung praktiziert wird. In ganz Deutschland sind etwa 55% der Gesamtstickstoffemissionen in die Atmosphäre reduzierter Stickstoff (NH<sub>3</sub> entspricht Ammoniak). Dieser ist zu 95% der Landwirtschaft zu zuschreiben. Die restlichen 45% entfallen auf Verkehr, Energiewirtschaft, Haushalte und die Industrie. Gasförmiges, giftiges Ammoniak (NH<sub>3</sub>) entweicht aus den Ställen und beim Aussprühen der Gülle auf die Felder. Über Staub und Regen wird es in die Flüsse und Meere eingetragen, wo es wieder als Nährstoff für das Algenwachstum zur Verfügung steht (LUBW, 2008). Atmosphärische Stickstoffeinträge in die Ostsee nehmen dabei über ein Viertel des Gesamteintrages ein, daher sind diese Emissionen ebenfalls als wichtiger Eutrophierungsfaktor zu berücksichtigen (HELCOM, BSEP 115B). Im internationalen Vergleich besetzt Deutschland mit einem hohen Anteil von 19% hier den traurigen Spitzenreiterplatz im Ostseebereich (Abb.5).

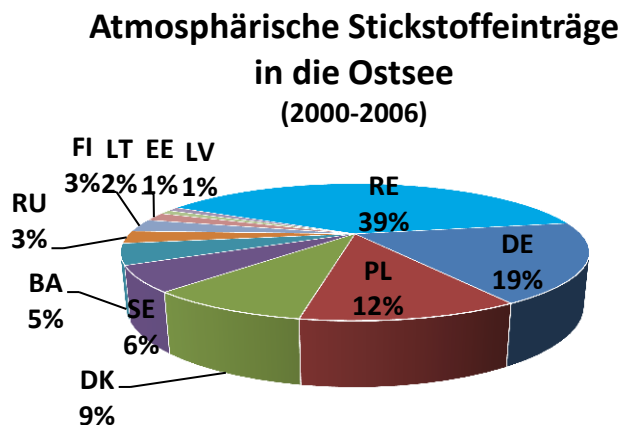


Abb. 5 Durchschnittlicher Anteil der Anrainerstaaten an den jährlichen atmosphärischen Stickstoffeinträgen in die Ostsee im Beobachtungszeitraum 2000-2006. RE bedeutet „remote“, d.h. außerhalb der Ostsee und ihrer Anrainerstaaten gelegene Emissionsquellen. BA bedeutet Baltic Sea, d.h. Emissionen des Ostseeschiffsverkehrs. (Quelle: nach Bartnicki, J. & Valiyaveetil, S. (2008))

## Bedenkliche Zustände in Fließ- und Küstengewässern

In der Vergangenheit wurden von der EG (WRRL), der EU (Nitratrichtlinie) und vom Bund (Düngeverordnung) diverse Regelungen ergriffen, welche die Belastungen für Grundwasser und Oberflächengewässer reduzieren sollen. Die Zustandsbewertung der deutschen Fließ- und Küstengewässer zeigt aber, dass weitere Maßnahmen dringend notwendig sind. Laut WRRL sollen die europäischen Gewässer bis 2015 einen „guten Zustand“ erreicht haben. Tatsache ist jedoch, dass über 80% der Gewässer dieses Ziel nicht erreichen werden und sich die Werte bezüglich des Nährstoffeintags bisher sogar noch verschlechtert haben. Damit wird der „gute ökologische Zustand“ verfehlt und klar gegen das Verschlechterungsverbot der WRRL verstoßen.

### EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die WRRL trat 2000 in Kraft und schafft einen Ordnungsrahmen für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers. Bis 2015 sollen alle oberirdischen Gewässer in einem guten ökologischen und chemischen Zustand sein, in dem menschliche Nutzungen die ökologischen Funktionen der Gewässer und die naturraumtypischen Lebensgemeinschaften nicht beeinträchtigen.

### Nitratrichtlinie

Diese Richtlinie zielt darauf ab, die Wasserqualität in Europa zu schützen, in dem die Grund- und Oberflächengewässer vor Nitrat-Verunreinigungen aus landwirtschaftlichen Quellen bewahrt und gute fachliche Praktiken in der Landwirtschaft gefördert werden.

### Düngeverordnung (DüV – weiteres auf S. 13)

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen.

Eutrophierungseffekte aufgrund dieser immer noch zu hohen wasserwärtigen Nährstoffeinträge führen dazu, dass auch die deutschen Küsten- und Übergangsgewässer der Ostsee bis auf eine Ausnahme den guten ökologischen Zustand verfehlen und im Rahmen der Untersuchungen zur WRRL als „mäßig“ bis „schlecht“ bewertet wurden (Abb.6).

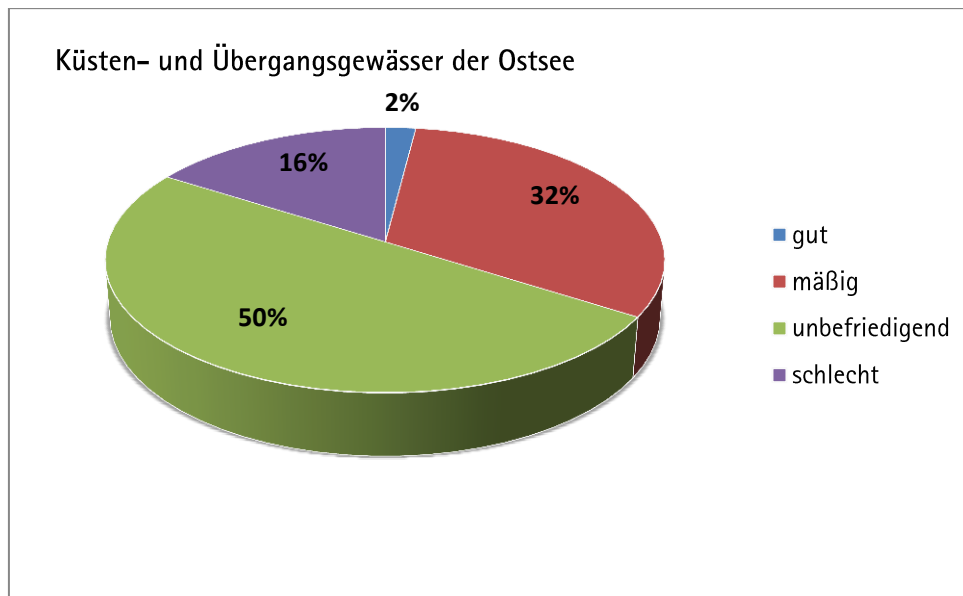


Abb. 6 Zusammenfassende Darstellung des ökologischen Zustandes der Küsten- und Übergangsgewässer der Ostsee (n = 44) (nach Voß et al., 2010)

Im Ostseeraum weisen dabei besonders die inneren Küstengewässer (wie z.B. Schlei, Unterwarnow, Darß-Zingster Boddenkette, Jasmunder Bodden, Peenestrom) einen hohen Eutrophierungsgrad auf, da sie aufgrund ihrer geringen Wassertiefe und dem oftmals geringen Wasseraustausch sehr empfindlich auf Nährstoffeinträge reagieren (Voß et al., 2010; Nausch et al., 2011). Doch auch den deutschen Ostseegewässern außerhalb der 1-Seemeilen-Grenze wurde nur ein mäßig bis schlechter Gewässer-/Eutrophierungszustand im Rahmen von Untersuchungen der Kommission für den Schutz der Meeresumwelt im Ostseeraum bescheinigt (HELCOM, 2009b; Nausch et al., 2011).

### Eutrophierungszustände an der Ostseeküste nach WRRL

Laut Bewertungskriterien der WRRL sind die küstennahen und mehr abgeschlossenen Regionen (Flensburger Förde, südliche Kieler Bucht, Lübecker Bucht, Wismarbucht und Pommernbucht) als schlecht bewertet worden. Besonders die inneren Küstengewässer weisen einen hohen Eutrophierungsgrad auf (Schlei, Untertrave, Unterwarnow, Darß-Zingster Boddenkette, Jasmunder Bodden, Peenestrom, Kleines Haff). (BSH, 2011)

## Der Löwenanteil an Nährstoffen entstammt der industriellen Landwirtschaft

### Industrielle Landwirtschaft

Unter industrieller Landwirtschaft wird eine Ertragssteigerung verstanden, die nicht durch Flächenzuwachs, sondern durch intensiven Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln entsteht. Bei erhöhtem Einsatz kann dies negative Auswirkungen auf Ökosysteme, besonders auf Gewässer, darstellen. Dabei wird der Einsatz von Maschinen gefördert, um Arbeitskosten zu sparen. Durch Subventionierung der Industrialisierung gelangen die Agrarprodukte zudem durch Export auch auf den Weltmarkt. (BUND, 2010)

Zur industriellen Landwirtschaft gehört auch die industrielle Intensivtierhaltung. Bei dieser stark technisierten Tierhaltung in Großbetrieben wird der größtmögliche wirtschaftliche Ertrag pro Tier, Zeit und Fläche angestrebt. Je intensiver die Tierhaltung ist, desto schädlicher sind die Wirkungen auf die Umwelt. Durch Massentierhaltung fallen extrem hohe Mengen an Gülle an und es kann davon ausgegangen werden, dass überall dort wo die Viehdichte einen bestimmten Wert überschreitet, die maximale Stickstoffaufnahmekapazität der Flächen erreicht wird. (UBA, BVT-Merkblatt)

Diffuse Quellen sind gar nicht so diffus, wie der Begriff zunächst vermuten lässt, denn der Löwenanteil der diffus eingetragenen Nährstoffe stammt eindeutig aus der Landwirtschaft. Obwohl die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern den größten Teil der Landnutzung ausmacht, wurden in den letzten Jahrzehnten keine umfassenden Maßnahmen ergriffen und dementsprechend nur bescheidene Minderungserfolge bei der Nährstoffreduktion erzielt. So verringerten sich die landwirtschaftlichen Stickstoffeinträge zwischen 1985 und 2005 nur um etwa 1/5, die Phosphoreinträge blieben in den letzten zwei Jahrzehnten sogar annähernd konstant (UBA, 2010). So stammen im Ostseeinzugsgebiet immer noch 66% aller Stickstoff- und 63% aller Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft (Abb.7). Diese gilt zudem als Hauptemittent von umweltschädlichen gasförmigen Stickstoffverbindungen (v.a. Ammoniak), welche seit Jahren auf einem extrem hohen Niveau stagnieren (UBA, 2010).

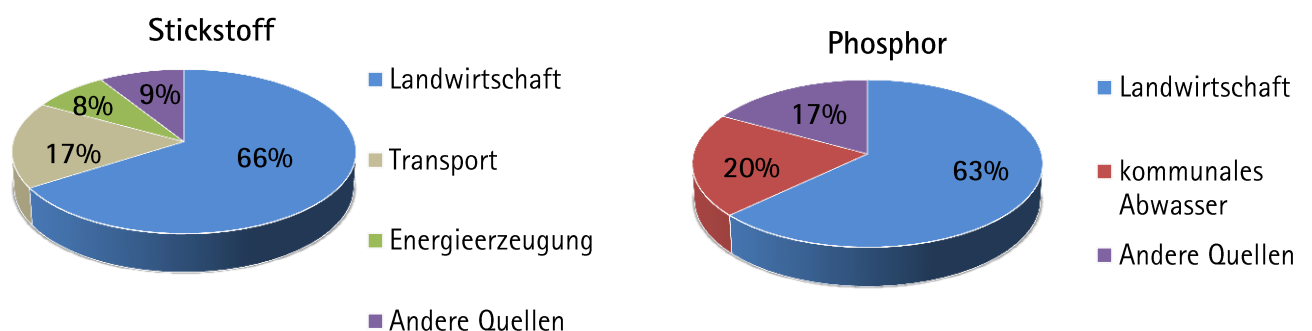


Abb. 7 Deutschlands Nährstoffeintrag aus verschiedenen Quellen in die Ostsee (nach Schumacher, 2011).

Da die Gesamtnährstoffeinträge aus Deutschland in die Ostsee mit zwei Dritteln deutlich von der Landwirtschaft dominiert werden (Abb. 7), muss der Ruf nach einer drastischen Minderung von Emissionen aus der industriellen Landwirtschaft ein breites Echo finden – zum Schutz der Ostsee und der Gewässer ihres Einzugsgebietes.

## Maisanbau & Massentierhaltung verursachen Eutrophierung



Abb. 8 Landwirtschaft als Hauptverursacher der Eutrophierung (Dieter Tornow)

Die Landwirtschaft ist mit weit über 50% der größte Flächennutzer Deutschlands und ein bedeutender Wirtschaftszweig. In den letzten Jahren konnte beispielsweise in Schleswig-Holstein ein deutlicher Anstieg der Maisanbaufläche registriert werden, die mittlerweile 194.000 ha etwa 19% der landwirtschaftlichen Flächen ausmacht (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, 2012). Dabei konzentriert sich der Maisanbau (Abb. 8) auf Regionen, in denen eine hohe Anzahl an Biogasanlagen und industriellen Tierhaltungsbetrieben vorkommt, da Mais als günstiges Futtermittel in der Milch- und Fleischerzeugung gilt. In Mecklenburg-Vorpommern in Alt Tellin wird gegenwärtig die größte Sauenanlage Europas im Ostsee-einzugsbereich gebaut. Die Anlage für 10.400 Muttersauen und mehr als 35.000 Ferkel produziert pro Woche 1.000 Tonnen Gülle. Um diese Gülle in der gleichfalls im Bau befindlichen Biogasanlage zu vergären, müssen 600 ha Mais als Zuschlagstoffe in der Region angebaut werden. Mais ist in Europa nicht heimisch, er muss intensiv gedüngt werden um in unserem Klima zu wachsen. Überdüngung und riesige Flächen von Maismonokulturen sind die Folge.

Der Konsum an Fleisch geht zwar zurück, doch der deutsche Fleischexport ist nach Bundesagrarministeriumsangaben in den letzten 10 Jahren um nahezu 250% gestiegen. Hier ist eine für die Umwelt schädliche Situation entstanden: Den Futtermittelbedarf dieses exorbitanten Anstieges der Fleischproduktion kann Deutschland nicht decken und muss große Mengen (65%) der benötigten Futtermittel importieren v.a. Soja aus Südamerika, welches auf Kosten der Regenwälder angebaut wird. (BUND, 2010) Die darin enthaltenen Nährstoffe führen über die industrielle Tierhaltung zu einem Überschuss von Nährstoffen auf den Äckern in Deutschland.

Zusätzlich wird das Fleisch aus deutschen industriellen Tierhaltungsbetrieben exportiert, die durch Tierhaltung entstandene Gülle (reich an Stickstoff- und Phosphorverbindungen) muss jedoch innerhalb Deutschlands verwertet werden – und belastet unsere Gewässer.

### Deutschland als „Mastfabrik Europas“

*"Das Fleisch geht in den Export, die Gülle bleibt hier". (BUND-Vorsitzenden Hubert Weiger)*

Obschon die Zusammenhänge zwischen industrieller Tierhaltung und Eutrophierung der Gewässer wissenschaftlich unstrittig und seit Jahrzehnten bekannt sind, setzen die Bundesregierung und einige Landesregierungen auf den subventionierten Ausbau der industriellen Tierhaltung. In Mecklenburg-Vorpommern werden beispielsweise gegenwärtig 38 neue Intensivtierhaltungsanlagen geplant bzw. gebaut. Mehr als 380 Geflügelanlagen mit 30.000 bis zu 900.000 Tierplätzen bestehen bereits. Über 70 Intensivtierhaltungsanlagen für Schweine oder Geflügel mußten wegen der großen Mengen an Ammoniak an das internationale Schadstoffregister gemeldet werden. Dabei ist neben der Landwirtschaft ebenso der Tourismus einer der wichtigsten Wirtschaftszweige, der durch Eutrophierungseffekte jedoch einbrechen könnte, falls eine solche Subventionierung fortbestehen bliebe.

Gemeinsam mit zahlreichen Bürgerinitiativen vor Ort ist der BUND gegen den Bau neuer Massentierhaltungsbetriebe und die fortgesetzte Überdüngung ganzer Landschaften aktiv (z.B.: Agrardemo im März 2012 in Kiel, Demos in Schwerin, Beantragung des Baustopps für riesige Broileranlage bei Plau am See im April 2012, Widerspruchsverfahren gegen die größte Sauenanlage Europas in Alt Tellin, gegen Hähnchenmastanlage Wattmannshagen, gegen Legehennenanlage Loiz, etc.). Alternativen bietet der ökologische Landbau, da im Ökolandbau weder chemisch-synthetischer Dünger eingesetzt noch importierte Futtermittel verfüttert werden. So kommen viel weniger Nährstoffe auf die Äcker als durch die industrielle Landwirtschaft.

### Tourismus als Wirtschaftskraft

Der Tourismus an der Ostseeküste ist sowohl für Schleswig-Holstein als auch für Mecklenburg-Vorpommern einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren. So reisten 2010 etwa 7,8 Mio. Gäste an, die einen Umsatz von 3,5 Mrd. € Umsatz erwirtschafteten. Um auch in Zukunft solch positive Zahlen zu sichern, bedarf es eine intakten Meeresnatur und einer guten Badegewässerqualität. Die Umsätze könnten sich zukünftig durch Schlagzeilen wie „Killeralgen am Ostseestrand“ – aufgrund zunehmender Eutrophierung der Küstengewässer – negativ entwickeln. Neben Schaumbildung kann sich durch Eutrophierung das Wasser auch bräunlich färben und durch entweichendes Schwefeldioxid übel riechen. Entsprechend fallen Badegewässerqualitäten immer mal wieder schlecht aus. Werden solche Zustände normal, kann zukünftig von Badespaß keine Rede mehr sein.

Daher ist es besonders für Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern wichtig den Meeresschutz zu fördern, in dem ein Schwerpunkt auf gute Gewässerqualität gelegt wird. So kann Naturschutz gleichzeitig zu ökonomischen Wohlstand in den Küstenregionen beitragen.



### Zu viel Gülle!

Da in der industriellen Landwirtschaft oftmals nicht genügend Flächen oder Lagerkapazitäten für die hohen Mengen an Gülle zur Verfügung stehen, wird eine größere Menge an Gülle auf die gleiche Fläche oder außerhalb der Wachstumszeit der Kulturpflanzen ausgebracht. Dies geschieht jährlich trotz entsprechender Regelungen, wie z.B. die Düngverordnung (s. Kasten). Folglich dient hier die Gülleausbringung weniger der Steigerung des Ernteertrags, als der Entsorgung von tierischen Exkrementen aus der Massentierhaltung. Für die Nährstoffaufnahmekapazität der Böden ist das zuviel! Die Gülle enthält vor allem Stickstoff, Phosphor und Kalium, die das Pflanzenwachstum fördern und an sich ungiftig sind. Gelangen die Nährstoffe aber im Überschuss oder außerhalb der Wachstumszeit auf die Felder, können die Pflanzen nicht alle Nährstoffe aufnehmen, und der Boden wird überdüngt. So werden diese zu großen Teilen in die Atmosphäre, angrenzende Flüsse oder das Grundwasser transportiert (über Versickerung, Drainagen, Erosion oder Abschwemmung). Auch das Fehlen von gewässerschützenden Ackerrandstreifen lässt den ungehinderten Eintrag von Nährstoffen aus den meist nah angrenzenden Feldern in die Flüsse zu. Die durch andere Einträge ohnehin schon verschmutzten Flüsse und Luftkörper werden durch die hohe Nährstoffzufuhr nun noch weiter belastet. Ein Großteil dieser mit Schad- und Nährstoffen beladenen Wasser- und Luftmassen gelangt schließlich in das Meer. In einem entsprechend schlechten Zustand befinden sich die Meeresökosysteme.

#### **Regelung zur Verwendung von Düngemitteln: Die Düngverordnung (DüV)**

Die Düngverordnung sollte eigentlich der überschüssigen Nährstoffzufuhr Einhalt gebieten. Nach ihren Vorgaben sollte der für 2011 angesetzte jährliche Stickstoffüberschuss auf landwirtschaftlichen Nutzflächen 60 kg/ha nicht überschreiten. Fakt ist jedoch ein Wert von 105 kg/ha – womit Deutschland deutlich über dem angestrebten Zielwert liegt (UBA-Gewässerschutz und Landwirtschaft). Dabei kommt es aufgrund des hohen Gülleaufkommens vor allem in und um Betriebe mit hohem Viehbesatz zu den höchsten Überschüssen und inzwischen auch bei Biogaserzeugern. Bestehende Regelungen und Umverteilungsmöglichkeiten, welche den wichtigen Zusammenhang zwischen Tierhaltung, Flächenbesitz und -verfügbarkeit kontrollieren und koordinieren sollen, sind in der Düngverordnung nur „auf freiwilliger Basis“ festgehalten. Sie werden nicht konsequent umgesetzt. Vor allem aber gibt es kaum Kontrollen zum Umgang mit Gülle und chemisch-synthetischem Stickstoffdünger! In Mecklenburg-Vorpommern ist der Abstand für die Düngung an Gewässerrändern seit 2007 von sieben Metern auf einen Meter reduziert worden. Um die Belastung durch diffuse Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft in Flüssen und Meeren zu reduzieren müssen umgehend Gewässerrandstreifen von mindestens zehn Metern von der Düngung ausgenommen werden.

## Luftschadstoffe aus der Massentierhaltung gelangen bis ins Meer

Bei der Gülleausbringung auf den Äckern und Wiesen sowie aus Abluft aus Intensivtierhaltungsanlagen entweicht Ammoniak in die Atmosphäre. Ammoniak ist ein Luftschadstoff, der als sein Umwandlungsprodukt Ammonium erheblich zur Eutrophierung von Land- und Wasserökosystemen beiträgt. 95% der Ammoniak-Emissionen sind landwirtschaftlichen Ursprungs, nur 5% entstammen weiteren Quellen wie beispielsweise der Energieproduktion, dem Verkehr oder auch der Industrie (UBA, 2011). Wenn also die Eutrophierung der deutschen Ostsee deutlich reduziert werden soll, kann dies nur über eine Reduktion der atmosphärischen Ammoniak-Emissionen erreicht werden. Laut dem nationalen Ammoniak-Emissionsinventar (Döhler et al., 2002) sind besonders die Nutztierhaltung im Stall sowie die Lagerung und Ausbringung der Gülle und des Stallmistes die größten Quellen für Ammoniak-Emissionen. Dabei wird Ammoniak im Stall hauptsächlich durch Exkrememente freigesetzt. Durch Luftfiltersysteme in den Ställen könnten diese Emissionen in die Atmosphäre fast gänzlich verhindert werden. Bei der Genehmigung von Tierhaltungsanlagen werden jedoch keine Abluftfilter beauftragt.

Auf dem Acker entweicht Ammoniak bei der Ausbringung der Gülle. Das leicht flüchtige Ammoniak kann bei der Zersetzung der gebundenen Stickstoffverbindungen in großen Mengen (> 50%) und besonders schnell in die Luft entweichen und schließlich über Luftströmungen bis zum Meer transportiert werden (LUBW, 2008). Im Meerwasser gelöst steht Ammoniak, zu Ammonium umgewandelt, wieder als Nährstoff zur Verfügung. Bei der Gülleausbringung auf den Äckern könnte die Ammoniakemissionen in die Atmosphäre effektiv reduziert werden: die Gülle darf nicht auf den Äckern verspritzt, sondern muss direkt in den Boden eingearbeitet werden. So könnte eine erhebliche Reduktion in die Luft um bis zu 90%, im Vergleich zur Gülleverteilung ohne Einarbeitung, erreicht werden (UBA, 2011).

Dies und eine Reihe anderer Techniken, Regelungen, Ideen und Gesetze für eine gewässerschonendere Landwirtschaft sind bereits vorhanden (Beispiele in Tab. 1).

Tab. 1 Reduktion von Stickstoffeinträgen und Ammoniak-Emissionen
• Reduktion der Massentierhaltung sowie Genehmigung neuer Intensivtierhaltungsanlagen nur unterhalb der UVP-Grenze
• Direkte Einarbeitung der Gülle in den Boden (z.B. durch Schlauchsysteme)
• Einbau von Abluftfiltern in alle bestehenden Intensivtierhaltungsanlagen
• Besser greifende gesetzliche Regelung der Düngerausbringung
• Ackerrandstreifen zum Schutz vor Erosion und Nährstoffverteilung um Felder
• Gewässerrandstreifen zum Schutz vor Stickstoffeinträgen in Gewässer
• Förderprogramme für Festmistverfahren in der Tierhaltung
• Förderung von Fruchtfolgen mit Leguminosenanbau zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit

Ihre konsequente Umsetzung könnte die Nährstoffzufuhr drastisch reduzieren und somit u.a. der starken Eutrophierung der Ostsee Einhalt gebieten. Die Umstellung auf ökologischen Landbau und Tierhaltung

nach Kriterien des ökologischen Landbaus (siehe Tab. 2) eines Mindestgebietes um Zuflüsse zur Ostsee wäre ein bedeutender Schritt zur Reduzierung der Überdüngung der Ostsee.

**Tab. 2 Ökolandbau – eine gute Alternative (BMELV, 2012)**

• Kein Einsatz von chemisch-synthetischen Stickstoffdüngemitteln und Pflanzenschutzmitteln
• Kein Einsatz von importierten Futtermitteln
• Begrenzter, streng an die Fläche gebundener Viehbesatz
• Artgerechte Tierhaltung
• Abwechslungsreiche, weite Fruchtfolgen mit vielen Fruchtfolgegliedern und Zwischenfrüchten schont natürliche Ressourcen wie Boden, Klima, Tiere, Wasser und Artenvielfalt

### Hoffnung auf die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Um sich der Eutrophierung und weiteren vielfältigen Problemen und Belastungen, denen unsere Meere ausgesetzt sind, zu stellen, wurde 2008 ein neues Instrument entwickelt: Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL). Diese gesetzlich bindende Richtlinie stellt eine starke Umweltsäule der zukünftigen Meerespolitik dar – mit ihr muss nun ein ambitionierter Meeresnaturschutz verfolgt werden. Sie hat zum Ziel, bis 2020 einen guten Umweltzustand in den europäischen Meeren zu erreichen. Bis dahin gilt es einen engen Zeitplan strikt einzuhalten (Tab. 3). Denn Untersuchungen, die im Rahmen dessen gemacht wurden, bestätigten nun offiziell das besorgniserregende Ergebnis: Die Ostsee befindet sich in einem schlechten Umweltzustand. Im Rahmen der Umsetzung der MSRL wurden im ersten Schritt drei Berichte entworfen. Diese umfassen die Anfangsbewertung des aktuellen Umweltzustands, Beschreibung eines guten Umweltzustands sowie die Festlegung von Umweltzielen und dazugehörige Indikatoren. In den Zielen für die Eutrophierung wird eine deutliche Reduktion der Nährstoffeinträge über Flüsse, Ferneinträge aus anderen Meeresregionen und aus der Atmosphäre gefordert, zur Erhalt der Biodiversität. Diese Ziele wurden bereits von HELCOM, dem Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets, formuliert und müssen nun mit der MSRL auf nationaler Ebene umgesetzt werden. Um einer EU-Klage zu entgehen, muss diese Frist zwingend eingehalten werden, indem jetzt aktiv gehandelt wird.

**Tab. 3 Zeitplan der MSRL 2010 – 2020**

2010	Umsetzung der MSRL in nationales Umweltrecht
2012	Bis April: Erstellung von Berichten zur Anfangsbewertung zur Erfassung des aktuellen Umweltzustands, den guten Umweltzustand sowie entsprechende Zieldefinitionen und Indikatoren  Bis Juli: Abgabe der Berichte an die Europäische Kommission
2014	Erstellung und Durchführung von Monitoringprogrammen
2015/16	Erstellung und Durchführung von Maßnahmenprogrammen
2020	Erreichen des „Guten Umweltzustands“

Der BUND hat zusammen mit anderen Natur- und Umweltverbänden eine ausführliche Stellungnahme zu diesen Berichten abgegeben. Zum Thema Eutrophierung fordert der BUND:

- Grundlegende Reform der EU-Agrarpolitik: Begrenzung der industriellen Tierhaltung und für artgerechte Tierhaltung, gegen eine Vermaischung der Landschaft, bessere Kontrollen zur Einhaltung des Nährstoffeintrages und Subventionierung des Ökolandbaus.
- 80% der von der WRRL betroffenen Gewässer werden ihr Ziel bis 2015 nicht erreichen. Eine Fristeinhaltung der Ziele der WRRL ist jedoch zwingend erforderlich, da nur so auch die Ziele der MSRL bis 2020 erreicht werden können.
- Konkrete Grenzwerte für Nährstoffeinträge

Die wichtigsten Kritikpunkte an den Berichtsentwürfen zur Umsetzung der MSRL, sowie meeresschutzrelevante Forderungen hierzu wurden in einem Positionspapier zusammengefasst, das auf der Internetseite [www.bund.net/meer](http://www.bund.net/meer) heruntergeladen werden kann.

## Was ist zu tun?

Für einen effektiven Meeresschutz und den Erhalt der Biodiversität der Ostsee ist es wichtig, dass alle involvierten Parteien gemeinsam an einem Strang ziehen. Gemeinsam heißt, dass alle Ostseeanrainer ein gemeinsames Ziel verfolgen, zusammen entsprechende Ideen erarbeiten und diese gemeinsam umsetzen. Da Nährstoffe über Flüsse, Wind und Meeresströmungen auch über Ländergrenzen hinweg transportiert werden, kann nur durch internationale Zusammenarbeit eine Problembewältigung der Eutrophierung und somit Zielerreichung der MSRL erfolgen.

Der eindeutige Zusammenhang zwischen Eutrophierung und industrieller Landwirtschaft zeigt, dass ein wichtiger Aspekt dabei die Stärkung und Ökologisierung der gemeinsamen EU-Agrarpolitik sein muss! Nur durch eine entsprechende radikale Reform im Landwirtschaftssektor und der entsprechenden Förderkulissen können auch im Meeresschutz Erfolge erzielt werden und die Ziele der europäischen MSRL eingehalten werden. Der BUND fordert:

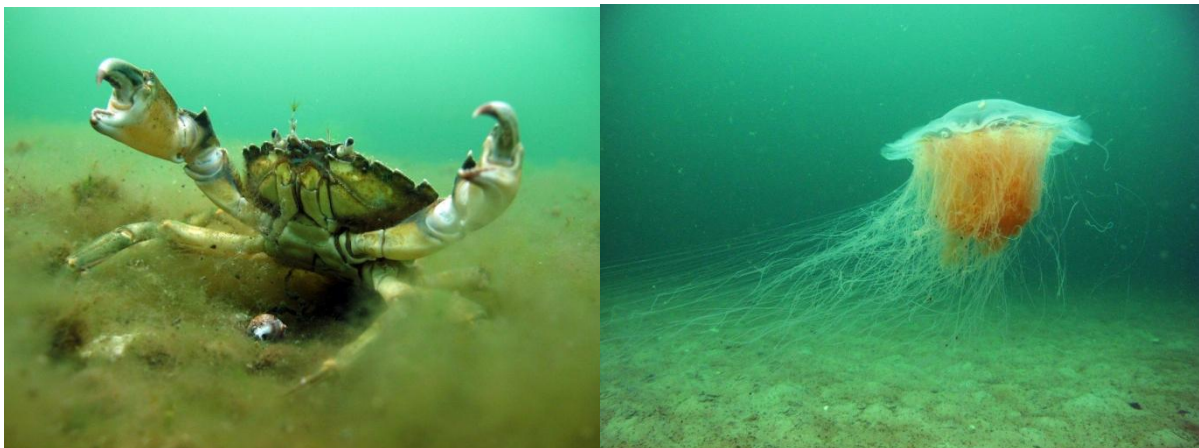
- Reduktion von Tierbeständen in Regionen, in denen eine besondere Gewässerbelastung durch die Kombination von Gülle und mineralischen Stickstoffverbindungen in Intensivtierhaltungsgebieten entsteht.
- Klare Regelung im Bau-Gesetzbuch, dass Tierhaltungen an die real vorhandene Futterfläche eines Betriebes gebunden werden muss, d.h. Privilegierung an Bestandsgröße knüpfen.
- Der Gewässerschutz gemäß den Zielen der der WRRL und der MSRL muss mit der Agrarpolitik in Kohärenz gebracht werden. Es kann nicht sein, dass industrielle Tierhaltungen mit Agrarsubventionen gefördert werden, obschon sie an anderer Stelle Fluss- als auch Meeresökosysteme zerstört.
- Subventionen gilt es gezielt für die bäuerlich ökologische Landwirtschaft einzusetzen – zum Schutz unserer Gesundheit und der lebenden Ressourcen.
- Kein Agrar-Export auf Kosten unserer Böden, Grundwässer, Oberflächengewässer und letztlich auch der Meere und der Gesamtbiodiversität.

- Wiedereinführung der Betriebskontrolle und Strafen bei Verstößen gegen die Düngeverordnung, wie vor deren Aufweichung im Jahr 2006.
- Förderung von ökologischer Ausrichtung in Gemeinschaftsverpflegungen (Schulspeisung, Kindergärten, öffentliche Kantinen).
- Naturnahe Ackerrandstreifen zur Filtrierung von Nährstoffen insbesondere bei Feldern in Gewässernähe.

Letztendlich sind jedoch auch wir VerbraucherInnen aufgefordert selbst aktiv zu werden. Mit reduziertem Fleischkonsum und Berücksichtigung von Biosiegeln beim Fleischkauf kann jede/r einen Teil dazu beitragen, dass die industrielle Tierhaltung und die mit ihr verbundenen Auswirkungen auf die Meere zukünftig reduziert werden.

Nähere Informationen dazu finden Sie auch in der BUND-Broschüre „Agrarreform statt Massentierhaltung“: [http://www.bund.net/themen\\_und\\_projekte/landwirtschaft/tierschutz](http://www.bund.net/themen_und_projekte/landwirtschaft/tierschutz)

Somit wird dieses wunderschöne Randmeer hoffentlich auch für zukünftige Generationen für diverse Nutzungen zur Verfügung stehen, aber vor allem wird es als besonderer mariner Lebensraum für viele verschiedene Meeresbewohner erhalten bleiben.



**Kontakt**

Nadja Ziebarth,  
Leiterin BUND-Projektbüro Meeresschutz  
Tel. 0421/79002-32  
[Nadja.Ziebarth@bund.net](mailto:Nadja.Ziebarth@bund.net)

Viora Weber  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Tel. 0421/79002-33  
[Viora.Weber@bund.net](mailto:Viora.Weber@bund.net)

**Weitere Kontakte**

BUND-Mecklenburg-Vorpommern e.V.  
Wismarsche Straße 152  
19053 Schwerin  
Tel. 0385/521339-0  
[bund.mv@bund.net](mailto:bund.mv@bund.net)

BUND Schleswig-Holstein e.V.  
Lerchenstr. 22  
24103 Kiel  
Tel. 0432/66060-0  
[bund-sh@bund-sh.de](mailto:bund-sh@bund-sh.de)

## Literatur

Bartnicki, J. & Valiyaveetil, S. (2008): Estimation of atmospheric nitrogen deposition to the Baltic Sea in the periods 1997–2003 and 2000–2006. Summary Report for HELCOM. Oslo. S. 18.

Bund-Länder Messprogramm (BMLP) Meeresumwelt aktuell Nord- und Ostsee (2009): Entwicklung der Makrophytenvegetation bei Helgoland vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie  
[http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2009\\_01\\_d.pdf](http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2009_01_d.pdf)

Brockmann, U. & Topcu, D. (2011): Klimaveränderung und Eutrophierung. IN: Warnsignal Klima. Die Meere. Änderungen & Risiken. GEO das Reportage Magazin. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg.

BUND (2010): Agrarsubventionen umverteilen – Vielfalt fördern  
[http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100200\\_landwirtschaft\\_agrarreformstatt\\_massentierhaltung\\_broschuere.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100200_landwirtschaft_agrarreformstatt_massentierhaltung_broschuere.pdf)

Bundesagrarministerium (2012): „Fleisचेport stieg um 250%“.  
<http://www.news.de/wirtschaft/855265156/deutsche-fleisचेexporte-stark-gestiegen/1/>

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2009): Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in der Ostsee 2009  
[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung\\_in\\_der\\_AWZ/Dokumente\\_05\\_01\\_2010/Umweltbericht\\_Ostsee.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/Dokumente_05_01_2010/Umweltbericht_Ostsee.pdf)

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2011): Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee, 2011 /1. BSH. Hamburg und Rostock 2011.  
[http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011\\_01\\_s.pdf](http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_01_s.pdf). 27.08.2012.

Danish Environmental Protection Agency & National Environmental Research Institute (2000): Nutrients and eutrophication in Danish marine waters.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_miljoe-tilstand/3\\_vand/4\\_eutrophication/causes.asp](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_miljoe-tilstand/3_vand/4_eutrophication/causes.asp)

Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK) (2010): Maisanbau/Viehbesatz.  
[http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Maisanbau\\_\\_Viehbesatz](http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Maisanbau__Viehbesatz). 18.07.12.

Döhler, H., B. Eurich-Menden, U. Dämmgen, B. Osterburg, M. Lüttich, A. Bergschmidt, W. Berg & Brunsch, R. (2002): BMVEL/UBA-Ammoniak- Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Umweltbundesamt. Berlin.

HELCOM, (2009) Baltic Sea Environment Proceedings No. 115B

HELCOM (2011): Fifth Pollution Load Compilation (PLC-5). BSEP 128.  
[http://www.helcom.fi/publications/bsep/en\\_GB/bseplist/](http://www.helcom.fi/publications/bsep/en_GB/bseplist/). 23.08.2012

IKZM Vergiftungen durch toxische Algen  
[http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/5\\_Zusatzinfo\\_Algen-Vergiftungen.pdf](http://www.ikzm-d.de/infos/pdfs/5_Zusatzinfo_Algen-Vergiftungen.pdf) 30.8.12

Janet F. Pawlak, Maria Laamanen and Jesper H. Andersen (2009): Baltic Sea Environment Proceedings No. 115A. Eutrophication in the Baltic Sea. Helsinki Commission. Erweko Painotuote Oy. Finland.

Lozán, J. (Hrsg)(2001): Warnsignal Klima: Die Meere – Änderungen & Risiken – Wissenschaftliche Fakten  
 Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2008): Ammoniak in der Umwelt – Messprogramme und Messergebnisse 2003–2007. LUBW. Karlsruhe.

Nehring, T. & Meyer, S. (2006): Anpflanzung von Seegrasswiesen (*Zostera marina* L.) als interne Maßnahme zur Restaurierung der Ostsee. Rostocker Meeresbiologische Beiträge, Heft 15, S.105–119 Rostock 2006

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2012): Empfehlungen zur Optimierung des Maisanbaus in Schleswig-Holstein.  
<http://www.schleswig-holstein.de/MELUR/DE/Service/Broschueren/Landwirtschaft/pdf/Maisanbau.html>. 31.01.2012.

Schumacher, T. (2009): Deutschlands Anteil an der Eutrophierung der Ostsee. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Schumacher, T. (2011): Germany – no priority for Baltic Sea Protection. In: Governing the blue-green Baltic Sea. Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print. Tampere.

Umweltbundesamt (2010): Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz – Schutz der Meere, Eutrophierung.  
<http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/meere/eutrophierung.htm>

Umweltbundesamt (2010): Einträge von Nähr- und Schadstoffen.  
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=2395>. 03.07.2012.

Umweltbundesamt (2011): Eutrophierung der Ostsee  
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=2412>. 30.8.2011

Umweltbundesamt (2011): Critical Loads für Eutrophierung  
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=3598> 23.8.12

Umweltbundesamt (2011): Luft und Luftreinhaltung.  
<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/ammoniak.htm>. 28.06.12.

Umweltbundesamt (2011): Landwirtschaftliche Bodennutzung Schuld und Sühne?  
[http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/boden/downloads/weltbodentag-2011/08\\_schulz\\_balzer.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/boden/downloads/weltbodentag-2011/08_schulz_balzer.pdf). 04.07.12.

Umweltbundesamt (2012), Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Emissionsentwicklung 1990-2009 (Endstand 15.04.2011),  
[www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm](http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm). 28.06.12.

UBA, BVT-Merkblatt: Intensivtierhaltung.  
[http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/bvt\\_intensivtierhaltung\\_zf.pdf](http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/bvt_intensivtierhaltung_zf.pdf). 10.06.12.

Voß, J., J. Knaack von Weber, M. (2010): Ökologische Zustandsbewertung der deutschen Übergangs- und Küstengewässer 2009. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg.

Wasser-Wissen. Das Internetportal für Wasser und Abwasser (2012): Eutrophierung  
<http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/e/eutrophierung.htm>

Wasmund, N. (2002): Harmful Algal Blooms in Coastal Waters of the South-Eastern Baltic Sea. IN: Schernewski, G., Schiewer, U. (eds.): Baltic coastal ecosystems: structure, function and coastal zone management. Springer, Berlin, Heidelberg, New York; pp. 93-116.