

Gewässerschutzfachliche Bewertung und Handlungsempfehlungen für die Sanierung der Darß-Zingster Boddenkette

Dr. Alexander Bachor, Mario von Weber & André Schumann



Landesamt für Umwelt,
Naturschutz und Geologie

- I. Wie haben sich Belastung und Gütezustand der Darß-Zingster Bodden (DZB) in den letzten Jahrzehnten verändert ?
- II. Wie ist der gute Zustand der DZB nach WRRL zu definieren und wie weit ist ihr aktueller Zustand davon entfernt ?
- III. Was kann getan werden, um den guten Zustand für die DZB zu erreichen ?

Sanierung der Darß-Zingster-Boddenkette

Symposium im Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow am 30. November 2007

I.-1 Messnetze zur Überwachung der DZB und aktuelle flächenspezifische N-Einträge

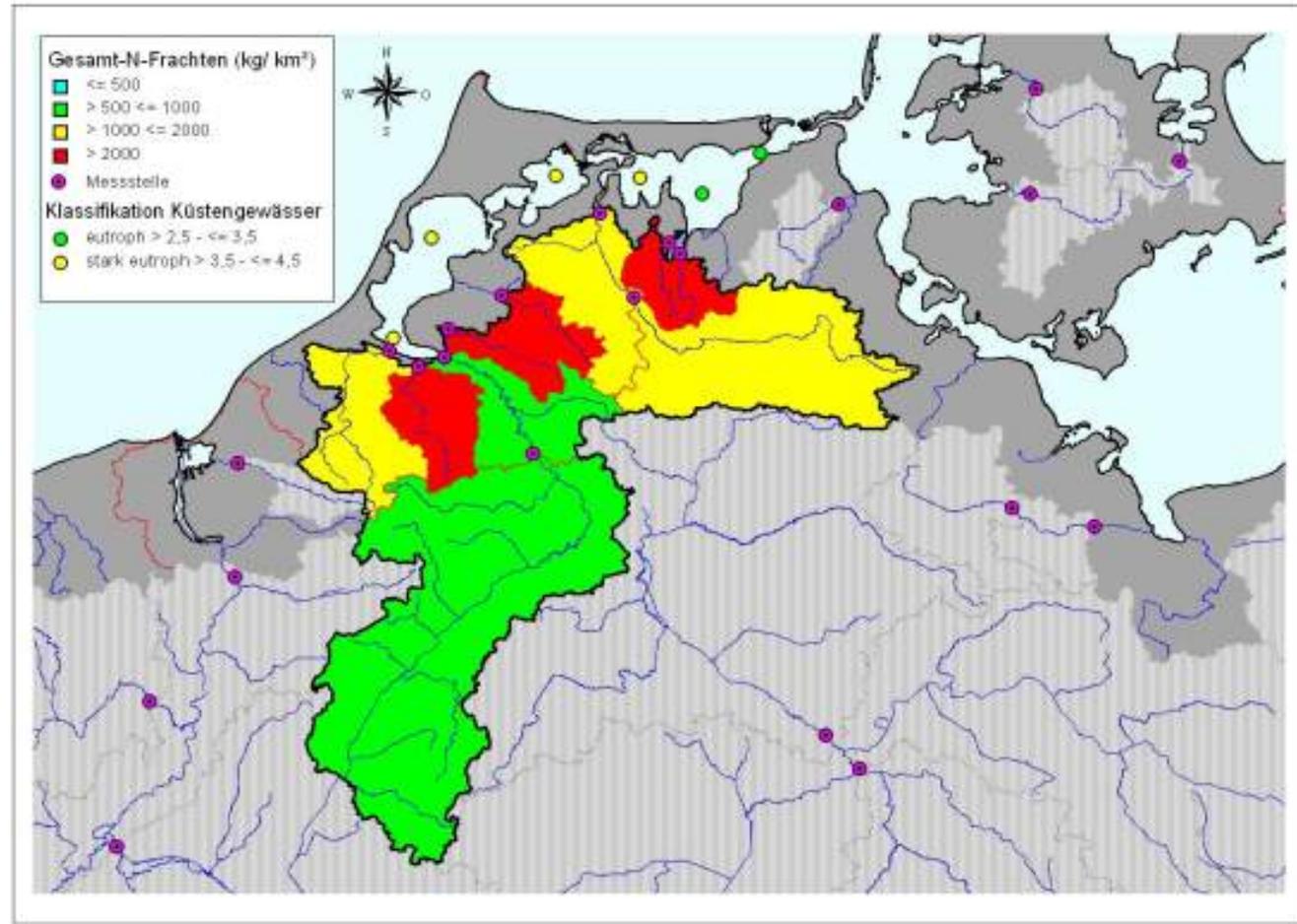
Monitoring der DZB:

6 Messstellen, die i.d.R. monatlich und z.T. seit Ende der 1960er untersucht werden

Monitoring der landseitigen Belastung:

Messstellen zur Erfassung der Flussfrachten

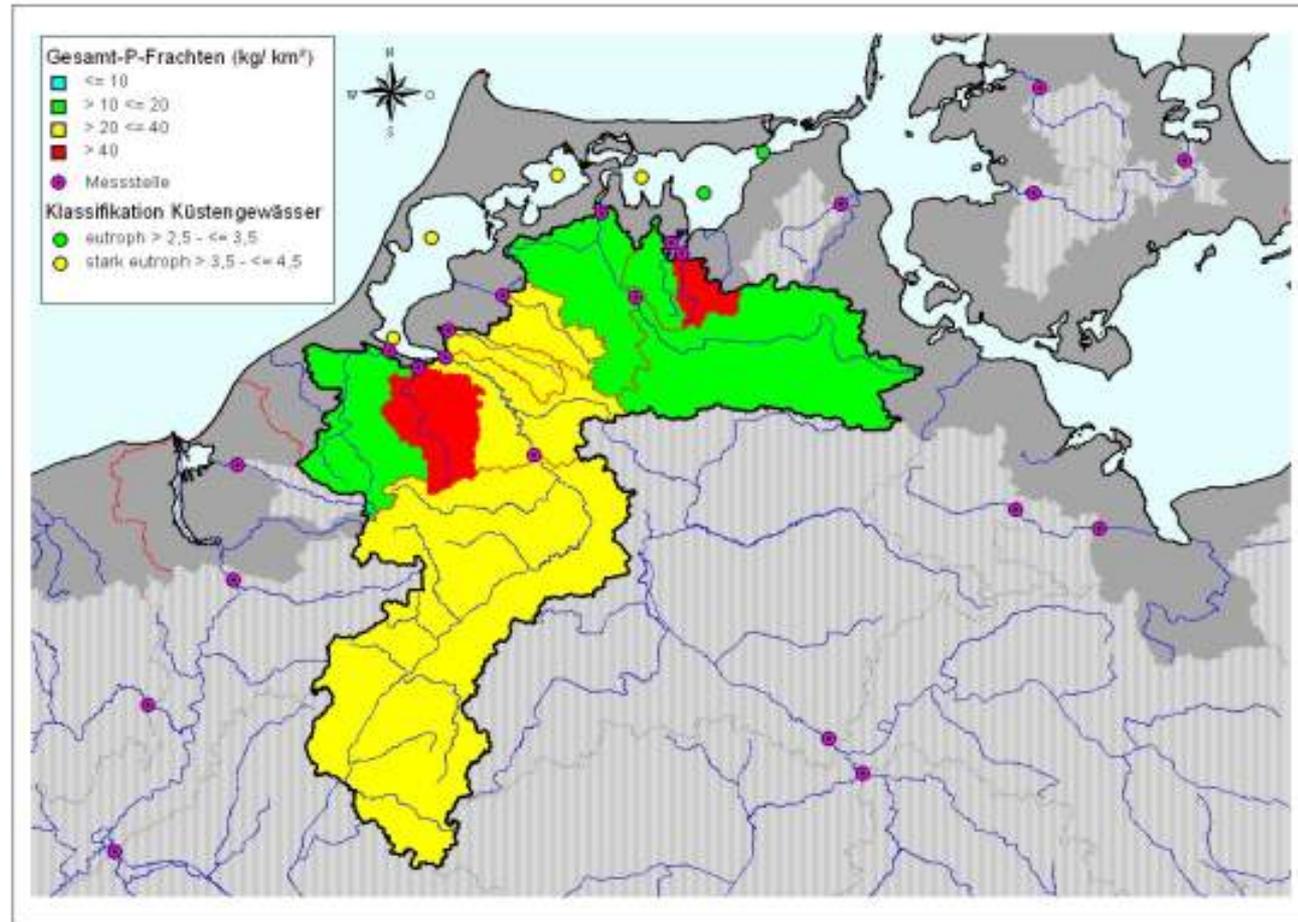
behördliche Überwachung der Kläranlagen



I.-2 aktuelle flächenspezifische P-Einträge

Ähnlich wie bei N gibt es auch für P größere Unterschiede zwischen den flächenspezifischen Frachten der überwachten Flussgebiete.

Hohe spez. Frachten weisen Klosterbach und Zipker Bach, geringe Körkwitzer Bach, Barthe und Uhlenbäk auf.



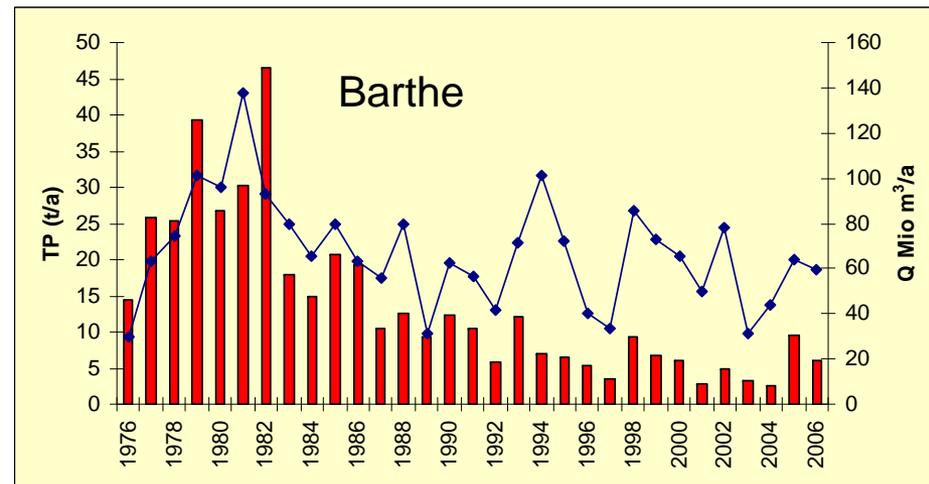
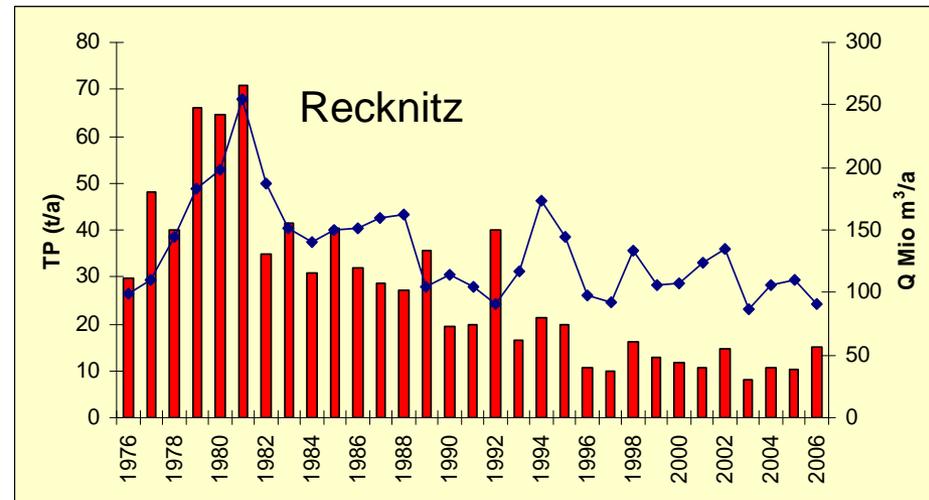
I-3 Entwicklung der Nährstoffeinträge im Zeitraum 1976-2006

landseitige Nährstoffbelastung der DZB wird durch die Zuflüsse dominiert; Direkteinleitungen durch Kläranlagen spielen eine untergeordnete Rolle

Die **Phosphoreinträge** in die DZB zeigen starke Veränderungen:

- Verdopplung der zuflussbedingten Einträge von 1976 bis 1981 bzw. 1982
- danach rel. kontinuierlicher Rückgang der Flussfrachten unabhängig vom Abfluss
- aktuelle P-Frachten der beiden größten Zuflüsse liegen bei ca. 30 % des Eintragsniveaus zur Mitte der 70er

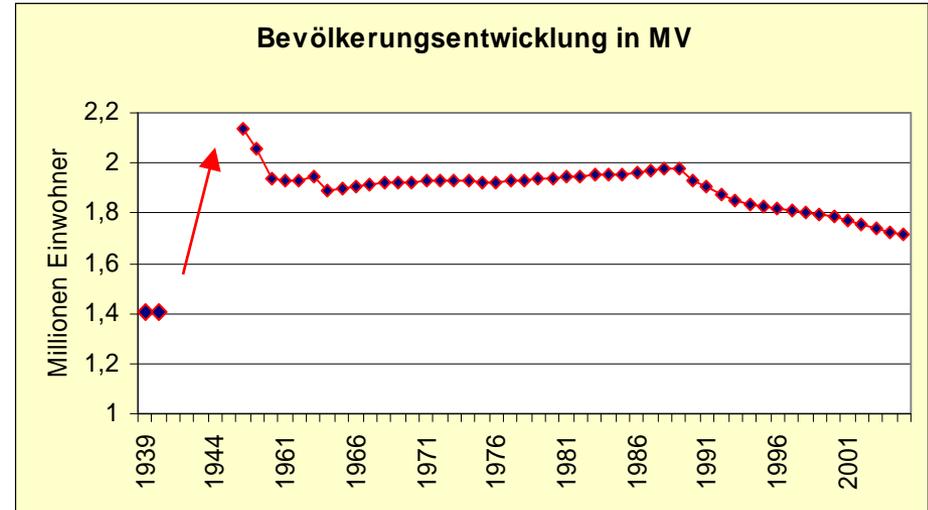
Frage: Ist damit bereits ein anthropogen weitgehend unbeeinflusstes Niveau erreicht worden ?



I.-4 Entwicklung von Bevölkerung und Landwirtschaft seit 1939 bzw. 1950

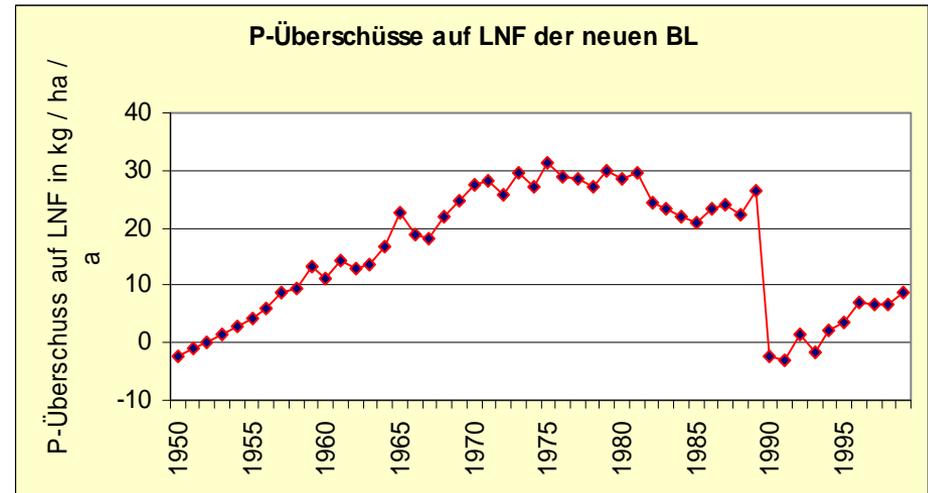
Bevölkerung:

- durch Flüchtlingszustrom mehr als eine Verdoppelung der Bevölkerung MVs
- dadurch dürften sich auch die P-Einträge durch kommunales Abwasser in die DZB verdoppelt haben



Landwirtschaft:

- starke Zunahme der landwirtschaftlichen Produktion nach dem Krieg (Anstieg der P- und N-Überschüsse auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen)
- zwischen 1960 und 1975 dürften sich die dadurch bedingten P-Einträge verdreifacht haben



I-5 Hypothetischer Verlauf der Eutrophierung im Barther Bodden seit Schließung des Prerow-Stromes

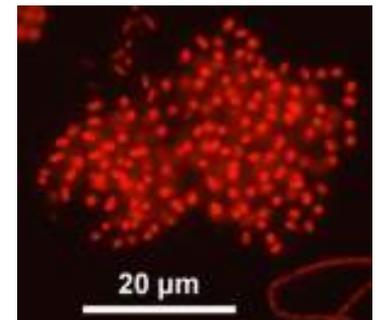
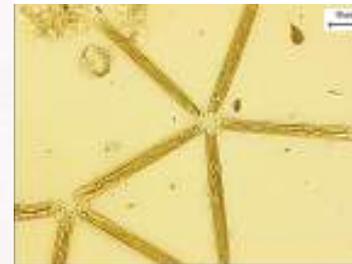
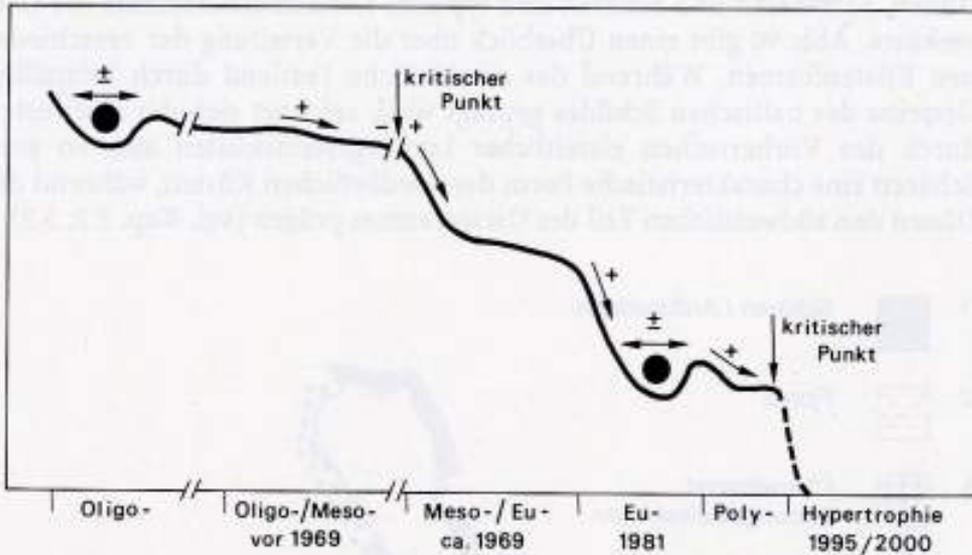
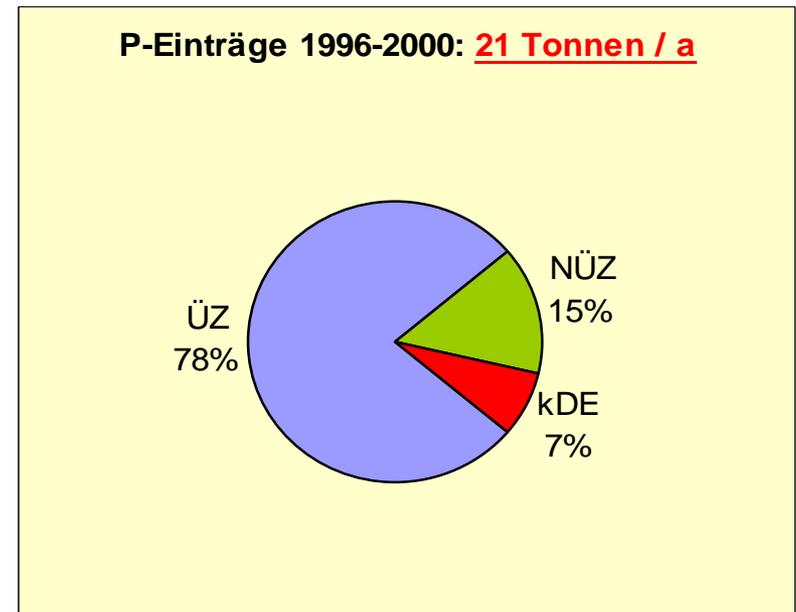
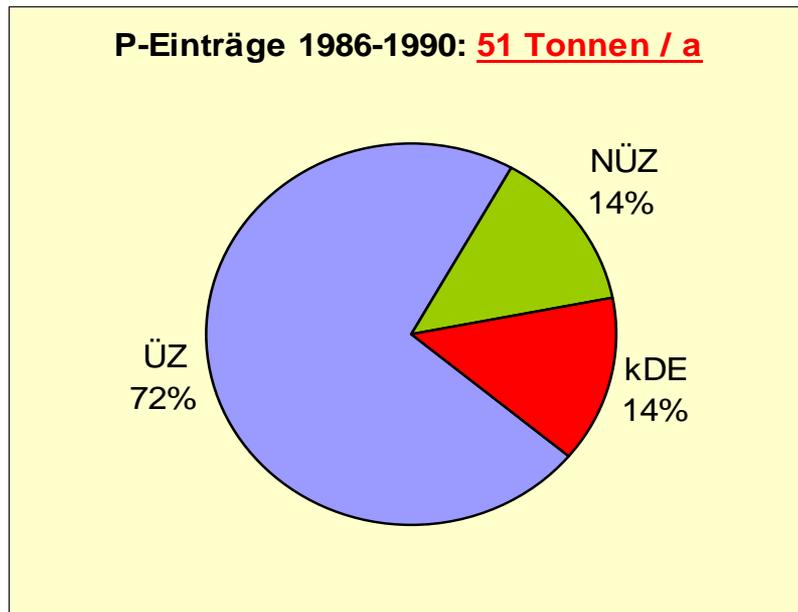


Abb. 88. Hypothetischer Verlauf der Eutrophierung im Barther Bodden. Der oligotrophe Abschnitt war durch einen umfangreichen Austausch mit der Ostsee gekennzeichnet und ist dem Entstehungszeitraum der DZBK zuzuordnen. Oligomesotroph dürfte der Barther Bodden bis zum Zeitpunkt der Abriegelung des Prerow-Stromes von der Ostsee im Jahre 1874 gewesen sein. Der erste „kritische Punkt“ wurde in den 1960er Jahren erreicht. Er ist verbunden mit dem Zusammenbruch der submersen Makrophyten im Westteil der DZBK. Im Barther Bodden (Ostteil) kennzeichnet dieser 1981 den Übergang zur Hypertrophierung. Der Rückgang der Belastung in den 1990er Jahren auf 35 % und die Dominanz des mikrobiellen Nahrungsgefüges stabilisieren den erreichten Zustand

Schiewer & Gocke, 1996

I-6 Landseitige P-Einträge seit 1986

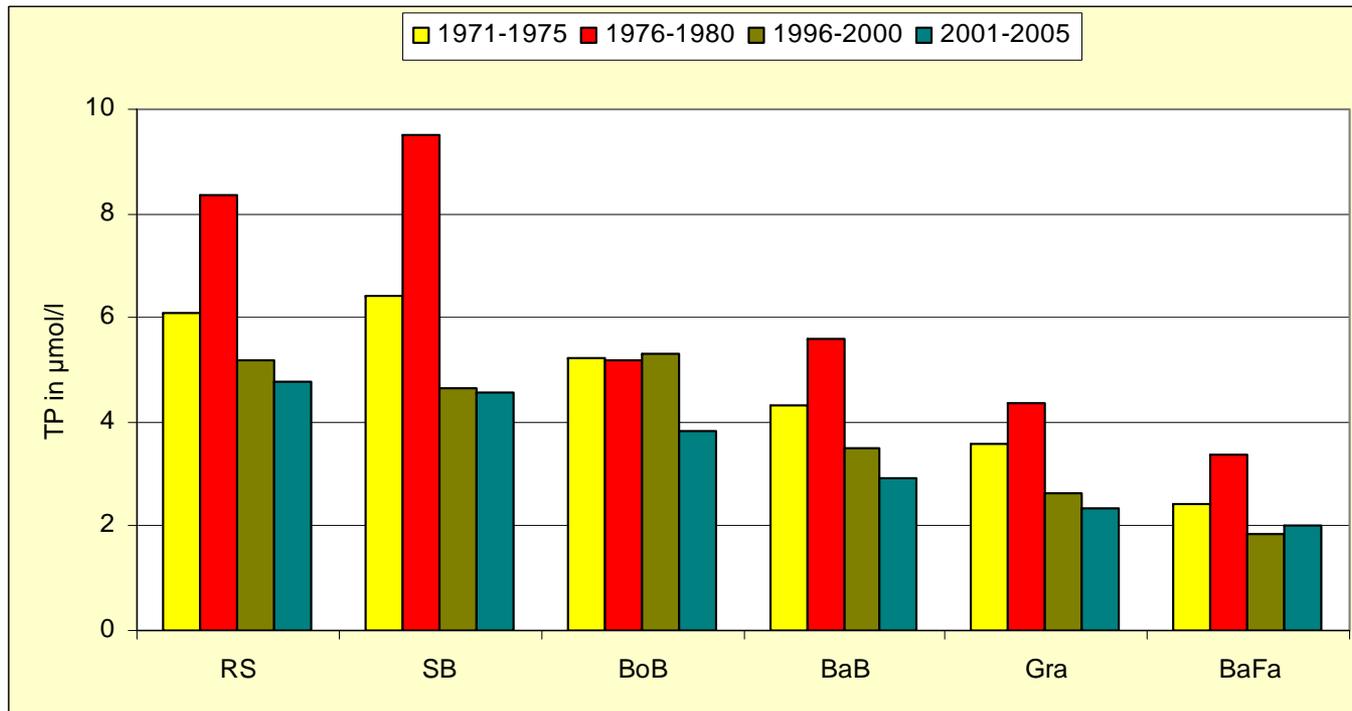
- die **Gesamteinträge** konnten durch den Neubau von Kläranlagen (KA) und die Senkung der P-Überschüsse auf den Landwirtschaftlichen Nutzflächen (LNF) **um ca. 60 % verringert** werden
- **Dominanz der Flusswassereinträge** (ÜZ: überwachte Zuflüsse, NÜZ: nichtüberwachte Z.) gegenüber den Einträgen aus kommunale Direkteinleiter (kDE)
- durch den KA-Aus- bzw. Neubau (z.B. Körkwitz, Barth und Wiek) ging deren Anteil an der Gesamtbelastung weiter zurück



I.-7 Entwicklung von Gesamt-P in den DZB

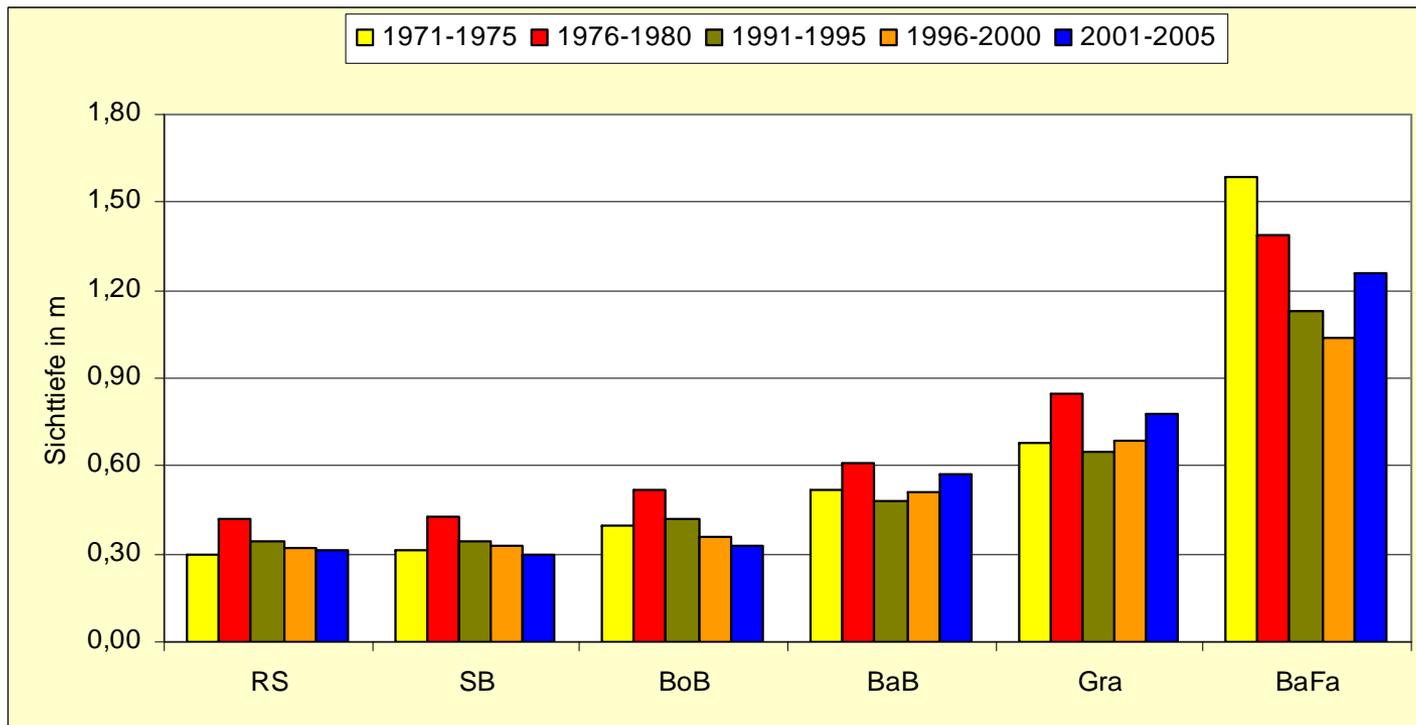
Bis zu 35-jährige Datenreihen zeigen für Gesamt-P folgende Entwicklung:

- starke Zunahme in den 70er Jahren v.a. in den durch Zuflüsse betroffenen Bodden
- drastische Abnahme in den 90er Jahren (Halbierung)



I.-8 Entwicklung der Sichttiefen in den DZB

- Die Sichttiefen haben sich seit Untersuchungsbeginn (1970) kaum verändert.
- Größere Veränderungen sind lediglich am Ausgang der Boddenkette, im Barther Fahrwasser, zu verzeichnen



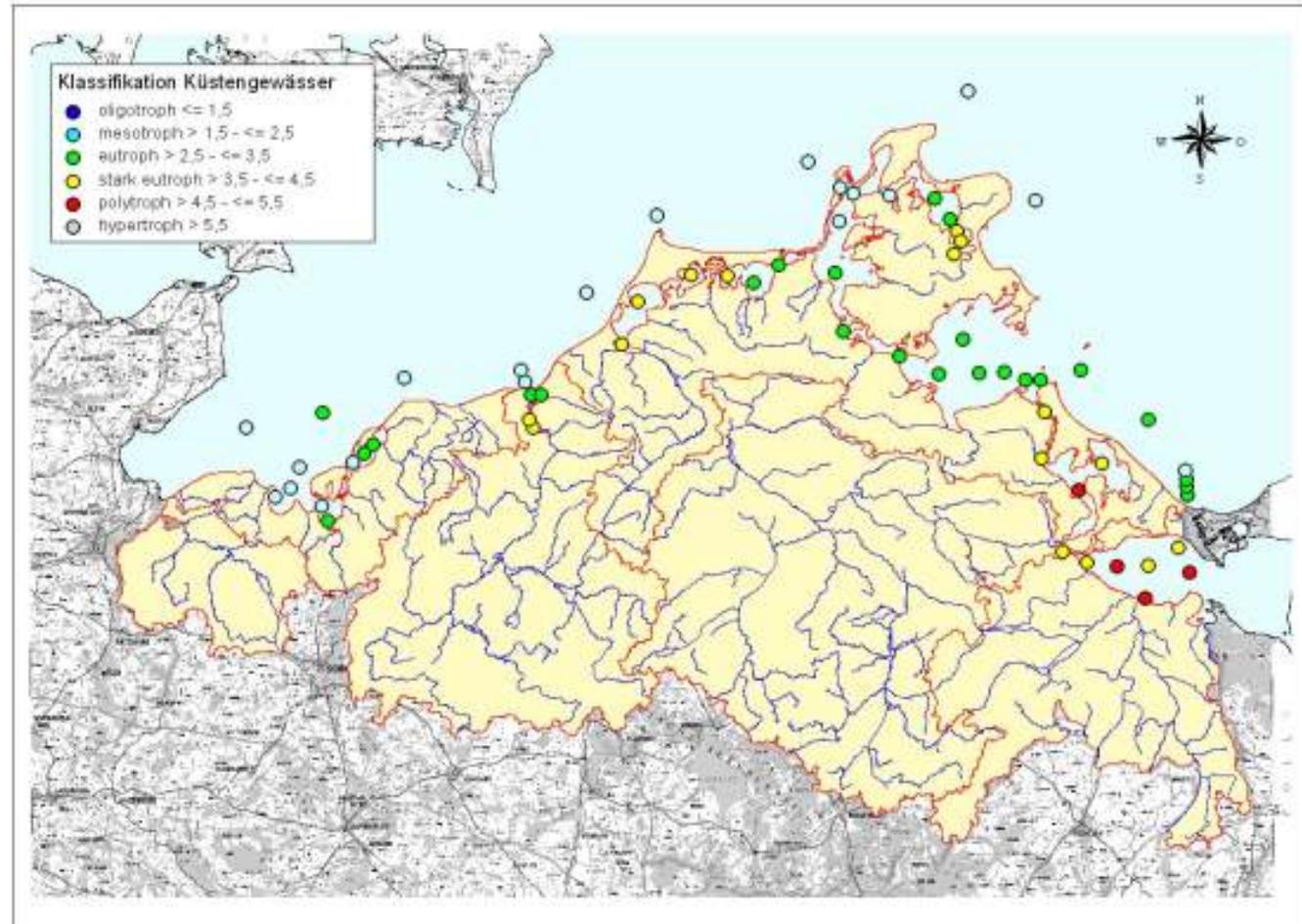
I-9 Trophieklassifikation der Küstengewässer nach MV-Richtlinie

Klassifikation erfolgt anhand folgender Parameter:
TP,(DIP),DIN,Chl-a,ST,SSI,
Ergebnisse sind **aggregierte Daten**,

Saaler, Bodstedter und Barther Bodden gehören zu den am stärksten von der Eutrophierung betroffenen Küstengewässern,

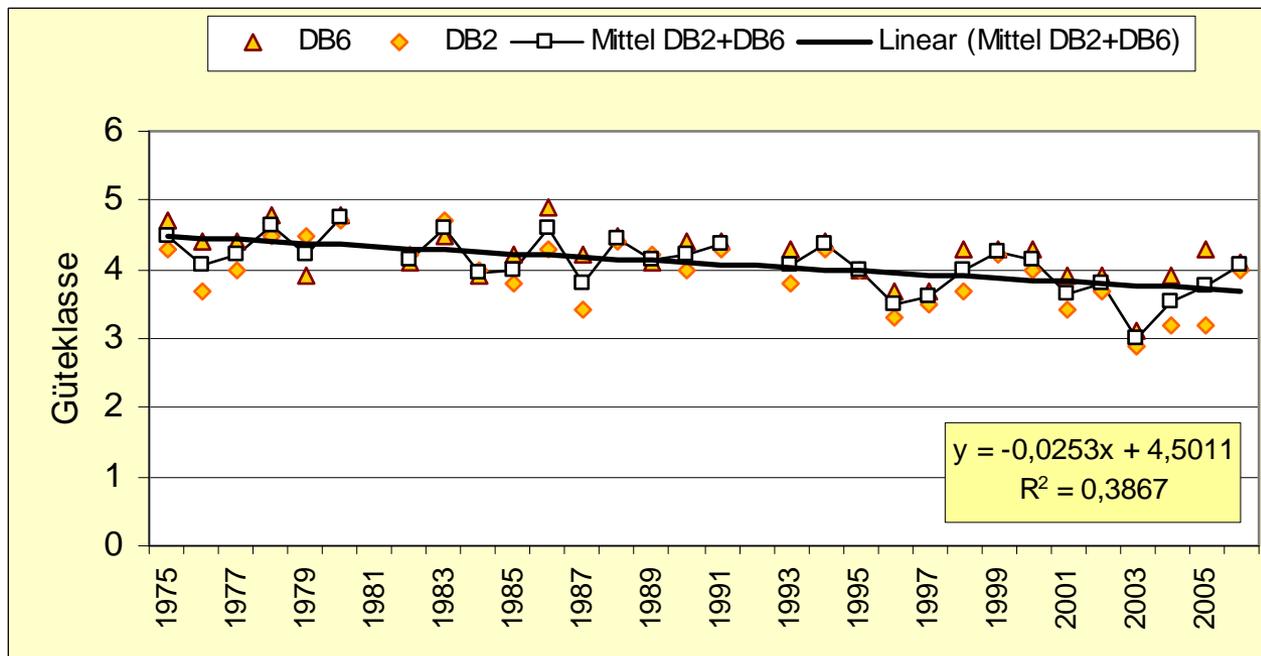
d.h. hier werden die höchsten Chlorophyll-a-Gehalte und die geringsten Sichttiefen gemessen,

dargestellt sind mittlere Güteklassen für 2001-2005



I.-10 Entwicklung der Güteklassen der äußeren DZB

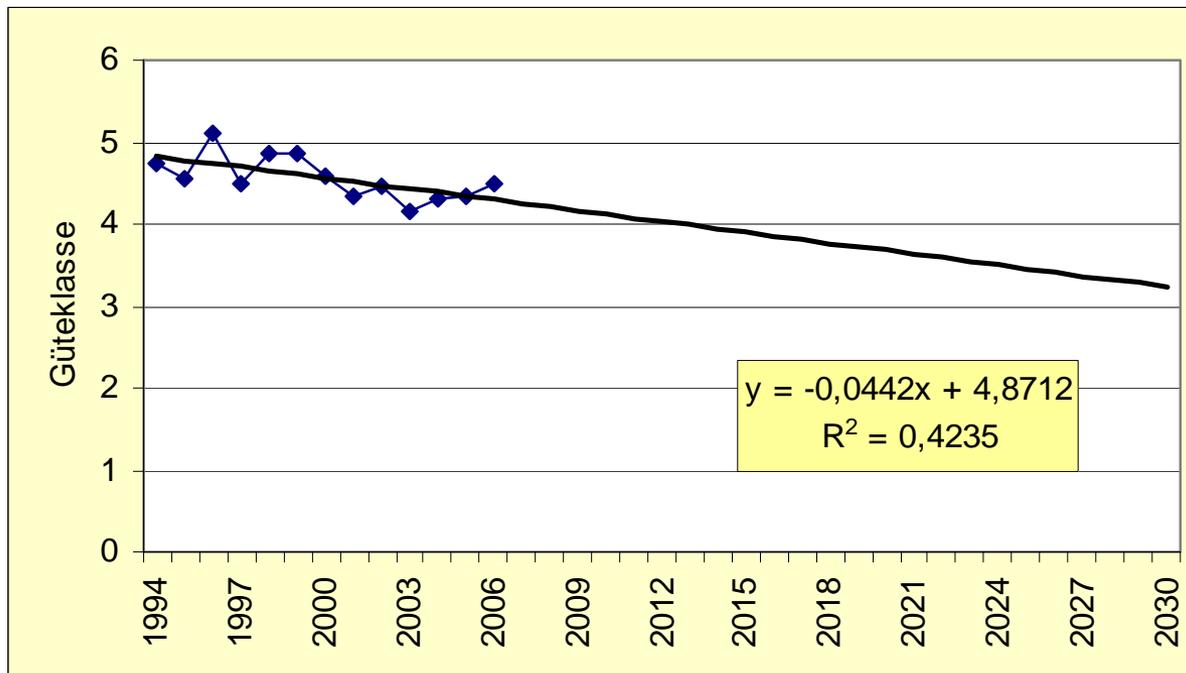
- geringfügiger Rückgang der Trophieklasse in Grabow und Barther Bodden in den zurückliegenden 32 Untersuchungsjahren von Klasse 4 - 4,5 (stark eutroph bis polytroph) auf 3,5 - 4 (stark eutroph)
- bei Beibehaltung des Trends der Zeitreihe 1975-2006 würde die Klasse 2 (mesotroph) theoretisch im Jahre 2054 erreicht; auf Basis des stärkeren Trends der Zeitreihe 1988-2006 wäre dies bereits 2045 zu erwarten



I.-11 Entwicklung der Güteklassen des Saaler Boddens

- im stärker eutrophierten Saaler Bodden wäre bei Beibehaltung des Trends der Zeitreihe 1994-2006 im Jahre 2056 mit dem Erreichen der Klasse 2 (mesotroph) zu rechnen

D.h. die Zielvorstellung der EU-WRRL wird ohne weitere Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffbelastung der DZB weder bis 2015 noch bis 2021 zu erreichen sein !



I.-12 Fazit zur Nährstoffbelastung und zur Gewässergüte

- die P-Einträge wurden in den letzten 15-20 Jahren mehr als halbiert
- damit verbunden ist eine deutliche Konzentrationsabnahme für Gesamt-Phosphor, einem wichtigen Steuerfaktor für die Trophie
- auf der Ebene der Trophieparameter Chlorophyll-a und Sichttiefe zeigen sich jedoch keine signifikanten Veränderungen
- verantwortlich hierfür ist das enorme P-Reservoir, welches sich in den vergangenen Jahrzehnten in den Sedimenten der DZB akkumuliert hat und welches in diesem Flachgewässer leicht remobilisierbar ist (kurzgeschlossene P-Kreisläufe)
- die ständige Verfügbarkeit von Phosphor und die unverändert schlechten Lichtverhältnisse sind dafür verantwortlich, dass sich die Trophielage der Bodden nur geringfügig verändert hat
- nach ersten Schätzungen würde die Güteklasse 2 (Mesotrophie) ohne weitere Sanierungsmaßnahmen erst zur Mitte dieses Jahrhunderts erreicht werden

II.-1 Ziele der EU-WRRL

Gemäß § 4 WRRL ist

a) eine Verschlechterung des Zustandes der Wasserkörper zu vermeiden

- das bedeutet u.a. den Prozess der Eutrophierung in den Küstengewässern zu stoppen

und

b) spätestens bis 2015 der guter Zustand der Wasserkörper zu erreichen.

- das bedeutet eine Umkehr des Eutrophierungsprozesses (Remesotrophierung)
- der guten Zustand gilt als erreicht wenn die biologischen Qualitätskomponenten (Phytoplankton, Makrophyten, Zoobenthos) dies indizieren
- zur Unterstützung werden Orientierungswerte für phys.-chemische Komponenten (Sauerstoff, Nährstoffe, Sichttiefe) herangezogen

II.-2 Abweichungen phys.-chem. und biolog. Komponenten in den DZB von Orientierungswerten für den guten Zustand

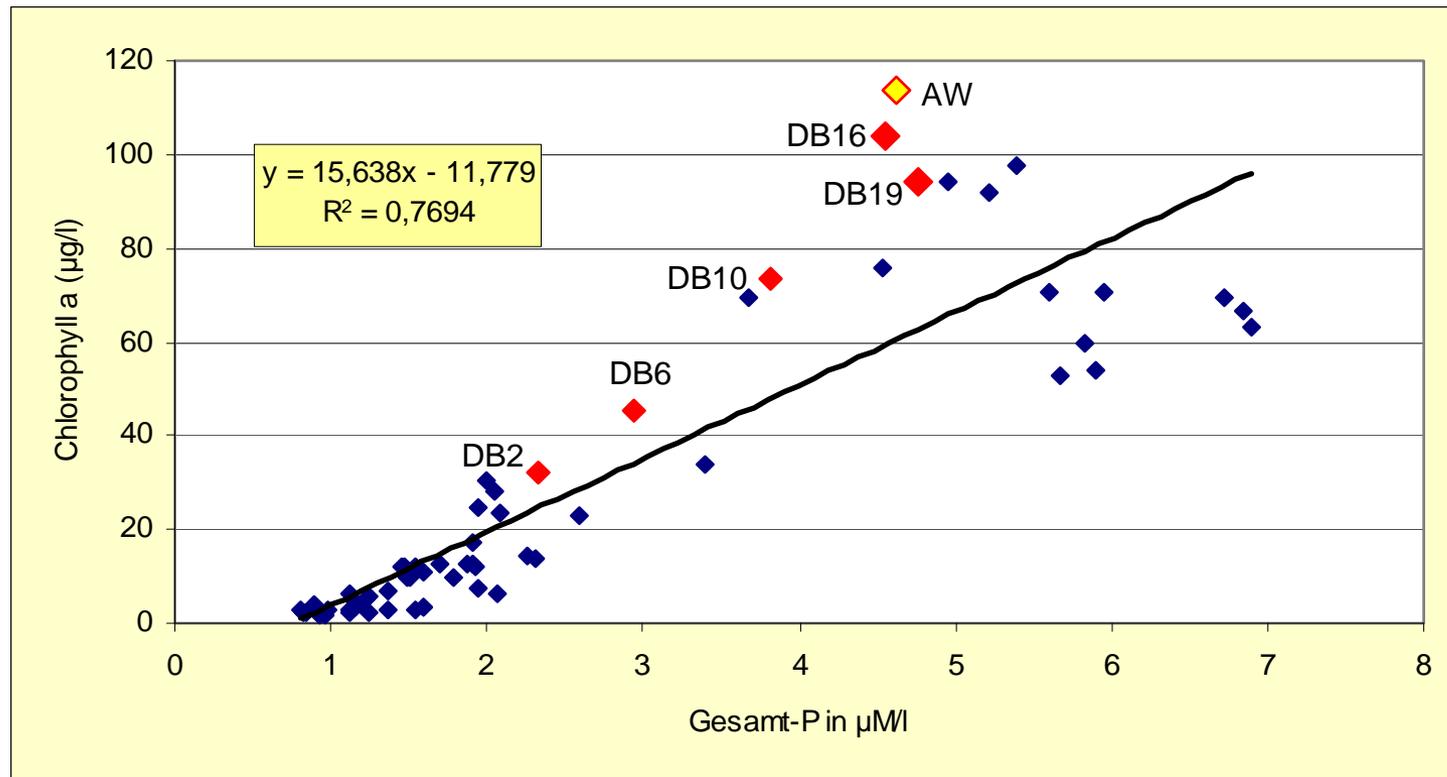
Gewässer	TP in $\mu\text{mol} / \text{l}$	TN in $\mu\text{mol} / \text{l}$	Chlorophyll a in $\mu\text{g} / \text{l}$	Sichttiefe in m
Orientierungswerte ¹⁾	0,5 - 0,9	12 - 20	1,6* / 10-20**	8,5* / 4-6**
Grabow	2,3	79	32	0,78
Barther Bodden	2,9	110	46	0,57
Bodstedter Bodden	3,8	156	74	0,33
Saaler Bodden	4,6	210	100	0,30

¹⁾ Orientierungswerte nach LAWA 2007 (TP,TN) sowie *HELCOM EUTRO 2005 und **Schubert 2003

Für die einzelnen Bodden sind die Mittelwerte 2001-2005 angegeben.

II.-3 Zusammenhang zwischen Gesamt-P und Chlorophyll a

Zwischen GP und Chl-a (sowie GN und Chl-a) existiert ein signifikanter Zusammenhang.

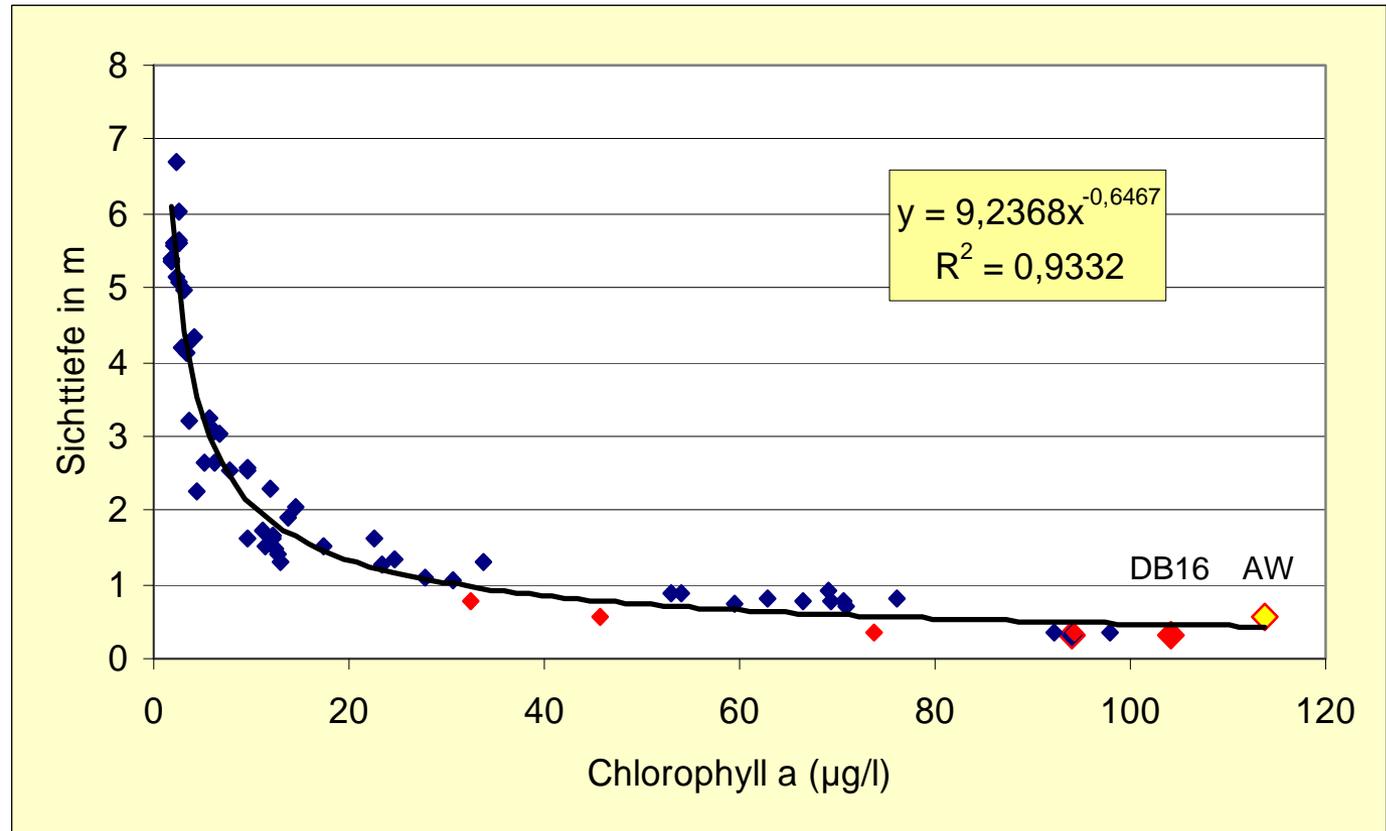


Korrelation der Mittelwerte 2001-2005 von 63 Messstellen des Küstengewässer-Monitoring

II-4 Zusammenhang zwischen Chlorophyll a und Sichttiefe

Erst ab mittleren Chlorophyll-a-Gehalten $\ll 20 \mu\text{g/l}$ ist eine deutliche Zunahme der Sichttiefen in den Küstengewässern MVs (n=63) zu verzeichnen.

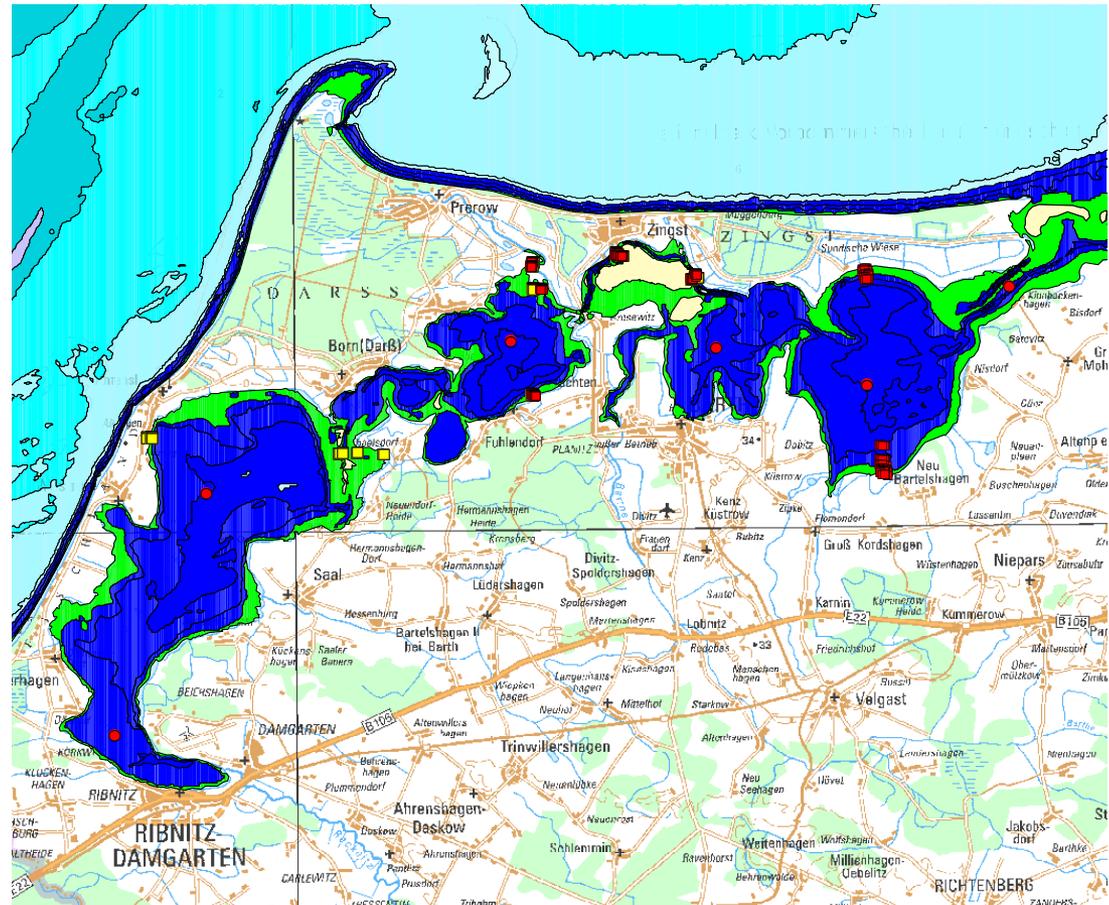
Sichttiefen von 4-6 m werden erst ab einem mittl. Chlorophyll-a-Gehalt von $< 5 \mu\text{g/l}$ erreicht !!!



Korrelation der Mittelwerte 2001-2005 von 63 Messstellen des KG-Monitoring

II.-5 Gegenwärtiger Makrophytenbestand in den planktondominierten DZB

- Makrophyten sind gegenwärtig nur in den flachen und schmalen Randzonen der DZB anzutreffen (grün eingefärbte Gebiete in nebenstehender Karte)
- die jahrzehntelange überhöhte Nährstoffzufuhr führte zu einer drastischen Zunahme des Phytoplanktons; in deren Folge der Makrophytenbestand deutlich zurückging und sich die Lichtverhältnisse drastisch verschlechtert haben

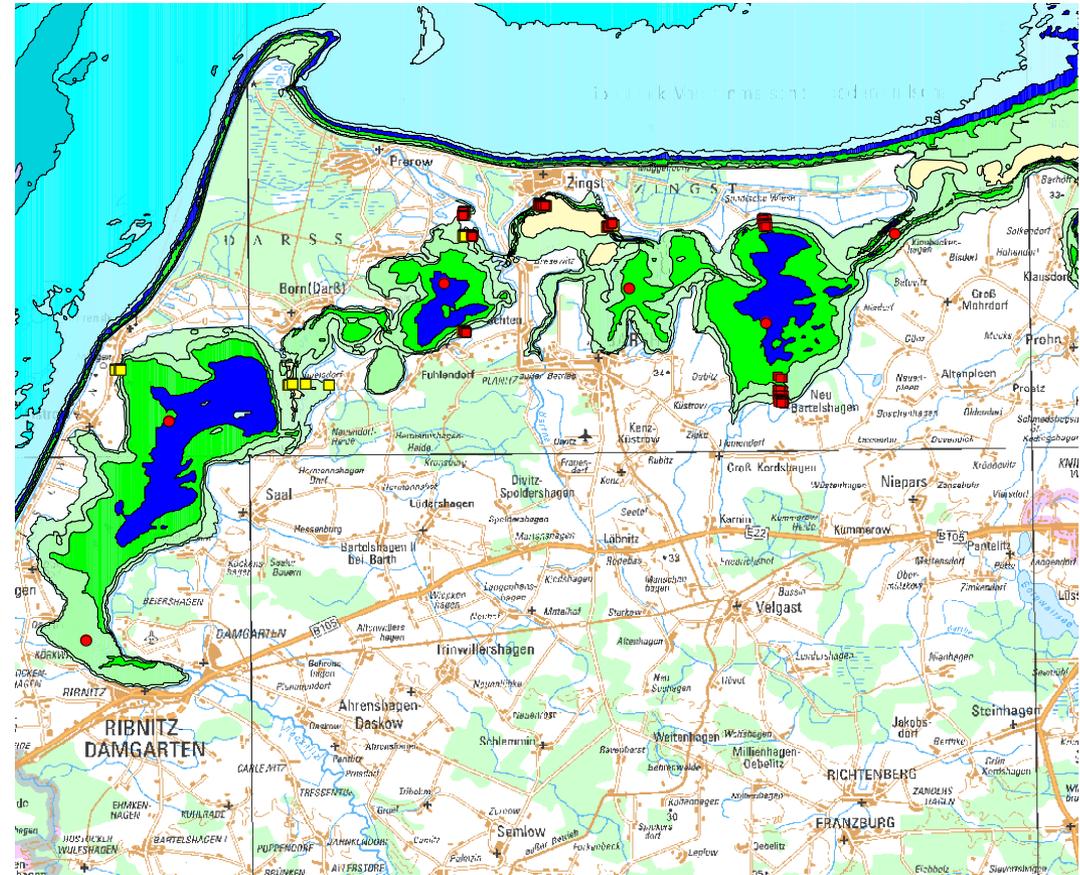


II.-6 Makrophytenbestand bei gutem Zustand der DZB

Die Wiederansiedlung bzw. Ausbreitung der Makrophyten in die in nebenstehender Karte grün gekennzeichneten Gebiete ist von den Licht- und Substratverhältnissen abhängig.

Problem:

Die Lichtverhältnisse werden nicht nur durch das Plankton sondern mittlerweile auch durch das feinkörnige Sediment (Schlick) gesteuert. Der Verlust der Makrophyten hat zur Instabilisierung der Sedimente geführt.



III.-1 Was ist das Ziel und was kann getan werden, um dieses Ziel zu erreichen ?

Ziel der Boddensanierung

Ziel von Sanierungs- und ggfs. auch Restaurierungsmaßnahmen ist die Rückführung des Ökosystems in einen Zustand, der nur wenig vom natürlichen Referenzzustand abweicht. Der natürliche Referenzzustand für die DZB ist nach Schiewer (1996) der oligotrophe Zustand. Als Leitbild wird der **mesotrophe Zustand** angesehen.

Grundsatz

Sanierung des Einzugsgebietes geht vor Restaurierung.

D.h. erst müssen die primären (landseitigen) Belastungen auf ein Maß zurückgeführt werden, die den guten Zustand erwarten lassen. Erst wenn dies erfolgt ist und absehbar ist, dass diese Maßnahmen nicht ausreichen, um den guten Zustand zu erreichen, sind Restaurierungsmaßnahmen (Maßnahmen zur Reduzierung sekundärer, gewässerinterner Belastungen) in Betracht zu ziehen.

III.-2 Phosphor als Steuergröße für die Trophie der DZB

Die Entfernung von Phosphor aus den DZB ist entscheidend für den Erfolg der Boddensanierung.

Bis in die 90er Jahre fand erhebliche P-Akkumulation in der DZB statt, die mit sehr hohen Nettoflächenbelastungen verbunden war und zur beschleunigten Eutrophierung führte. Aufgrund der deutlichen Verringerung der landseitigen P-Einträge konnte Ende der 1990er Jahre erstmals ein Ausgleich zwischen Ein- und Austrägen erreicht werden (siehe Tabelle).

Damit ist dem Verschlechterungsverbot nach WRRL Rechnung getragen worden.

	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000
P-Akkumulation in t / a	189	103	41	-5
P-Nettoflächenbelastung in g / m² / a	0,96	0,55	0,22	-0,03

Die Angaben für 1981-1985 stammen von Schlungbaum aus Schiewer 1985, alle anderen von Bachor 2004.

III.-3 Wie kann eine Remesotrophierung der DZB erreicht werden ?

- Eine ausgeglichene P-Bilanz kann zwar die weitere Eutrophierung (Hypertrophierung) in der DZB stoppen, für eine Umkehr dieses Prozesses (Remesotrophierung) reicht sie nicht aus.
- Dazu sind weitere **Maßnahmen** erforderlich.
 - **weitere Senkung der landseitigen (externen) P-Belastung**,
den Bodden wird weniger an Phosphor zugeführt, als durch den Austrag in die Ostsee abgeführt wird; Effekt: langfristige Abnahme der internen P-Belastung insbesondere durch „Ausräumeffekte“
 - **Senkung der internen P-Belastung** durch P-Fällung und „sediment-capping“ und/oder durch gezielte Entnahme rezenter phosphatreicher Sedimente
schnelle Abnahme des P-Angebotes und damit schnellere Erreichung der guten Zustandes

III.-4 Handlungsempfehlungen

- **Durchsetzung weiterer Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet, wie**
 - Senkung der diffusen Stoffeinträge in die Boddenzuflüsse und Bodden (z.B. durch Förderung naturnaher Grünlandnutzung; Förderung des ökologischen Landbaus; Drainmanagement; Schaffung natürlicher Retentionsflächen auf verbliebenen Überflutungsflächen bzw. Polderflächen, wie Fischlandwiesen, Borner Werre, Saaler Bachmündung, Polder nördlich ehem. Militärflugplatz Pütnitz
 - Verbesserung der Fließgewässerstruktur der Boddenzuflüsse mit dem Ziel die Nährstoffrückhaltefunktion dieser Gewässer zu verbessern bzw. wieder herzustellen

- **Durchführung eines Pilotprojektes** vor Umsetzung des vorliegenden „Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzeptes“

III.-5 Wozu ein Pilotprojekt ?

- viele Restaurierungsprojekte im limnischen Bereich sind gescheitert, weil auf eine Entphosphatierung aus Kostengründen verzichtet wurde
- in der Studie ist zwar eine P-Fällung des Baggergutmaterials vorgesehen, jedoch liegen u.W. diesbezüglich keine Erfahrungen vor (P-Fällungen wurden bisher im Gewässer oder im Zu- bzw. Ablauf von Wasser durchgeführt)
- in den Stellungnahmen zum vorgelegten Konzept sind weitere Probleme und Fragen aufgeworfen worden, die i.R. eines Pilotprojektes geklärt werden sollten (z.B. zur mechanischen Stabilität, Absetzverhalten und Abbau des Schlickes in einer Habitatinsel)
- ein solches Pilotprojekt könnte möglicherweise mit den Unterhaltungsbaggerungen durch das WSA im Ribnitzer See gekoppelt und dadurch kostengünstig gestaltet werden (z.B. sind Praxisversuche im/am Spülfeld Körkwitz oder auf dem Gelände des ehemaligen Militärflugplatzes Pütnitz denkbar)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Einiges ist getan, aber es bleibt noch viel zu tun, um den guten Zustand in diesen landschaftlich reizvollen Bodden zu erreichen !



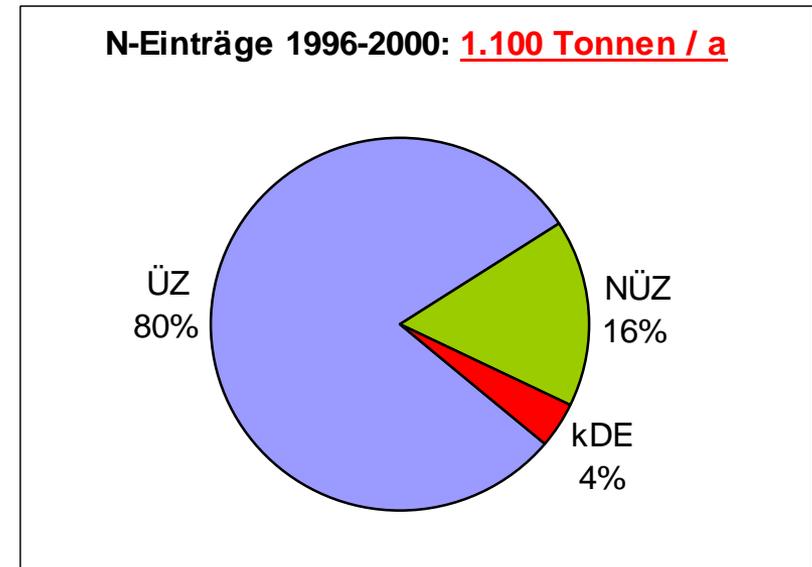
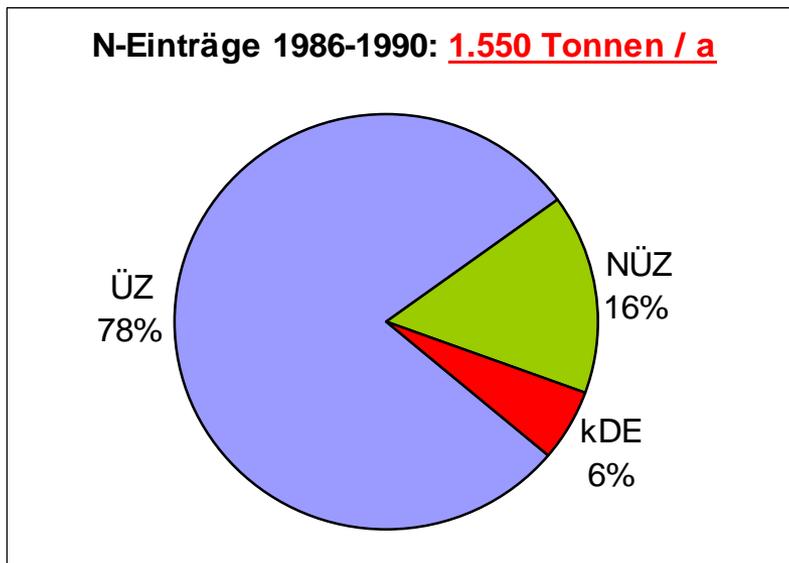
Fotos: Kleeberg

Platzhalter u. weitere Folien, die für die Diskussion genutzt werden könnten

Entwicklung des landseitigen N-Eintrages in die DZB seit 1990

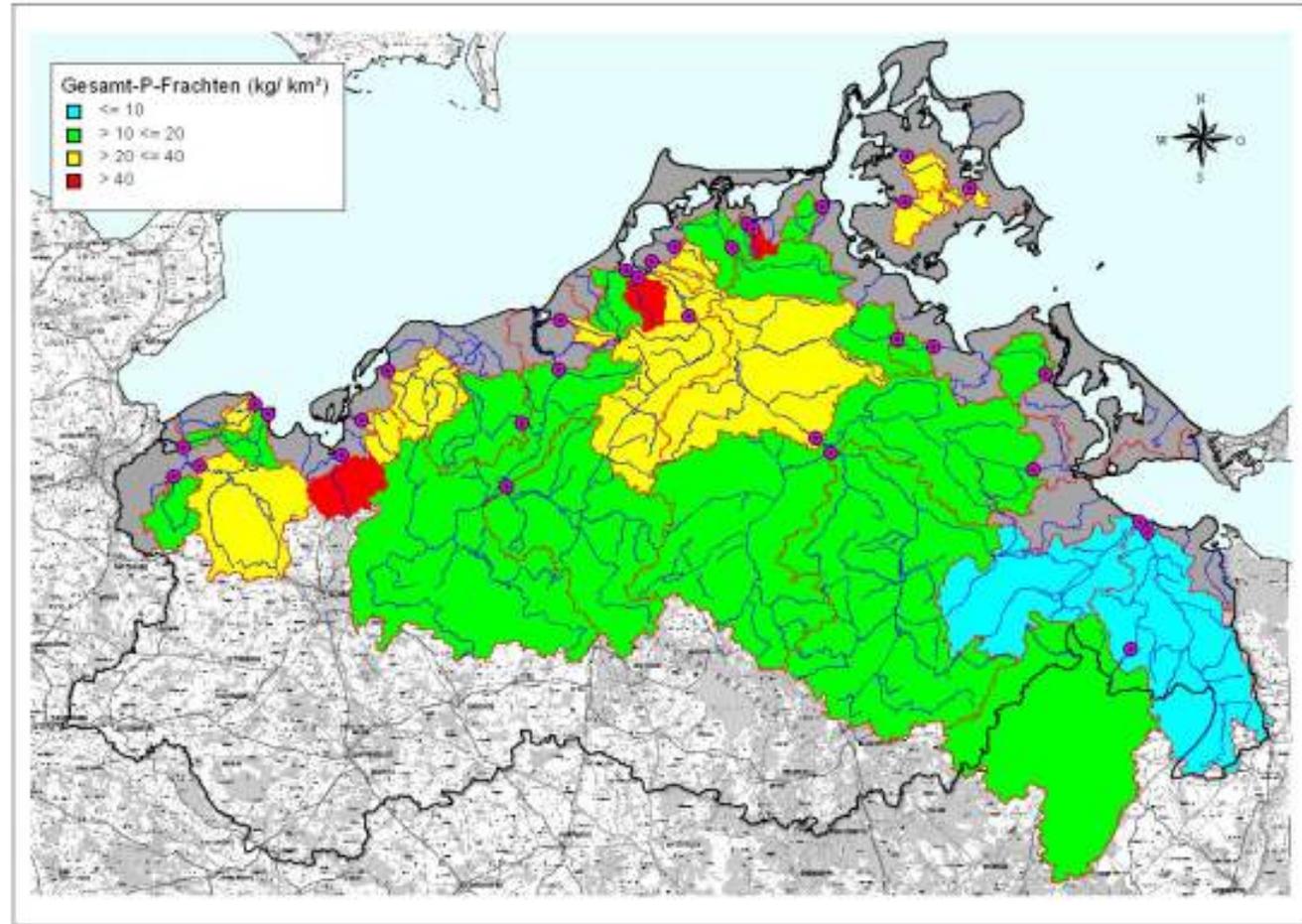
Die landseitigen N-Einträge werden noch stärker durch die Frachten der Boddenzuflüsse dominiert. Der Eintrag über die kommunalen Direkteinleiter (kDE) macht nur 4 - 6 % des gesamten landseitigen N-Eintrages aus. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass der Eintrag über die bisher nicht überwachten Zuflüsse (NÜZ) unterschätzt wurde (siehe nächste Folie).

Insgesamt wurde der landseitige N-Eintrag nur um 30 % reduziert. Das Ziel der HELCOM wurde hier somit nicht erreicht.



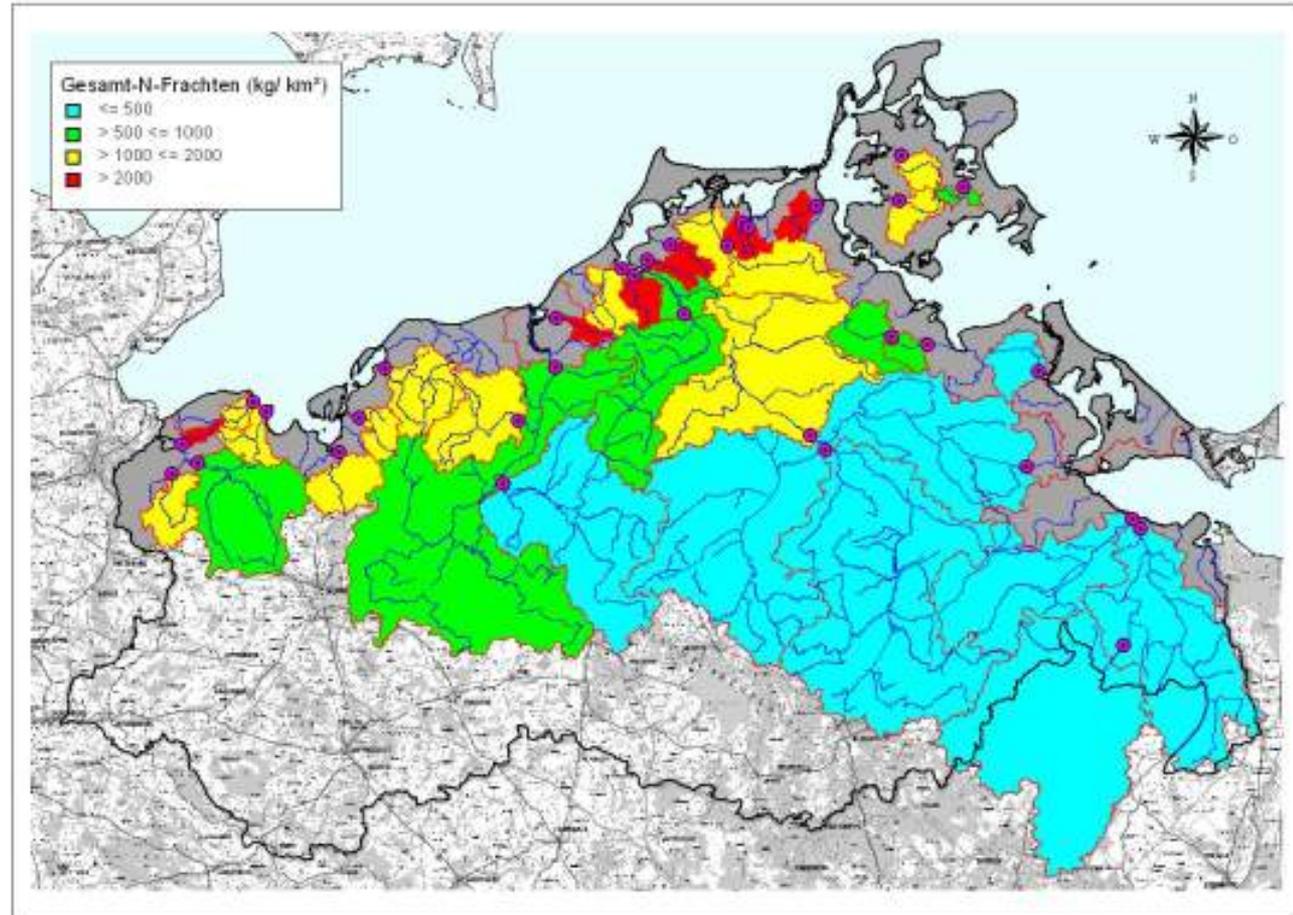
Flächenspezifische GP-Frachten von Ostseezuflüssen MVs 2006

Die auf das Einzugsgebiet bezogenen GP-Frachten der Ostseezuflüsse zeigen starke regionale Unterschiede. In Gewässern, in denen der LAWA-Orientierungswert von 0,1 mg/l eingehalten wird, wie in Zarow und Uecker, werden die geringsten spez. Frachten realisiert. Deutlich höhere spez. P-Frachten sind in kleinen Bächen festzustellen (Wallensteingraben, Klosterbach, Zipker Bach).

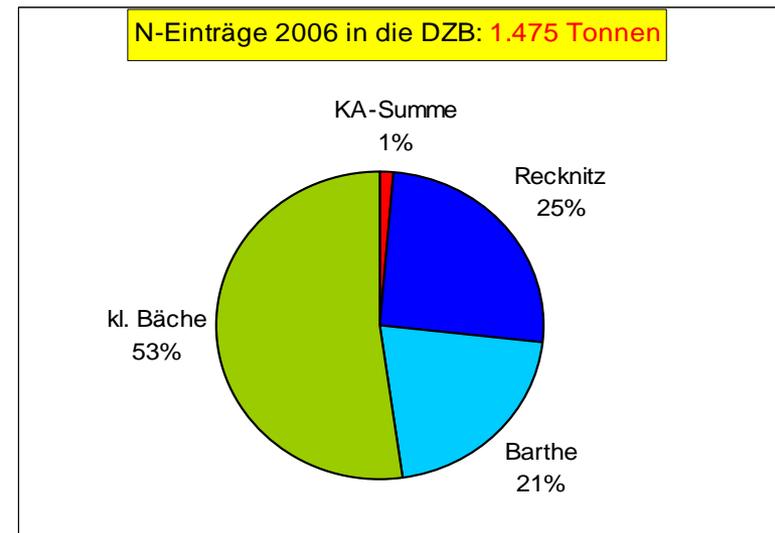
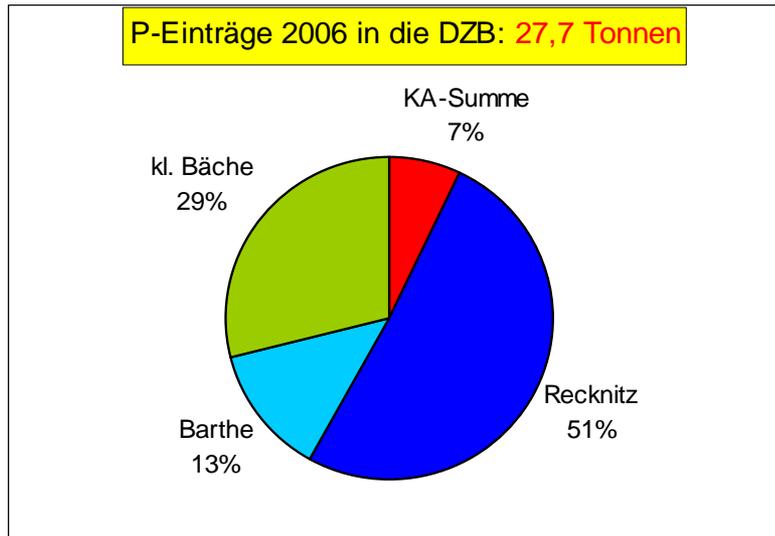


Flächenspezifische GN-Frachten von Ostseezuflüssen MV 2006

Bei GN fallen die hohen spez. Frachten in den Küstenbächen der Darß-Zingster Bodden ins Auge. In diesen kleinen Bächen wird der LAWA-Orientierungswert von 3 mg/l deutlich überschritten. Bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet der Bodden werden durch diese Bäche überproportional hohe N-Einträge realisiert.



N- und P-Einträge in die DZB im Jahre 2006



Für die DZB wurden bei der Bilanzierung der Nährstoffeinträge 2006 die Frachten eine Reihe kleineren Küstenbäche (Körkwitzer Bach, Klosterbach, Templer Bach, Saaler Bach, Uhlenbäk, Zipker Bach) erstmals gesondert ausgewiesen. Die oben dargestellten Tortendiagramme dokumentieren die Bedeutung dieser Bäche in der Gesamtbilanz der DZB.

Ein Drittel der P- und die Hälfte der N-Einträge wird gegenwärtig durch die Frachten kleiner Küstenbäche in die Bodden eingetragen !!!