

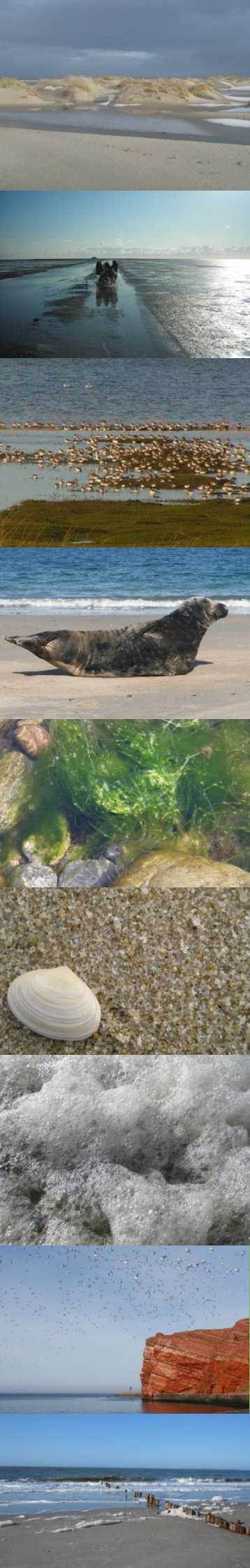
Nordseeschutz



beginnt auf dem Acker

Wie die industrielle Landwirtschaft zur
Eutrophierung der Nordsee beiträgt





Inhalt

Eutrophierung – Wie die industrielle Landwirtschaft die Nordsee verschmutzt	1
Explosionsartiges Algenwachstum lässt Unterwasserwälder und -wiesen verschwinden.....	2
Matten im Watt.....	3
Meeresleuchten und rote Tiden.....	3
Algenschäum und -schlieren am Nordseestrand.....	4
Klimawandel heizt Nordsee auf.....	4
Wie die Nährstoffe ins Meer gelangen.....	4
Bedenkliche Zustände in Fließ- und Küstengewässern.....	6
Der Löwenanteil an Nährstoffen entstammt der industriellen Landwirtschaft.....	7
Maisanbau & Massentierhaltung verursachen Eutrophierung.....	8
Zu viel Gülle!	10
Luftschadstoffe aus der Massentierhaltung gelangen bis ins Meer.....	11
Europäische Richtlinie verschärft Handlungsdruck.....	12
Was ist zu tun?.....	13
Literatur.....	15

Bilder:

Titelbild: Buschmann

1. V.Weber

2. Oldobelix

3. M.Buschmann

4-9. V. Weber

Eutrophierung – Wie die industrielle Landwirtschaft die Nordsee verschmutzt

Die deutsche Nordseeküste ist ein beliebtes Urlaubsziel und lockt mit Badestränden und vielfältigen Küstenlandschaften. Doch das Meer vor unseren Küsten hat große Probleme. Die intensive Nutzung der Nordsee 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 große Mengen an Nährstoffen aus dem Sediment 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 hat durch menschliche Aktivitäten zum Teil gewaltige Ausmaße angenommen. Die industrielle Landwirtschaft ist die Hauptquelle für diesen hohen Nährstoffeintrag. Der hohe Einsatz chemisch-synthetischer Dünger und Gülle im Ackerbau und die Ausweitung der industriellen Fleischerzeugung verursachen einen Überschuss an Nährstoffen. Gerade Maisfelder für die Futtermittelproduktion werden sehr intensiv gedüngt, oft mehr als die Pflanzen aufnehmen können. Die Überschüsse an Dünger von den Feldern und aus der Tierproduktion führen schließlich über Luft und Flüsse zu einer Verschmutzung der Nordsee. Weltweit stellen sie für Küsten- und Meeresgebiete ein großes Problem dar.

Zahlreiche Bemühungen zur Reduktion des Nährstoffeintrags bewirken bisher jedoch nicht den gewünschten Erfolg. Starke wirtschaftliche Interessen, v.a. im Bereich der industriellen Landwirtschaft, stehen einer wirkungsvollen Einschränkung der Einträge gegenüber

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)

(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

Die Liste der negativen Effekte auf das Meeresökosystem Nordsee durch Eutrophierung ist lang. Der Nährstoffüberfluss führt durch Algenblüten zu sauerstofffreien Bereichen, verursacht Artenschwund, bedroht viele Habitate von Meeresorganismen und die Schutzgebiete. Neben dem negativen Einfluss auf das gesamte Ökosystem der Nordsee werden einzelne empfindliche Arten besonders betroffen. Denn das explosionsartige Wachstum von Mikroalgen schwächt das Wachstum von Unterwasserpflanzen, wie Makroalgen und 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 ganze Bestände eingehen.



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

In der Nordsee unterhalb der Gezeitenzone, vor allem am Borkumriff um Helgoland, finden sich riesige „Wälder“ aus verschiedenen Makroalgen. Manche Makroalgen, wie der braune Blasentang lassen ihre Blätter durch luftgefüllte Blasen aufrecht treiben. Diese Tangwälder bieten vielen Tieren Lebensraum. Doch die zunehmende Dichte von Mikroalgen durch Eutrophierung führt zu

einer starken Trübung des Wassers – die Tangwälder gehen unter anderem durch Lichtmangel ein.

Neben den Wäldern gibt es auch „Wiesen“: Seegraswiesen (*Zostera marina*) erstrecken sich natürlicherweise im Gezeitenbereich der niedersächsischen Küste. Sie dienen als wichtiger Indikator für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres in der Nordsee. Denn je trüber ein Gewässer ist, desto mehr Seegraswiesen verschwinden – und mit ihnen die für Seegraswiesen typischen Bewohner, die Seepferdchen. Diese wurden schon lange nicht mehr in der Nordsee gesichtet, da auch die Seegraswiesenbestände durch Eutrophierung deutlich dezimiert wurden. Für Seepferdchen sind dies aber die wichtigsten Lebensräume. Mit ihrem Schwanz wickeln sie sich um die Seegrashalme, um nicht von der Strömung davon getragen zu werden. Ein Verschwinden der Seegraswiesen bedeutet also auch das Verschwinden dieser kleinen Meereslebewesen in der Nordsee. Auch andere Fischarten mögen die verringerte Wasserströmung – sie bietet 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. Mittlerweile sind leider nur noch wenige, vereinzelte Seegrasbestände erhalten geblieben – ein deutliches Zeichen für Eutrophierung. Die im Ökosystem Seegraswiese lebenden Pflanzen und Tiere sind von der Existenz des Seegrases abhängig. Verschwindet die Seegraswiese, bedeutet das, dass dem gesamten System die Existenzgrundlage entzogen wird (BUND, 2012, Reise et.al, 2010). Großalgen wie der Blasentang und Blütenpflanzen wie das Seegras werden mit zunehmender Wassertrübung aus den tieferen Bodenbereichen in die Flachwasserzonen der Küstengewässer verdrängt – oder verschwinden mitsamt ihren Bewohnern.

Matten im Watt

Das Wattenmeer ist natürlicherweise bereits ein nährstoffreicher Lebensraum. Doch werden dem System noch mehr Nährstoffe zugeführt, wird das empfindliche Gleichgewicht gestört. Denn das verstärkte Nährstoffangebot fördert zwar das Wachstum – aber nur für bestimmte Arten. So bilden beispielsweise Massen von Mikroalgen schleimige, braune Matten auf dem Wattboden. Ähnliches gilt für die besonders konkurrenzstarken Grünalgen, die das sogenannte Wattblühen verursachen. Nach 1999 verstärkte sich das Wachstum von Grünalgen wie Meeressalat (*Ulva*) und Darmtang (*Enteromorpha*). In der 2000er Jahren waren 80 km², ganze 6% der niedersächsischen Nordseewatten mit Algenmatten bedeckt. Durch den starken Konkurrenzdruck zwischen den Algenarten vermindert sich die Biodiversität, da Arten verdrängt werden, die das Nährstoffangebot weniger gut nutzen können. So geht beispielsweise der Anteil der Rot- und Braunalgen zurück. Die Grünalgen hingegen können im Watt Matten von mehreren Zentimetern Dicke bilden. Darunter herrscht Sauerstoffmangel und das Leben darunter stirbt ab. Watttiere, wie die Herzmuschel (*Cerastoderma edule*) können dort nicht mehr leben. Und können so auch nicht mehr als Futter für hungrige Zugvögel aus aller Welt

dienen – eine ganze Nahrungskette ist betroffen.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen Nährstoffeintrag aus Weser und Elbe und der Menge an Makroalgen, insbesondere Grünalgen, gibt (Beusekom et al., 2009). Selbst wenn die Nährstoffeinträge in die Nordsee drastisch verringert werden würden, würde das Algenwachstum noch einige Jahre andauern, da im Wattboden Unmengen von Nährstoffen gespeichert sind. Umso wichtiger ist es daher den Nährstoffüberschuss aus der industriellen Landwirtschaft so schnell wie möglich zu reduzieren (NLWKN, 2012).

Meeresleuchten und rote Tiden

Eine zunächst durchaus faszinierende Erscheinung der Eutrophierung ist das Meeresleuchten. Eine hohe Verfügbarkeit von großen Mengen an Stickstoffverbindungen im Wasser kann eine massenhafte Vermehrung der Mikroalge *Noctiluca scintillans* bewirken. Wenn die Einzeller durch Wind und Strömung an der Oberfläche zusammengetrieben werden, bilden sie orangefarbene Teppiche, die bei Ebbe als „Rote Tide“ sichtbar werden. Durch Bewegung, z.B. von Fischen, badenden Menschen oder Schiffen, entsteht nachts bei ruhigem Meer ein

Die Nordsee sieht schwarz

Schwarze Flecken sind übel riechende sauerstoffreiche Flächen im Watt, in denen kein aerobes Leben mehr möglich ist. Im Sommer 1996 vergrößerten sich diese Flecken bis zu einer Größe von mehreren Fußballfeldern (7,9% des ostfriesischen Watts). Sie entstehen bei Fäulnisprozessen von organischen Substanzen im Watt, bei denen Sauerstoff verbraucht wird. Normalerweise liegt auf den oxidierten Zonen an der Wattoberfläche ein sauerstoffreicher Horizont auf, dort wo der Boden mit Luft und Meeresswasser in Kontakt kommt. Durch verschiedene Effekte, die durch Eutrophierung verstärkt werden können, vermehrt sich aber die Biomasse im Watt, so dass organische Substanzen im Watt wie Algen und tote Tiere in großer Zahl zersetzt werden und die sauerstofffreien Zonen bis zur Wattoberfläche reichen – sichtbar als große schwarze Flecken im Watt. In diesen schwarzen Flecken können keine Organismen leben, die Sauerstoff benötigen. Das Nährstoffüberangebot zerstört somit Lebensräume und damit die Möglichkeit für ein vielfältiges Leben in der Nordsee. Wo keine Muscheln und Schnecken im Watt sind, finden auch Vögel, die aus aller Welt zum Wattenmeer kommen, um sich Reserven für die Reise anzufuttern, keine Nahrung mehr – deshalb benötigt die Nordsee einen besonderen Schutz.

erstaunliches Leuchten. Viele Mikroalgen sind an sich harmlos, können durch Überdüngung der Meere aber gefährlich werden. Denn einige Arten bilden giftige Neurotoxine, welche sich in Muscheln (z.B. in Austern) oder Fischen anreichern und somit auch auf unseren Tellern landen und zu Vergiftungen führen können. Das Vorkommen von Meeresleuchten ist also ein weiteres Zeichen für Eutrophierung (NLWKN 2012).



Abb. 2: Algenschaum am Nordseestrand
(Viora Weber)

Algenschaum und -schlieren am Nordseestrand

Sichtbare Folgen von Eutrophierung an unseren Stränden sind zudem große, unansehnliche Algenschaumberge (Abb. 2). Seit den 80er Jahren verstärkt sich die Schaumbildung und wird direkt mit der Überdüngung der Nordsee in Zusammenhang gebracht (NLWKN, 2012). Sie entsteht dadurch, dass Mikroalgen, wie z.B. die Schaumalge *Phaeocystis globosa*, in der Brandung zu Schaum geschlagen werden. Durch Eutrophierung vermehrt sich die Schaumalge besonders stark und erreicht im Frühling zwischen Anfang April und Mitte Mai die größte Dichte (NLWKN, 2012), was dann im Sommer durch Schaumberge sichtbar wird. Neben Schaumbildung kann sich das Wasser auch bräunlich färben und durch entweichendes Schwefeldioxid übel riechen. Auch die Blaualge *Nodularia spumigena* bildet Schaum und Schlieren. Kinder spielen häufig unbedarft mit diesen Schaummassen, jedoch können Haut- und

Schleimhautreizungen zu den möglichen spürbaren Nachwirkungen bei direktem Kontakt gehören (Wasmund, 2002). Baden sollte man in Wasser mit Schlieren von Blaualgen vermeiden, denn das Wasser kann bei Verschlucken zu Übelkeit und Durchfall führen.

Klimawandel heizt Nordsee auf

Zusätzlich zu den Belastungen durch zu viele Nährstoffe haben die Lebewesen der Nordsee mit den Folgen des Klimawandels zu kämpfen. Wissenschaftler/innen (Lozàn, 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 der Sauerstoffzehrung 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 an Land 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. Ein Großteil der Nährstoffe gelangt über die Einzugsgebiete der Flüsse Elbe, Weser,

Ems und Eider direkt in die Nordsee. Im Jahr 2005 kamen insgesamt 75% der Stickstoffeinträge über verschiedene Wege (Grundwasser und Drainagen) aus der Landwirtschaft. 50% der Phosphoreinträge kamen aus diffusen Quellen und sind ebenso hauptsächlich der Landwirtschaft zu zuschreiben (UBA, 2009). So wurden im Jahr 2005 in Deutschland 565 Kilotonnen Stickstoff und 23 Kilotonnen Phosphor in die Oberflächengewässer Deutschlands eingetragen. Dies klingt nach Unmengen und ist doch schon viel weniger als noch vor zwei Jahrzehnten. Das Ergebnis einer Vergleichsstudie des Umweltbundesamtes zeigt auf, dass sich die wasserwärtigen Einträge von Stickstoffverbindungen durch Weser, Ems und Eider zwischen 1980 und 2005 um 48% verringerten. Die Phosphoreinträge konnten sogar um 73% reduziert werden (UBA, 2010). Dennoch führte dies bisher nur im südlichen Wattenmeer zu einem leichten Rückgang des unnatürlich starken Algenwachstums. Zudem sind diese

Verringerungen hauptsächlich auf den deutlichen 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 um 76% der Stickstoffverbindungen und um 86% des Phosphors. Im selben Zeitraum verringerten sich die diffusen Stoffeinträge (z.B. Einträge über Grundwasser, Abschwemmung, Drainagen) allerdings nicht in gleichen Maßen und stellten 2005 im Einzugsgebiet der Eider und Ems über 90% der Stickstoffeinträge bzw. 80% der Phosphoreinträge dar (UBA, 2010).

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

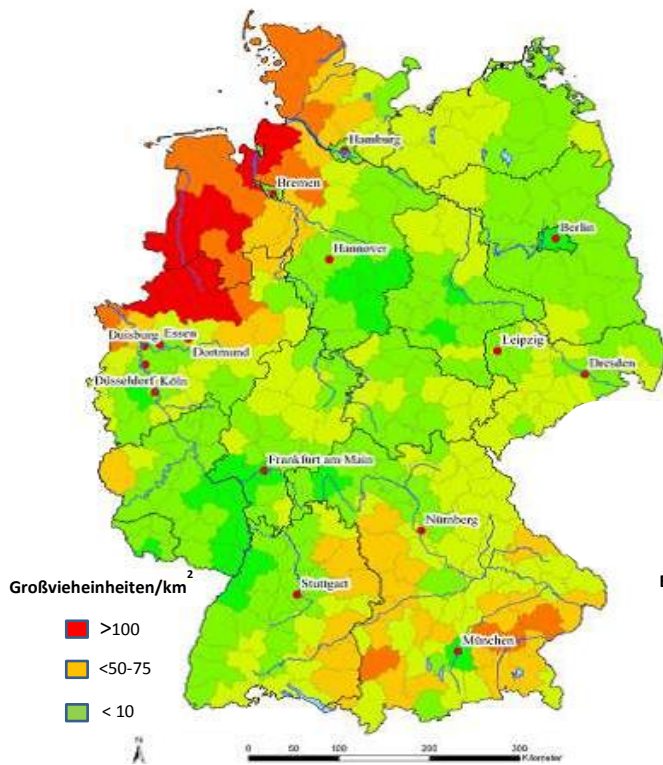


Abb. 5 Großvalueinheiten in Deutschland je km² in den Landkreisen 2007 [GV/km²] (vTI – P.Kreins, 2011)

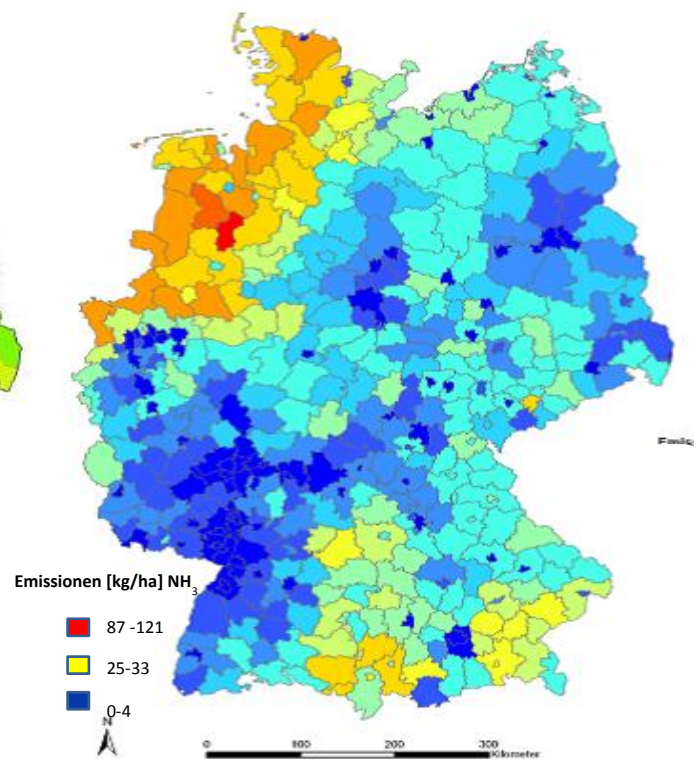


Abb. 6 Ammoniakemissionsdichten in Deutschland in den Landkreisen 2007 in kg pro Hektar pro Jahr [kg/ha/a] (vTI – Rösemann et al., 2011)

Gesamtstickstoffemissionen in die Atmosphäre reduzierter Stickstoff (NH₃ entspricht Ammoniak). Dieser ist zu 95 % der Landwirtschaft zu zuschreiben. Die restlichen 45% entfallen auf Verkehr, Energiewirtschaft, Haushalte und die Industrie Gasförmiges, giftiges Ammoniak (NH₃) entweicht aus den Ställen und beim Aufsprühen der Gülle auf die Felder. Über Staub und Regen wird es in die Flüsse und Meere eingetragen, wo es wieder als Nährstoff für Algenwachstum zur Verfügung steht (LUBW, 2008). Besonders hohe Ammoniakemissionen treten im Emsland bei hohen Dichten an Geflügel-, Schweine- und Rinderbetrieben auf und beeinträchtigen die nahe gelegene Nordsee (Abb. 5/6).

Bedenkliche Zustände in Fließ- und Küstengewässern

In der Vergangenheit wurden von der EG (WRRL), der EU (Nitratrichtlinie) und vom Bund (Düngeverordnung) diverse Regelungen ergriffen. Sie sollen die Belastungen reduzieren denen Grundwasser und Oberflächengewässer ausgesetzt sind. Die Zustandsbewertung der deutschen Fließ- und Küstengewässer zeigt, dass weitere Reduzierungsmaßnahmen dringend notwendig sind. Laut der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sollen die europäischen Gewässer bis 2015 einen „guten ökologischen Zustand“ erreicht haben. Die derzeitigen Zustände der Küsten- und Übergangsgewässer der Nordsee verfehlen diesen „guten ökologischen Zustand“ (Abb. 7) und wurden im Rahmen der Untersuchungen zur

Küsten- und Übergangsgewässer der Nordsee

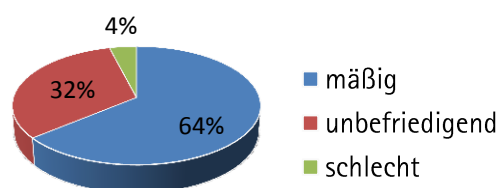


Abb. 7 Zusammenfassende Darstellung des ökologischen Zustandes aller Wasserkörper der Nordsee (n = 28) (Voß et al., 2010)

WRRL bisher als „mäßig“ bis „schlecht“ bewertet, wie z.B. die Flussgebietseinheit Ems. Tatsache ist zudem, dass über 80 % der Gewässer das Ziel auch bis 2015 nicht erreichen werden. Die Werte bezüglich des Nährstoffeintages werden sich voraussichtlich eher verschlechtern. Damit wird klar gegen das Verschlechterungsverbot der WRRL verstoßen. Hauptquelle dieser viel zu hohen und zu häufig auftretenden Nährstoffbelastungen sind unzweifelhaft die Einträge aus diffusen Quellen in die Grund- und Oberflächenwasserkörper Deutschlands (UBA, 2009).

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

AWZ und Deutsche Bucht in schlechtem Zustand

Im Nordseeraum sind die AWZ und die Deutsche Bucht besonders stark von der Eutrophierung betroffen, da hier vier große Flüsse (Elbe, Eider, Weser und Ems) mit hoher Nährstofffracht ins Meer münden (Abb. 8).

Auch wenn die Stickstoff- und Phosphorlasten der Oberflächengewässer des deutschen Nordseegebiets seit 1985 um 48% bzw. 73% gesunken sind (UBA, 2010), wurde 2007 der Deutschen Bucht wegen starkem Sauerstoffdefizit ein schlechter Zustand bescheinigt.

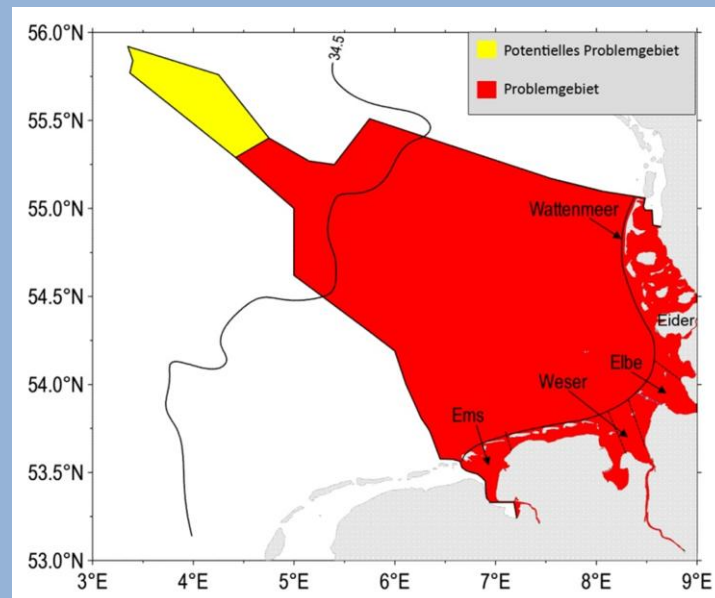


Abb. 8 Eutrophierungszustand der Nordsee (OSPAR Commission 2008)

Der Löwenanteil an Nährstoffen entstammt der industriellen Landwirtschaft

Diffuse Quellen sind jedoch gar nicht so diffus, wie der Begriff zunächst vermuten lässt. Der Löwenanteil der diffus eingetragenen Nährstoffe stammt eindeutig aus der industriellen Landwirtschaft (Abb. 9). In diesem Bereich wurden in den letzten Jahrzehnten keine umfassenden Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge ergriffen und dementsprechend nur bescheidene Minderungserfolge erzielt. So stammen im Nordseeinzugsgebiet immer noch

60% der Gesamtstickstoff- und 31% der Gesamtphosphoreinträge aus der Landwirtschaft (Abb. 9). Da somit die Gesamtnährstoffeinträge aus Deutschland in die Nordsee zu hohen Anteilen deutlich von der Landwirtschaft dominiert werden (Abb. 9), muss der Ruf nach einer drastischen Minderung von Emissionen aus der industriellen Landwirtschaft ein breites Echo finden – zum Schutz der Nordsee und der Gewässer ihres Einzugsgebietes.

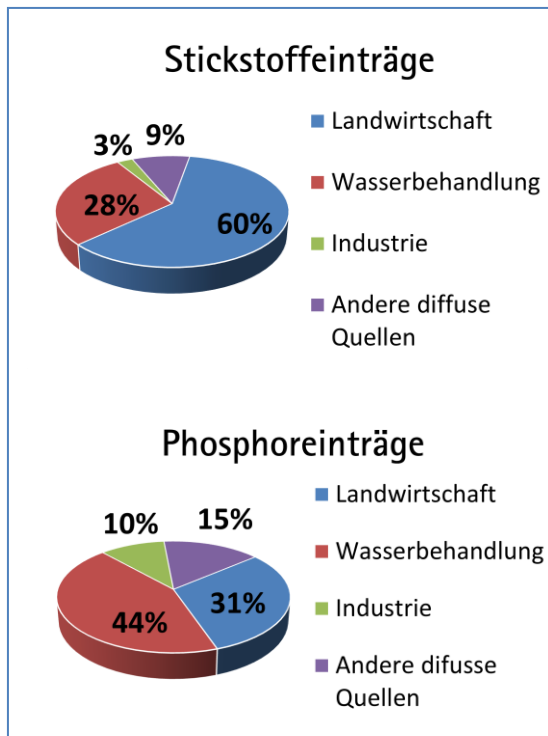


Abb. 9 Deutschlands Nährstoffeintrag aus verschiedenen Quellen in die Nordsee in 2005 (nach OSPAR 2010)

Maisanbau & Massentierhaltung verursachen Eutrophierung

Die Landwirtschaft ist mit weit über 50% der größte Flächennutzer Deutschlands und ein bedeutender Wirtschaftszweig. In den letzten Jahren konnte besonders in Deutschland ein Anstieg der Maisanbaufläche registriert werden (Abb. 1). Dabei konzentriert sich der Maisanbau auf Regionen, in denen eine hohe Anzahl an Biogasanlagen und an industriellen Tierhaltungsbetrieben vorkommt, da Mais als günstiges Futtermittel in der Milch- und Fleischerzeugung gilt. Da Mais in Europa nicht heimisch ist, benötigt er viel Dünger und Pestizide. In Niedersachsen befinden sich die meisten Flächen im Weser-Ems-Gebiet (Abb. 11). Hier haben die Maisanbauflächen analog zu der intensiven Schweine- und Geflügelhaltung rapide zugenommen. Überdüngung und riesige Flächen von Maismonokulturen sind die Folge.



Industrielle Landwirtschaft

Unter der industriellen Landwirtschaft wird eine Ertragssteigerung verstanden, die nicht durch Flächenzuwachs, sondern durch intensiven Einsatz von Düngemitteln 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 Agrarbroschüre)

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 Stickstoffaufnahme Kapazität der Flächen erreicht wird (UBA, BVT-Merkblatt).

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 Anstiegs 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

Deutschland als „Mastfabrik Europas“

„Das Fleisch geht in den Export, die Gülle bleibt hier“. (Hubert Weiger, BUND-Vorsitzender)

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.

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. Dabei ist neben der Landwirtschaft ebenso der Tourismus einer der wichtigsten Wirtschaftszweige, der durch Eutrophierungseffekte, wie Schaumalgen am Strand jedoch einbrechen könnte, falls eine solche Subventionierung fortbestehen bliebe.

Gemeinsam mit zahlreichen Bürgerinitiativen vor Ort ist der BUND gegen den Bau neuer industrieller Tierhaltungsbetriebe und die fortgesetzte Überdüngung ganzer Landschaften aktiv (z.B.: Genehmigungsverfahren eines Schweinemastbetriebes in Diekholzen). Alternativen bietet der ökologische Landbau, da

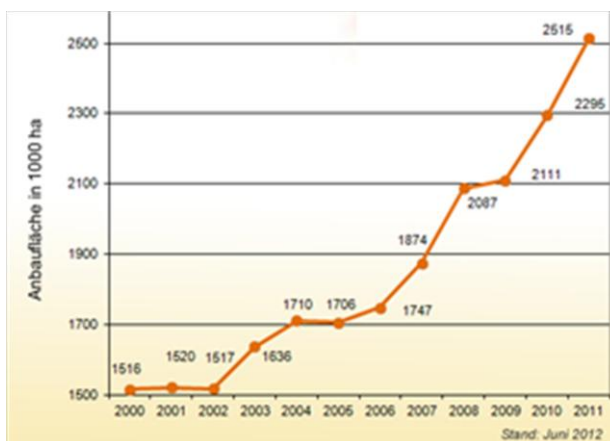


Abb. 10 Maisanbaufläche in Deutschland 2000–2011 in 1000 ha (DMK, 2010)

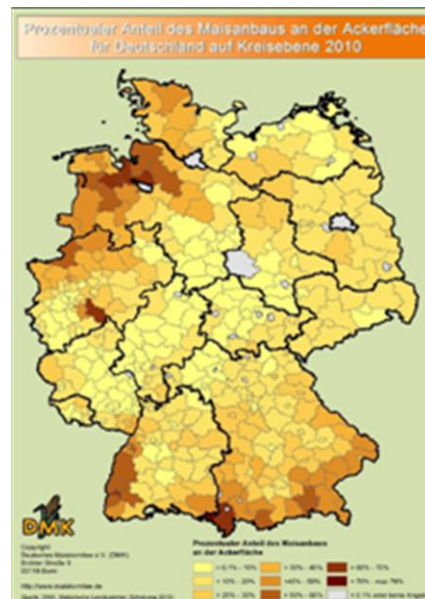


Abb. 11 Prozentualer Anteil des Maisanbaus an der Ackerfläche für Deutschland auf Kreisebene 2010 (DMK, 2010)

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.

Zu viel Gülle!

Da in der industriellen Landwirtschaft oftmals nicht genügend Flächen oder Lagerkapazitäten für die hohen Mengen an Gülle zur Verfügung stehen, werden größere Mengen an Gülle auf die gleiche Fläche oder außerhalb der Wachstumszeit der Kulturpflanzen ausgebracht. Dies geschieht jährlich trotz entsprechender Regelungen, wie z.B. die Düngeverordnung (s. Kasten auf S. 11). Folglich dient hier die Gülleausbringung weniger der Steigerung des Ernteertrags, als der Entsorgung von tierischen Exkrementen aus der Massentierhaltung.

Küstentourismus in Niedersachsen

An der niedersächsischen Küste ist Tourismus einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren. Mit etwa 11,5 Millionen Übernachtungen pro Jahr, generieren die Gäste daher einen Jahresumsatz von etwa 2,4 Mrd. €. Um auch in Zukunft solch positive Zahlen zu sichern, bedarf es einer intakten Meeresnatur und einer guten Badegewässerqualität. Die Umsätze könnten sich zukünftig durch Schlagzeilen wie „Killeralgen am Nordseestrand“ – aufgrund zunehmender Eutrophierung der Küstengewässer – negativ entwickeln. Für Niedersachsen ist es somit von großer ökonomischer Bedeutung den Meeresschutz zu fördern, wobei ein Schwerpunkt auf eine gute Gewässerqualität gelegt werden muss. So kann Naturschutz gleichzeitig zu ökonomischem Wohlstand in den Küstenregionen beitragen.



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 Düngeverordnung (DüV)

Die Düngeverordnung sollte eigentlich der überschüssigen Nährstoffzufuhr Einhalt gebieten. Nach der Verordnung darf der für 2011 angesetzte jährliche Stickstoffüberschuss auf landwirtschaftlichen Nutzflächen 60 kg/ha nicht überschritten werden. Fakt ist jedoch ein durchschnittlicher Eintrag 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 sowie Biogaserzeugern zu den höchsten Überschüssen. Bestehende Regelungen und Umverteilungsmöglichkeiten, welche den wichtigen Zusammenhang zwischen Tierhaltung, Flächenbesitz und -verfügbarkeit kontrollieren und koordinieren sollen, sind in der Düngeverordnung 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 der 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 Anteile der Ammoniak-Emissionen sind landwirtschaftlichen Ursprungs, nur 5% entstammen weiteren Quellen wie beispielsweise der Energieproduktion, dem Verkehr oder auch der Industrie (UBA, 2011; LUBW, 2008). Wenn also die Eutrophierung der deutschen Nordsee 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, die Lagerung und Ausbringung der Gülle und des Stallmistes hierbei die größten Quellen für Ammoniak-Emissionen. Dabei wird Ammoniak im Stall hauptsächlich durch Exkremente freigesetzt. Durch Luftfiltersysteme in den Ställen könnten diese Emissionen in die Luft 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 und giftige Ammoniak kann bei der Zersetzung des gebundenen Stickstoffs in großen Mengen (>50%) 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. Auch bei der Gülleausbringung auf den Äckern können die Ammoniakemissionen effektiv reduziert werden: die Gülle darf nicht auf den Äckern verspritzt, sondern muss direkt in den Boden eingearbeitet werden. So kann 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). Ihre konsequente Umsetzung könnte die Nährstoffzufuhr drastisch reduzieren und somit u.a. der starken Eutrophierung der Nordsee Einhalt gebieten.

Tab. 1 Reduktion von Stickstoffeinträgen und Ammoniak-Emissionen

<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Massentierhaltung sowie Genehmigung neuer Intensivtierhaltungsanlagen nur unterhalb der UVP-Grenze
<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Einarbeitung der Gülle in den Boden (z.B. durch Schlauchsysteme)
<ul style="list-style-type: none"> • Einbau von Abluftfiltern in alle bestehenden Intensivtierhaltungsanlagen
<ul style="list-style-type: none"> • Besser greifende gesetzliche Regelung der Düngerausbringung
<ul style="list-style-type: none"> • Ackerrandstreifen zum Schutz vor Erosion und Nährstoffverteilung um Felder
<ul style="list-style-type: none"> • Gewässerrandstreifen zum Schutz vor Stickstoffeinträgen in Gewässer
<ul style="list-style-type: none"> • Förderprogramme für Festmistverfahren in der Tierhaltung
<ul style="list-style-type: none"> • Förderung von Fruchtfolgen mit Leguminosenanbau zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit

Die Umstellung auf ökologischen Landbau und Tierhaltung nach Kriterien des ökologischen Landbaus eines Mindestgebietes um Zuflüsse zur Nordsee wäre ein bedeutender Schritt zur Reduzierung der Überdüngung der Nordsee (Tab. 2).

Europäische Richtlinie verschärft Handlungsdruck

Um sich der Eutrophierung und weiteren vielfältigen Problemen und Belastungen, denen unsere Meere ausgesetzt sind zu stellen, wurde 2008 ein neues Instrument beschlossen: Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL).

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

<ul style="list-style-type: none"> • Kein Einsatz von chemisch-synthetischen Stickstoffdüngemitteln und Pflanzenschutzmitteln
<ul style="list-style-type: none"> • Kein Einsatz von importierten Futtermitteln
<ul style="list-style-type: none"> • Begrenzter, streng an die Fläche gebundener Viehbesatz sowie artgerechte Tierhaltung
<ul style="list-style-type: none"> • Abwechslungsreiche, weite Fruchtfolgen mit vielen Fruchtfolgegliedern und Zwischenfrüchten schonen natürliche Ressourcen wie Boden, Klima, Tiere, Wasser und Artenvielfalt

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 (vgl. Tab. 3 auf S. 13). Denn Untersuchungen, die im Rahmen dessen gemacht wurden, bestätigten nun offiziell das besorgniserregende Ergebnis: Die Nordsee 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 zur 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 OSPAR, dem Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks, 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 Fristeinholung 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, welches auf der Internetseite www.bund.net/meer heruntergeladen werden kann.

Was ist zu tun?

Für einen effektiven Meeresschutz und den Erhalt der marinen Fauna und Flora der Nordsee ist es notwendig, dass alle involvierten Parteien gemeinsam an einem Strang ziehen. Gemeinsam heißt, dass alle Nordseeanrainer 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 eine 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 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 MSRL und der WRRL 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 zerstören.
- 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 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“:
www.bund.net/themen_und_projekte/landwirtschaft/tierschutz/

Somit wird dieses wunderschöne Meer hoffentlich auch für zukünftige Generationen für diverse Nutzungen zur Verfügung stehen. Der BUND setzt sich für die Vielfalt in unseren Meeren ein. Unterstützen Sie uns dabei.

Kontakt:

BUND-Projektbüro Meeresschutz
www.bund.net/meer

Nadja Ziebarth,
 Leiterin BUND-Projektbüro Meeresschutz
 Tel. 0421/79002-32
Nadja.Ziebarth@bund.net

Viora Weber
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 Tel. 0421/79002-33
Viora.Weber@bund.net

Weitere Kontakte:

BUND Schleswig-Holstein e.V.
 Tel. 0432/66060-0
bund-sh@bund-sh.de

BUND Niedersachsen
 Tel. 05 11/96569-0
BUND.NDS@BUND.net

Literatur

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

BMU (2012): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Anfangsbewertung der deutschen Nordsee.

BUND (2012): Seegräsflächen: Grasgrüne Wiesen unter Wasser?
http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/ostsee/tiere_und_pflanzen/seegraswiesen/ 31.7.12

BUND (2010): EinBlick in die Nordsee
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/meere/20100500_meere_einblick_nordsee_broschuere.pdf

BUND (2010): Agrarsubventionen umverteilen – Vielfalt fördern
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100200_landwirtschaft_agrarreform_statt_massentierhaltung_broschuere.pdf

J.E.E. van Beusekom, P.V.M. Bot, J. Carstensen, J.H.M. Goebel, H. Lenhart, J. Patsch, T. Petenati, T. Raabe, K. Reise and B. Wetsteijn (2009): Eutrophication. Thematic Report No. 6. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds.), 2009. Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany.

Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK) (2010): 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. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2071.pdf>. 31.8.12

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.

Stefan Nehring, Karsten Reise, Norbert Dankers and Per Sand Kristensen (2009): Alien species. Thematic Report No. 7. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds), 2009. Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany.

NLWKN (2012) Wasserwirtschaft, Nordseeüberwachung, Makroalgen.
<http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/nordseekueste/gueteueberwachung/algenueberwachung/38870.html> 27.7.12

NLWKN (2012) Wasserwirtschaft, Nordseeüberwachung, Schwarze Flecken.
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/nordseekueste/gueteueberwachung/algenueberwachung/schwarze_flecken/38871.html. 27.7.12

NLWKN (2012) Wasserwirtschaft, Nordseeüberwachung, Güteüberwachung, Plankton.
<http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/nordseekueste/gueteueberwachung/plankton/38566.html>.27.7.12

NLWKN (2012) Wasserwirtschaft, Nordseeüberwachung, Güteüberwachung, Plankton.
<http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/nordseekueste/gueteueberwachung/plankton/38566.html>.25.7.12

OSPAR Commission (2008): Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. Second OSPAR Integrated Report, 2009.
http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00372_Second_integrated_report.pdf 25.7.12

OSPAR Commission (2009): Trends in atmospheric concentrations and deposition of nitrogen and selected hazardous substances to the OSPAR maritime area. Monitoring and Assessment series.
http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/P00447_Trend_atmospheric_inputs.pdf 26.7.12

OSPAR Commission (2010): Quality Report 2010, Eutrophication (Chapter 4).
http://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter_pdf/QSR_Ch04_EN.pdf 26.7.12

Karsten Reise, Martin Baptist, Peter Burbridge, Norbert Dankers, Ludwig Fischer, Burghard Flemming, Albert P. Oost, Cor Smit, (2010). The Wadden Sea – A Universally Outstanding Tidal Wetland. Wadden Sea. Ecosystem No. 29. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, page 7 - 24. Umweltbundesamt (UBA) (2009): Einträge in die Oberflächengewässer im Nordsee-Einzugsgebiet.
<http://www.waddensea-secretariat.org/QSR-2009/The-WaddenSea-2010-%28low-res%29.pdf>

Umweltbundesamt (2012): <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodelident=2407> 1.8.12

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

Umweltbundesamt (2010): Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodelident=2873> 27.7.12

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. 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. 28.06.12.

Umweltbundesamt (ohne Jahresangabe): BVT, Merkblatt zur Intensivtierhaltung
http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/bvt_intensivtierhaltung_zf.pdf

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

vTI (Johan Heinrich von Thünen Institut), P. Kreins (2011): in: Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz 2012. Daten: RAUMIS, EASYSTAT.
<http://www.umweltbundesamt.de/luft/downloads/lai-n-leitfaden.pdf>

vTI (Johan Heinrich von Thünen Institut), Rösemann, C. et al. (2011): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2009. Landbauforschung; Sonderheft 342. In: Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz 2012.
<http://www.umweltbundesamt.de/luft/downloads/lai-n-leitfaden.pdf>

Wadden Sea Secretariat (2010): Wadden Sea Specific Eutrophication Criteria, WaddenSea Ecosystem No 14, 2001
<http://www.waddensea-secretariat.org/news/documents/eut/Eut-report.pdf> 28.7.12