



HGN Hydrogeologie GmbH  
Grimmelallee 4  
D-99734 Nordhausen  
Tel.: 0 36 31 – 657-0  
Fax: 0 36 31 – 60 07 16  
E-Mail: info@hgn-online.de  
Internet: www.hgn-online.de



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

## **Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im grenzüberschreitenden Flussgebietsmanagement Republik Litauen – Russische Föderation (Gebiet Kaliningrad)**

**FKZ 380 01 103**

(Komm.-Nr. 5.16.001.4.1)

**Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**

Nordhausen, 15.03.2006

Dr. N. Meinert  
Projektleiter

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung .....	5
2	Oberflächenwasser .....	7
2.1	Empfehlungen für das Qualitätsziel „guter Zustand“ .....	7
2.1.1	Grundlagen .....	7
2.1.2	Ökologischer Zustand .....	9
2.1.3	Chemischer Zustand .....	17
2.2	Ermittlung gefährdeter Wasserkörper .....	19
2.2.1	Grundlagen .....	19
2.2.2	Gefährdung von Wasserkörper durch Punktquellen .....	20
2.2.3	Gefährdung von Wasserkörper durch diffuse Quellen .....	21
2.2.4	Gefährdung von Wasserkörper durch hydromorphologische Belastungen .....	22
2.2.5	Übersicht über die gefährdeten Wasserkörper im Pilotgebiet .....	27
2.3	Methodik zur Ermittlung von HMWB .....	28
2.4	Empfehlungen für das Oberflächenwassermonitoring .....	33
2.4.1	Grundlagen .....	33
2.4.2	Überblicksüberwachung .....	34
2.4.3	Operative Überwachung .....	38
2.4.4	Überwachung zu Ermittlungszwecken .....	40
2.4.5	Grenzüberschreitendes Monitoring .....	40
3	Grundwasser .....	41
3.1	Ermittlung des Stoffeintrages über Draingen und Grundwasser am Beispiel Minija Kartena .....	41
3.2	Grenzüberschreitende Entnahmen im Bereich Pagegiai und Sovetsk / Neman .....	47
3.3	Empfehlungen für das Grundwassermonitoring .....	50
4	Wirtschaftliche Analyse .....	56
4.1	Erfassung und Bewertung von Wassernutzungen im Pilotgebiet .....	56
4.2	Ermittlung des Kostendeckungsgrades am Beispiel der Kurischen Nehrung .....	61
4.3	Ableitung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen am Beispiel der Sysa .....	63
5	Ableitung von Maßnahmen für das Haff .....	74
5.1	Charakterisierung des derzeitigen Zustands .....	74
5.2	Voraussetzung zur Festlegung von Maßnahmen .....	74
5.3	Potenzielle Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Nährstoffeinträge .....	76
5.4	Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge aus Punktquellen .....	77
5.5	Zusammenfassung der möglichen Maßnahmen zur Verbesserung des Zustands im Kurischen Haff .....	78

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Elemente des guten Zustandes der Oberflächengewässer .....	7
Abbildung 2	Durch Punktquellen gefährdete Wasserkörper.....	20
Abbildung 3	Durch diffuse Quellen gefährdete Wasserkörper .....	21
Abbildung 4	Durch Abflussregulierungen gefährdete Wasserkörper.....	22
Abbildung 5	Durch Abflussregulierungen gefährdete Wasserkörper (ohne Minija Querbauwerk).....	23
Abbildung 6	Durch morphologische Veränderungen (Tiefe/Breite > 0,25) gefährdete Wasserkörper .....	24
Abbildung 7	Durch morphologische Veränderungen (> 70 % der Fließstrecke eines Gewässers sind kanalisiert) gefährdete Wasserkörper.....	25
Abbildung 8	Durch morphologische Veränderungen (Deiche, Polder und Schifffahrt) gefährdete Wasserkörper.....	26
Abbildung 9	Gefährdete Wasserkörper im Pilotgebiet.....	27
Abbildung 10	Einzelschritte zur vorläufigen Einstufung erheblich veränderter Wasserkörper (nach CIS-Leitfaden zur Identifizierung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern) .....	29
Abbildung 11	Einzelschritte für die Ausweisung von erheblich veränderten Wasserkörpern (nach CIS-Leitfaden zur Identifizierung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern) .....	32
Abbildung 12	Messstellen Überblicksüberwachung .....	37
Abbildung 13	Operative Überwachung im Einzugsgebiet der Sysa .....	39
Abbildung 14	Einzugsgebiet der Messstelle Minija-Kartena.....	41
Abbildung 15	Täglicher Abfluss der Minija (Kartena) mit Abtrennung des grundwasserbürtigen Abflusses .....	43
Abbildung 16	Abhängigkeit der N-Konzentration vom Abfluss .....	44
Abbildung 17	Abhängigkeit der N-Fracht vom Abfluss .....	44
Abbildung 18	Abhängigkeit der P-Konzentration vom Abfluss .....	45
Abbildung 19	Abhängigkeit der P-Fracht vom Abfluss .....	45
Abbildung 20	Grenzüberschreitende Grundwasserentnahmen im Gebiet Pagegiai, Sovetsk und Neman .....	47
Abbildung 21	Schematischer geologischer Schnitt im Bereich der grenzüberschreitenden Entnahmen.....	48
Abbildung 22	Hydrogeologisches Regime.....	49
Abbildung 23	Grundwassermessstellen im Pilotgebiet.....	54
Abbildung 24	Einleitungen im Pilotgebiet (2001).....	57
Abbildung 25	Einleitungen im Pilotgebiet .....	58
Abbildung 26	Wasserentnahmen im Pilotgebiet (2001) .....	59
Abbildung 27	Anteil der Beschäftigten für verschiedene Wirtschaftskreise.....	60
Abbildung 28	Kostenstruktur für kommunale Wasserdienstleistung .....	62
Abbildung 29	Ablauf zur Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination .....	64
Abbildung 30	Signifikante Belastungen für den Wasserkörper Sysa .....	65

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht über die biologischen Kenngrößen gemäß WRRL.....	7
Tabelle 2	Hydromorphologische Qualitätskomponenten.....	8
Tabelle 3	Chemische und chemisch-physikalische Qualitätskomponenten.....	8
Tabelle 4	Charakteristika der inneren Küstengewässer der Ostsee (Deutschland).....	10
Tabelle 5	Bewertungsschema für Küstengewässer 5-10 PSU (Deutschland).....	11
Tabelle 6	Bewertung der Gewässerqualität auf der Basis von Makrophyten (Deutschland).....	12
Tabelle 7	Bewertungstabelle für die inneren Küstengewässer der Ostsee (Deutschland).....	13
Tabelle 8	Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen zur Einstufung des ökologischen Zustands.....	14
Tabelle 9	Chemische Qualitätskomponenten.....	18
Tabelle 10	Belastungskategorien der gefährdeten Wasserkörper.....	28
Tabelle 11	Messfrequenzen der spezifischen Schadstoffe für den ökologischen und chemischen Zustand.....	35
Tabelle 12	Messfrequenzen für biologische und unterstützende Komponenten.....	36
Tabelle 13	Ermittelte Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich drainierten Flächen in t/a.....	42
Tabelle 14	Berechnete und gemessene Frachten in t/a.....	46
Tabelle 15	Grundwasserentnahmemengen.....	48
Tabelle 16	Hydrochemische Charakterisierung des Grundwassers.....	50
Tabelle 17	Staatliche Messstellen zur Beobachtung des Grundwasserstands.....	53
Tabelle 18	Staatliche Messstellen zur Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit.....	53
Tabelle 19	Entwicklung der Bevölkerung und Tourismus in Neringa.....	61
Tabelle 20	Kosten und Erlös pro m <sup>3</sup> Trink- und Abwasser.....	62
Tabelle 21	Auswahl der identifizierten Belastungen.....	66
Tabelle 22	Herleitung und Priorisierung der Wirksamkeit von Maßnahmen.....	67
Tabelle 23	Klassifizierungsschlüssel.....	67
Tabelle 24	Ökologische Wirksamkeit von Maßnahmenkombinationen.....	68
Tabelle 25	Kostenschätzung für die Maßnahmenkombinationen.....	72
Tabelle 26	Ableitung kosteneffizienteste Maßnahmenkombination für die Sysa.....	73
Tabelle 27	Direkte und Indirekte Maßnahmen für Verbesserung Gewässersituation im Kurischen Haff.....	78

## Anlagenverzeichnis

1	Water Management Institute
2	Marine Research Centre

## 1 **Veranlassung**

Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL) ist mit der Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften am 22.12.2000 in Kraft getreten. Die Republik Litauen ist seit dem 1. Mai 2004 Mitglied der Europäischen Union. In diesem Zusammenhang müssen die Voraussetzungen für die Umsetzung der WRRL geschaffen werden. Die WRRL fordert für grenzüberschreitende Gewässereinzugsgebiete auch die Abstimmung mit Nicht-EU-Mitgliedsstaaten (Artikel 13).

Hierbei unterstützt das Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit die Republik Litauen mit diesem Forschungsvorhaben in dem grenzüberschreitenden Pilotgebiet des Unteren Nemunas und der Minija zur Russischen Föderation – Gebiet Kaliningrad.

Die Bearbeitung des Pilotprojektes erfolgte in zwei Phasen. Im Rahmen der Projektphase I wurde versucht, folgende Teilaufgaben zur Umsetzung der WRRL zu lösen. Die Umsetzung erfolgte dabei ausschließlich auf der Basis verfügbarer Informationen bzw. Daten.

1. Vergleichende Analyse der Wassergesetze Litauens und der Russischen Föderation mit Bezug auf die relevanten international geltenden Rechtsgrundlagen mit Schlussfolgerungen für die rechtliche Gestaltung des grenzüberschreitenden Flussgebietsmanagements
2. Ermittlung der signifikanten Einflüsse aus menschlichen Tätigkeiten auf die Oberflächengewässer gemäß WRRL
3. Erfassung, Darstellung und Bewertung der signifikanten Einflüsse von russischem Territorium auf die grenzüberschreitenden Gewässer Unterer Nemunas und Kurisches Haff
4. Durchführung der erstmaligen Beschreibung für Grundwasser flächendeckend für das Pilotgebiet sowie die weitergehende Beschreibung für zwei ausgewählte Grundwasserkörper (GWK)
5. Erstellung eines Verzeichnisses der Schutzgebiete gemäß Artikel 6 und Anhang IV der WRRL

Die Ergebnisse der Projektphase I wurden mit dem Bericht vom 29.06.2004 vorgelegt, bestehend aus:

- Überblick zur Projektbearbeitung und Dokumentation des Schlussberichtes;
- Teil I – Comparison of the water laws of Lithuania and the Russian Federation relating to the WFD vom 21.05.2004;
- Teil II – Fachtechnischer Abschlussbericht zur Umsetzung der WRRL im grenzüberschreitenden Pilotgebiet Litauen / Russische Föderation, Projektphase I Unterer Nemunas / Kurisches Haff vom 29.06.2004

Aus den erzielten Projektergebnissen der Phase I wurde die Aufgabenstellung der zweiten Projektphase in Abstimmung mit dem litauischen Umweltministerium entwickelt. Die nachfolgenden Aufgaben wurden im Rahmen der Phase II des Projektes bearbeitet.

### *Oberflächenwasser*

- Übernahme der abgegrenzten und typisierten Wasserkörper für das Pilotgebiet vom Umweltministerium Litauens und Identifizierung der gefährdeten Wasserkörper auf der Basis der in der Projektphase I ermittelten signifikanten Belastungen und der Daten aus dem Gewässermonitoring.
- Darstellung der methodischen Vorgehensweise zur Ermittlung der künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper an einem ausgewählten Gewässer als Grundlage für die landesweite Umsetzung.
- Empfehlungen für das Umweltqualitätsziel "guter Zustand" für die Wasserkörper im litauischen Teil des Pilotgebietes
- Untersuchung zur Wechselwirkung/Auswirkung landwirtschaftlicher Drainagen – flacher Grundwasserleiter auf den diffusen Stoffeintrag in die Oberflächengewässer an einem Beispielgebiet
- Empfehlungen für das Oberflächenwassermonitoring unter Berücksichtigung der grenzüberschreitenden Gewässer
- Ableitung von möglichen Maßnahmen und langfristigen Handlungsstrategien zur Reduzierung der Stofffrachten in das Kurische Haff

### *Grundwasser*

- Analyse und Bewertung der grenzüberschreitenden GW-Nutzungen im Gebiet Sovetsk und Neman (Kaliningrad) sowie Pagegiai (Litauen) mit Empfehlungen für eine zukünftig nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung
- Empfehlungen für das Grundwassermonitoring mit Schwerpunkt Einbeziehung der „flachen“ mit den Oberflächengewässern in Verbindung stehenden GW-Leitern sowie der tieferen genutzten GW-Leiter

### *Wirtschaftliche Analyse*

- Erfassung und Bewertung der wirtschaftlichen Bedeutung der Wassernutzungen im litauischen Teil des Pilotgebietes
- Ermittlung des Kostendeckungsgrades der Wasserdienstleistungen gemäß Art. 9 WFD am Beispiel der Kurischen Nehrung
- Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination am Beispiel des Wasserkörpers Sysa

## 2 Oberflächenwasser

### 2.1 Empfehlungen für das Qualitätsziel „guter Zustand“

#### 2.1.1 Grundlagen

Im Rahmen des Projektes sind Empfehlungen für das Qualitätskriterium „guter Zustand“ auf der Basis der Herangehensweise in Deutschland abzuleiten. Aufgrund der unterschiedlichen Herangehensweise bei der Typisierung der Gewässer in Litauen ist die Ableitung des Qualitätsziels „guter ökologischer Zustand“ für die Fließgewässer im Pilotgebiet nicht möglich. Für das Übergangsgewässer Kurisches Haff können methodische Hinweise zur Ableitung des Qualitätsziels „guter ökologischer Zustand“ gegeben werden, die jedoch im Einzelnen von den lokalen Experten geprüft und angepasst werden müssen.

Die WRRL unterscheidet bei den Oberflächenwasserkörpern zwischen dem ökologischen und dem chemischen Zustand. Das Gesamtziel „guter Zustand“ wird danach erreicht, wenn sowohl der gute chemische als auch der gute ökologische Zustand erreicht wird. Der ökologische Status wird vorrangig über biologische Merkmalsgruppen wie aquatische Flora, Wirbellosenfauna und Fischfauna bestimmt.

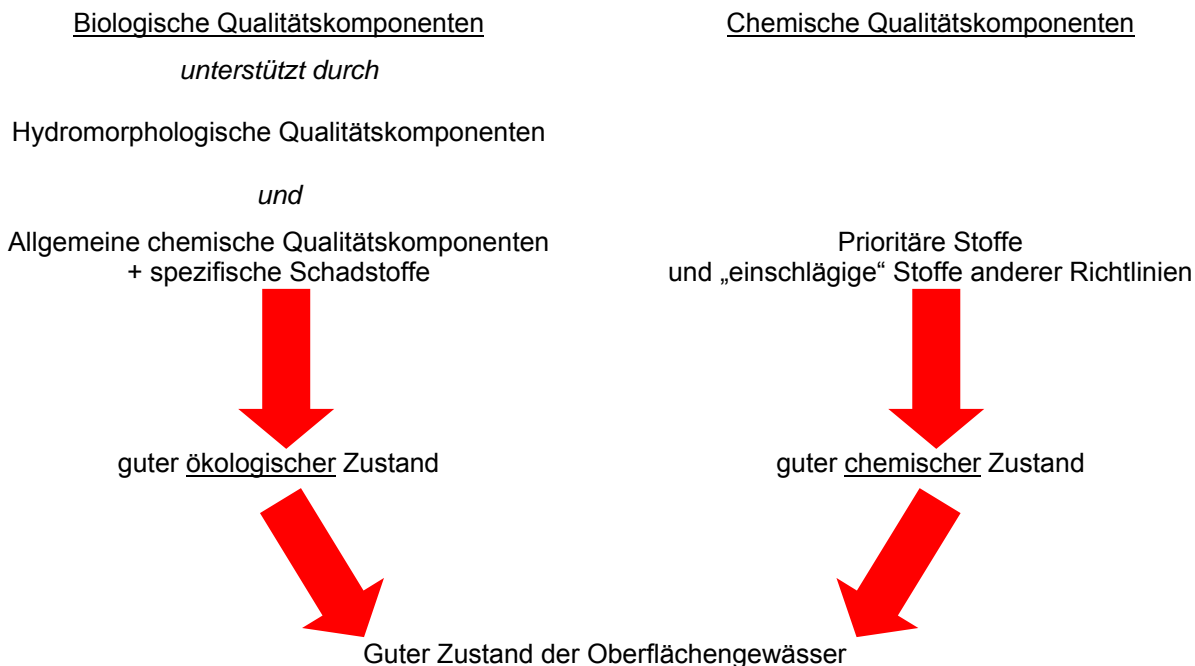


Abbildung 1 Elemente des guten Zustandes der Oberflächengewässer

Eine Übersicht über die biologischen Kenngrößen gemäß WRRL ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1 Übersicht über die biologischen Kenngrößen gemäß WRRL

Qualitätskomponente	Teilkomponente	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küsten-gewässer
Gewässerflora	Phytoplankton	X*	X	X	X
	Großalgen oder Angiospermen			X**	X**
	Makrophyten, Phytobenthos	X*	X		

Qualitätskomponente	Teilkomponente	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küsten-gewässer
benthische wirbellose Fauna	Makrozoobenthos	X	X	X	X
Fischfauna		X	X	X	

\* Bei planktonreichen Gewässern ist zusätzlich Phytoplankton zu bestimmen.

\*\* Zusätzlich zu Phytoplankton ist die jeweils geeignete Teilkomponente zu bestimmen.

Es sind immer die Artenzusammensetzung und Artenhäufigkeit zu bestimmen, bei der Fischfauna zusätzlich die Altersstruktur (außer bei Übergangsgewässern), beim Phytoplankton zusätzlich die Biomasse (außer in Flüssen).

Tabelle 2 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Qualitätskomponenten	Teilkomponenten	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küsten-gewässer
Wasserhaushalt	Abfluss und Abflussdynamik	X			
	Verbindung zu Grundwasserkörpern	X	X		
	Wasserstandsdynamik		X		
	Wassererneuerungszeit		X		
Durchgängigkeit		X			
Morphologie	Tiefen- und Breitenvariation	X			
	Tiefenvariation		X	X	X
	Struktur und Substrat des Bodens	X			X
	Menge, Struktur und Substrat des Bodens		X	X	
	Struktur der Uferzone	X	X		
	Struktur der Gezeitenzone			X	X
Tidenregime	Süßwasserstrom			X	
	Wellenbelastung			X	X
	Richtung vorherrschender Strömung				X

Tabelle 3 Chemische und chemisch-physikalische Qualitätskomponenten

Qualitätskomponenten	Parameter	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küsten-gewässer
Allgemein	Sichttiefe (m)		X	X	X
	Temperatur (°C)	X	X	X	X
	Sauerstoff (mg/l)	X	X	X	X
	Chlorid (mg/l)	X	X	X	X
	Leitfähigkeit (µS/cm)			X	X
	pH-Wert	X	X		
	Gesamt-P (mg/l)	X	X	X	X
	o-Phosphat-P (mg/l)	X	X	X	X



Qualitätskomponenten	Parameter	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küstengewässer
	Gesamt-N (mg/l)	X	X	X	X
	Nitrat-N (mg/l)	X	X	X	X
Spezifische Schadstoffe	synthetische Schadstoffe bei Eintrag in signifikanten Mengen	X	X	X	X
	Nichtsynthetische Schadstoffe bei Eintrag in signifikanten Mengen	X	X	X	X

Entsprechend des vorliegenden Kenntnisstandes erfolgt derzeit in keinem Mitgliedsstaat der EU eine vollständige Bewertung der Gewässerqualität auf der Basis all dieser Komponenten.

### 2.1.2 Ökologischer Zustand

Nachfolgend sollen die Erfahrungen bei der Festlegung des guten ökologischen Zustandes für die deutschen Küstengewässer dargestellt werden. Als Grundlagen der nachfolgenden Darstellungen wurden folgende Quellen verwendet:

- FELD; C. K., S. RÖDIGER, M. SOMMERHÄUSER; G. FRIEDRICH (Hrsg.) (2005): Limnologie aktuell Band 11. Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie – Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart
- SCHUBERT, Prof. Dr. H. u. a. (2003): Forschungsbericht zum BMBF Projekt ELBO „Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach EU-WRRL“ sowie zum LUNG Projekt „Analyse von Langzeitdatenreihen des Phytoplanktons aus Küstengewässern Meckenburg-Vorpommerns im Hinblick auf die Erfordernisse der EU-WRRL“, Universität Rostock, Institut für Aquatische Ökologie, Rostock

Dabei ist zu beachten, dass man sich in Deutschland darauf verständigt hat, dass auch die eigentlich als Übergangsgewässer fungierenden Gewässer als Küstengewässer betrachtet werden. Eine direkte Übertragbarkeit der deutschen Ergebnisse auf die Verhältnisse des Kurischen Haffs ist aufgrund der Biodiversität in der Ostsee entsprechend der unterschiedlichen Salzkonzentrationen ohne eine Anpassung nicht möglich. Dennoch wird nachfolgend die methodische Vorgehensweise für die Festlegung von ökologischen Qualitätszielen für vergleichbare Übergangsgewässer an der deutschen Ostsee aufgezeigt, um eine Möglichkeit zur vorläufigen Festsetzung von ökologischen Umweltzielen zu veranschaulichen. Die zu Vergleichszwecken betrachteten deutschen Küstengewässer (z. B. Oderhaff) weisen eine Reihe von Ähnlichkeiten mit dem Kurischen Haff auf (z. B. Einzugsgebiet, Wassertiefe, Salinität, etc.). Auf dieser Grundlage sollte durch die litauischen Fachleute eine Ableitung eigener Qualitätsziele für Phytoplankton, Makrophyten und Makrozoobenthos möglich sein. Der deutsche Bewertungsansatz, die Übergangsgewässer den Küstengewässern zuzuordnen, erfordert keine Festsetzung von Umweltqualitätszielen für die Fischfauna.

Die Typisierung der Küstengewässer erfolgte auf der Basis des Systems B nach Anhang II der WRRL. Als Typologiekriterien wurden die geographische Lage, Salinität und Tiedenhub sowie optional die Zusammensetzung des Substrats sowie die Austauschverhältnisse berücksichtigt. Der Salzgehalt sowie eingeschränkt die Austauschverhältnisse in und zwischen den Wasserkörpern sowie deren unterschiedliche Substrate waren die ausschlaggebenden Kriterien für die Typisierung der Küstengewässer. Danach gibt es vier Typen von Küstengewässern in der Ostsee:

- B1 oligohalines inneres Küstengewässer
- B2 mesohalines inneres Küstengewässer
- B3 mesohalines offenes Küstengewässer
- B4 mesopolyhalines offenes Küstengewässer

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Charakteristika der inneren Küstengewässer der Ostsee.

Tabelle 4 Charakteristika der inneren Küstengewässer der Ostsee (Deutschland)

Parameter	B1 oligohalines inneres Küstengewässer	B2 mesohalines inneres Küstengewässer
Salinität	0-9,4 PSU	bis 22,4 PSU
Tiedenhub	kein	kein
Tiefe	< 30 m	< 30 m
Exposition	extrem geschützt	geschützt bis sehr geschützt
Temperatur	-0,5 bis 26,6 °C	-0,9 bis 17,9 °C
Durchmischung	gering	schlecht
Wasseraustausch	gering	mäßig bis gut
Substrat	Schlick, Sand, Mischsedimente	Sand, Schlick
Besiedlung	überwiegend limnische Organismen	reduzierte marine Besiedlung, häufige Algenblüten

### **Phytoplankton**

Für die Entwicklung des Bewertungssystems wurden vorhandene Datensätze mit Werten zur Abundanz, Biovolumen, abiotische Begleitparameter (Secchi-Tiefe, Temperatur, Salinität, Chlorophyll, Gelbstoffe, gelöste und partikuläre Makronährstoffe) ausgewertet. Dabei zeigte sich eine hohe Abhängigkeit der Werte vom Salzgehalt. Um saisonale Einflüsse auf die Klassifizierung der Phytoplanktonparameter möglichst auszuschließen wurde für die Beschreibung der Degradation der Küstengewässer der Zeitraum der Phytoplanktonblüte im Frühjahr herangezogen, da die Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons nicht durch bereits eingetragene, regenerierte Nährstoffe getragen wird, sondern den akuten Belastungsgrad des Gewässers mit anorganischen Nährstoffen widerspiegelt. Die Definition der Frühjahrsblüte erfolgte dabei anhand der Bestimmung des Chlorophyllmaximums im Zeitraum Februar bis Juni. Für die Klassifizierung wurden Phytoplanktonparameter identifiziert, die eine Degradation im Sinne einer Eutrophierung des Gewässers anzeigen. Dazu wurden Phytoplanktonparameter wie Biomasse einzelner Taxa, Artenzahlen, prozentuale Anteile verschiedener Taxa, Abundanz- bzw. Biomasseverhältnisse einzelner Taxa und

Taxagruppen mit akzeptierten Trophieindikatoren wie Secchitiefe, Biomasse, Chlorophyll, Gesamtstickstoff, Gesamtphosphor korreliert und einer Hauptkomponentenanalyse unterworfen. Im Ergebnis wurden Phytoplanktonparameter extrahiert, die einen hohen Indikatorwert für den Grad der Eutrophierung der Küstengewässer besitzen und möglichst wenig von anderen Parametern wie Salinität oder Temperatur abhängen. Für die Entwicklung des Bewertungsschemas wurden nur diejenigen Parameter für die weiteren Analysen verwendet, die eine eindeutige Beziehung zum Degradationsfaktor aufwiesen. Aus einer weiteren Clusteranalyse auf der Basis der ermittelten Trophieindikatoren konnten drei Cluster aus dem Datensatz abgeleitet werden, die drei verschiedene ökologische Zustände widerspiegeln. Die Klassengrenzen wurden aus den 75. oder 90. Perzentil der Rohdaten der einzelnen Cluster bestimmt und entsprechen den Grenzen der Bewertungsklassen „gut“, „mäßig“ und „unbefriedigend“ in Tabelle 5.

Entsprechend der Forderungen der WRRL soll die Einordnung der ökologischen Klassen vor dem Hintergrund historischer Referenzbedingungen erfolgen. Allerdings zeigten die in diesem Zusammenhang durchgeführten Literaturrecherchen, dass die historische Datenlage für Phytoplankton sehr beschränkt ist und insbesondere Daten zum Biovolumen verschiedener Phytoplanktongruppen nicht vorhanden sind. Auf dieser Grundlage war eine Übertragung historischer Daten auf das erstellte Klassifizierungsschema problematisch. Daher wurde das Klassifizierungssystem an historischen Sichttiefen referenziert, die sich aus den historischen Lichtbedingungen ableiten. Aus den maximalen Verbreitungstiefen bestimmter Makrophytenarten wurden anhand der Lichtansprüche dieser Arten die Lichteindringtiefe in das besiedelte Gewässer berechnet. Daraus ergab sich, dass bei mittleren Salinitäten (5-10 PSU: Greifswalder Bodden, Großer Jasmunder Bodden) zu Beginn des 20. Jahrhunderts während der Vegetationsperiode Sichttiefen von sieben bis elf Metern vorgelegen haben. Unter Berücksichtigung der in historischen Quellen geschilderten hohen Biomasseentwicklungen von Cyanobakterien im Sommer kann davon ausgegangen werden, dass die Sichttiefen im Frühjahr noch oberhalb dieser Werte gelegen haben. Damit sind die heutigen Eindringtiefen von 3-5 m wesentlich geringer als die historisch belegten Tiefen, was auf einen besseren historischen Zustand des Wasserkörpers hinweist.

Zusammenfassend ergibt sich für den Küstenwasserkörper 5-10 PSU damit folgendes Bewertungsschema:

Tabelle 5 Bewertungsschema für Küstengewässer 5-10 PSU (Deutschland)

Parameter	Sehr gut	Gut	Mäßig	Unbefriedigend	Schlecht
Biovolumen [ $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ ]	<1	1-5	5-10	10-30	>30
Chlorophyceen [%]	<5	5-10	10-30	30-60	>60
Diatomeen [%]	>80	30-80	10-30	5-10	<5
Dinoflagellaten [ $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ ]	<1	1-2,5	2,5-5	5-10	>30
Chlorophyceen <10 $\mu\text{m}$ [ $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ ]	<0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-10	>10
<i>Woronichinia compacta</i> [ $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ ]	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
Secchi-Tiefe [m]	>6	4-6	1,5-4	0,8-1,5	<0,8
Chlorophyll a [ $\mu\text{g l}^{-1}$ ]	<10	10-20	20-50	50-120	>120

## Makrophyten

Zur Analyse der historischen Verbreitung der Makrophyten wurden verschiedene Herbarien ausgewertet. Auf Grundlage der vorliegenden Daten lassen sich dreizehn Pflanzengemeinschaften der inneren Küstengewässer rekonstruieren. Es fehlen allerdings in der Regel Angaben zu Sammeltiefe und Tiefenverbreitung der Arten. Zur Ermittlung des Ist-Zustandes an den inneren Küstengewässern wurden zusätzlich insgesamt 453 Aufnahmeflächen beprobt. Dabei wurde die Vegetation in der Tiefenausbreitung und der Bedeckungsgrad erfasst.

Um aus den gewonnenen Datensätzen die von der WRRL geforderten fünf Güteklassen beschreiben zu können war es notwendig, bestimmte Kriterien zu deren Abgrenzung aufzustellen. Es wurden zwei Prämissen aufgestellt, welche die Veränderung der Vegetation beschreiben.

1. Die Abweichung des aktuellen Zustandes vom Referenzzustand ist mit einer Verringerung der unteren Verbreitungsgrenze verbunden.
2. Die Abweichung des aktuellen Zustandes vom Referenzzustand ist mit einem sukzessiven Ausfall von Pflanzengesellschaften verbunden.

Dadurch ist ein fünfstufiger Ansatz zur Bewertung der Gewässerqualität auf der Basis von Makrophyten gemäß WRRL möglich.

Tabelle 6 Bewertung der Gewässerqualität auf der Basis von Makrophyten (Deutschland)

Zustand	Beschreibung
Sehr guter ökologischer Zustand (Referenzzustand)	Alle in einem Gewässer unter naturnahen Bedingungen vorkommenden Makrophyten sind vorhanden. Die untere Verbreitungsgrenze stimmt mit der aus den Hintergrundwerten möglichen Besiedlungsgrenze überein.
Guter ökologischer Zustand	Alle Makrophyten aus dem Referenzzustand sind vorhanden aber in tieferen Gewässerbereichen tritt ein vegetationsloser Bereich auf (Verschiebung der unteren Makrophytenverbreitungsgrenze).
Mäßiger ökologischer Zustand	Alle in einem Gewässer unter naturnahen Bedingungen vorkommenden Makrophyten sind vorhanden aber die untere Makrophytenverbreitungsgrenze verschiebt sich gravierender und der vegetationsfreie Bereich erhöht sich drastisch.
Unbefriedigender ökologischer Zustand	Ausfall von Pflanzengemeinschaften bei weiter fortschreitender Verringerung der unteren Verbreitungsgrenze aller Pflanzengemeinschaften.
Schlechter ökologischer Zustand	Bei weiterer Verringerung der unteren Makrophytengrenze kommt es zum Ausfall weiterer Arten und deren Gemeinschaften, so dass <i>Myrophyllum spicatum</i> und <i>Potamogeton pectinatus</i> die einzigen Makrophytenarten darstellen, die noch angetroffen werden.

Für flache innere Küstengewässern mit Salinitäten unter 8 PSU ist eine Unterscheidung von fünf Zuständen z. T. nicht möglich, da die natürlichen Wasserstandsschwankungen teilweise größer sind als die errechneten Verschiebungen der unteren Verbreitungsgrenze. In inneren Küstengewässern mit Salinitäten unter 3 PSU wurden aktuell keine halobionten Arten gefunden, weshalb ein Klassifizierungsansatz auf Basis der Salztoleranz hier nicht möglich ist.

### **Makrozoobenthos**

Die Bewertung des Ist-Zustandes des Makrozoobenthos erfolgt im Vergleich zu einem Referenzzustand für den entsprechenden Wasserkörper. Das Hauptkriterium des Zustandes sind definierte Grade der Abweichung von standorttypischen Biozönosen, die auf anthropogene Einwirkungen zurückzuführen sind. Für die Bewertung wurden Referenzartenlisten vor allem aus historischen Untersuchungen verwendet. Die Listen enthalten das typspezifische Artenspektrum und die typspezifische Besiedlungsstruktur mit Angaben zu Artenzahl, Abundanz und Biomasse sowie zu den Dominanzverhältnissen und zur Häufigkeit des Vorkommens. Die Bewertung erfolgt an Benthosgemeinschaften sandig-schllickiger Böden und Schllickzonen. Diese Sedimentationszonen spiegeln sowohl Veränderungen des Salzgehaltes als auch der Eutrophierung wider. Gemäß nachfolgender Bewertungstabelle werden die bewerteten Parameter und die Bewertungseinheiten für innere Küstengewässer aufgeführt. Bewertet wird das Maß der Übereinstimmung von Ist- und Referenz-Zustand. Dabei müssen nicht alle Parameter herangezogen werden. Die Zuweisung zu einem Bewertungszustand geschieht anhand des prozentualen Anteils der erreichten Punktzahl an der Gesamtpunktzahl.

Tabelle 7 Bewertungstabelle für die inneren Küstengewässer der Ostsee (Deutschland)

Bewertungsparameter	Sehr gut		Gut		Mäßig	
	Referenz	Punkte	Referenz	Punkte	Referenz [%]	Punkte
Schllickiger Sand						
Artenzusammens.	>90 %	5	80-90 %	3	<80 %	1
Artenzahl	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1
Dominanz	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1
Gesamtbiomasse	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1
Schllick						
Artenzusammens.	>90 %	5	80-90 %	3	80-70 %	1
Artenzahl	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1
Dominanz	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1
Gesamtbiomasse	>90 %	5	70-90 %	3	<70 %	1

Die Gesamtbewertung des Gewässerzustandes erfolgt nach folgender Klassifizierung:

- Sehr gut: 100-90 % der maximalen Punktzahl
- Gut: 89-70 % der maximalen Punktzahl
- Mäßig: 69-50 % der maximalen Punktzahl
- Stark verändert: <50 % der maximalen Punktzahl

Ergänzend wird an dieser Stelle auch auf die Ergebnisse der internationalen Forschungsprojekte AQEM ([www.aqem.de](http://www.aqem.de)), STAR ([www.eu-star.at](http://www.eu-star.at)) und FAME ([fame.boku.ac.at](http://fame.boku.ac.at)) hingewiesen.

In Deutschland werden zusätzlich zu den in der WRRL vorgegebenen Beurteilungskriterien für den ökologischen Zustand chemische Qualitätsziele der Gewässerschutzrichtlinie 76/464/EWG zum Schutz der

aquatischen Lebensgemeinschaften und der menschlichen Gesundheit berücksichtigt. Falls die festgelegten Umweltqualitätsnormen nicht eingehalten werden, wird der ökologische Status (guter Zustand) nicht erreicht, selbst wenn die biologischen Indikatoren eine gute Qualität aufzeigen. Diese Umweltqualitätsnormen sind unabhängig vom Gewässertyp. Die fachlichen Vorgaben für die Qualitätszielableitung orientieren sich an nationalen und internationalen (OECD und EU) festgelegten Kriterien. Sie entsprechen damit auch den Vorgaben der WRRL. Dadurch wird das Schutzgut menschliche Gesundheit sowie die ökotoxische Wirkung auf aquatische Organismen berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die chemischen Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen zur Einstufung des ökologischen Zustandes.

Tabelle 8 Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen zur Einstufung des ökologischen Zustands

EG-Nr.	Chemische Qualitätskomponente	QN WRRL	Einheit
2	2-Amino-4-Chlorphenol	10	µg/l
4	Arsen	40	mg/kg
5	Azinphos-ethyl	0,01	µg/l
6	Azinphos-methyl	0,01	µg/l
8	Benzidin	0,1	µg/l
9	Benzylchlorid (a-Chlortoluol)	10	µg/l
10	Benzylidenchlorid (a,a-Dichlortoluol)	10	µg/l
11	Biphenyl	1	µg/l
14	Chloralhydrat	10	µg/l
15	Chlordan (cis und trans)	0,003	µg/l
16	Chloressigsäure	10	µg/l
17	2-Chloranilin	3	µg/l
18	3-Chloranilin	1	µg/l
19	4-Chloranilin	0,05	µg/l
20	Chlorbenzol	1	µg/l
21	1-Chlor-2,4-dinitrobenzol	5	µg/l
22	2-Chlorethanol	10	µg/l
24	4-Chlor-3-Methylphenol	10	µg/l
25	1-Chlornaphthalin	1	µg/l
26	Chlornaphthaline (techn. Mischung)	0,01	µg/l
27	4-Chlor-2-nitroanilin	3	µg/l
28	1-Chlor-2-nitrobenzol	10	µg/l
29	1-Chlor-3-nitrobenzol	1	µg/l
30	1-Chlor-4-nitrobenzol	10	µg/l
31	4-Chlor-2-nitrotoluol	10	µg/l
(32)	2-Chlor-4-nitrotoluol	1	µg/l
(32)	2-Chlor-6-nitrotoluol	1	µg/l
(32)	3-Chlor-4-nitrotoluol	1	µg/l
(32)	4-Chlor-3-nitrotoluol	1	µg/l
(32)	5-Chlor-2-nitrotoluol	1	µg/l
33	2-Chlorphenol	10	µg/l
34	3-Chlorphenol	10	µg/l
35	4-Chlorphenol	10	µg/l

EG-Nr.	Chemische Qualitätskomponente	QN WRRL	Einheit
36	Chloropren	10	µg/l
37	3-Chlorpropen (Allylchlorid)	10	µg/l
38	2-Chlortoluol	1	µg/l
39	3-Chlortoluol	10	µg/l
40	4-Chlortoluol	1	µg/l
41	2-Chlor-p-toluidin	10	µg/l
(42)	3-Chlor-o-Toluidin	10	µg/l
(42)	3-Chlor-p-Toluidin	10	µg/l
(42)	5-Chlor-o-Toluidin	10	µg/l
43	Coumaphos	0,07	µg/l
44	Cyanurchlorid (2,4,6-Trichlor-1,3,5-triazin)	0,1	µg/l
45	2,4-D	0,1	µg/l
(47)	Demeton (Summe von Demeton-o und -s)	0,1	µg/l
(47)	Demeton-o	0,1	µg/l
(47)	Demeton-s	0,1	µg/l
(47)	Demeton-s-methyl	0,1	µg/l
(47)	Demeton-s-methyl-sulphon	0,1	µg/l
48	1,2-Dibromethan	2	µg/l
49-51	Dibutylzinn-Kation	100 <sup>1</sup>	µg/kg
(52)	2,4/2,5-Dichloranilin	2	µg/l
(52)	2,3-Dichloranilin	1	µg/l
(52)	2,4-Dichloranilin	1	µg/l
(52)	2,5-Dichloranilin	1	µg/l
(52)	2,6-Dichloranilin	1	µg/l
(52)	3,4-Dichloranilin	0,5	µg/l
(52)	3,5-Dichloranilin	1	µg/l
53	1,2-Dichlorbenzol	10	µg/l
54	1,3-Dichlorbenzol	10	µg/l
55	1,4-Dichlorbenzol	10	µg/l
56	Dichlorbenzidine	10	µg/l
57	Dichlordiisopropylether	10	µg/l
58	1,1-Dichlorethan	10	µg/l
60	1,1-Dichlorethen (Vinylidenchlorid)	10	µg/l
61	1,2-Dichlorethen	10	µg/l
(63)	1,2-Dichlor-3-nitrobenzol	10	µg/l
(63)	1,2-Dichlor-4-nitrobenzol	10	µg/l
(63)	1,3-Dichlor-4-nitrobenzol	10	µg/l
(63)	1,4-Dichlor-2-nitrobenzol	10	µg/l
64	2,4-Dichlorphenol	10	µg/l
65	1,2-Dichlorpropan	10	µg/l
66	1,3-Dichlorpropan-2-ol	10	µg/l
67	1,3-Dichlorpropen	10	µg/l
68	2,3-Dichlorpropen	10	µg/l
69	Dichlorprop	0,1	µg/l
70	Dichlorvos	0,0006	µg/l

EG-Nr.	Chemische Qualitätskomponente	QN WRRL	Einheit
72	Diethylamin	10	µg/l
73	Dimethoat	0,1	µg/l
74	Dimethylamin	10	µg/l
75	Disulfoton	0,004	µg/l
78	Epichlorhydrin	10	µg/l
79	Ethylbenzol	10	µg/l
80	Fenitrothion	0,009	µg/l
81	Fenthion	0,004	µg/l
(82)	Heptachlor	0,1	µg/l
(82)	Heptachlorepoxyd	0,1	µg/l
86	Hexachlorethan	10	µg/l
87	Isopropylbenzol (Cumal)	10	µg/l
88	Linuron	0,1	µg/l
89	Malathion	0,02	µg/l
90	MCPA	0,1	µg/l
91	Mecoprop	0,1	µg/l
93	Methamidophos	0,1	µg/l
94	Mevinphos	0,0002	µg/l
95	Monolinuron	0,1	µg/l
97	Omethoat	0,1	µg/l
98	Oxydemeton-methyl	0,1	µg/l
(100)	Parathion-Ethyl	0,005	µg/l
(100)	Parathion-Methyl	0,02	µg/l
(101)	PCB-28	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-52	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-101	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-118	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-138	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-153	20 <sup>2</sup>	µg/kg
(101)	PCB-180	20 <sup>2</sup>	µg/kg
103	Phoxim	0,008	µg/l
104	Propanil	0,1	µg/l
105	Pyrazon (Chloridazon)	0,1	µg/l
107	2,4,5-T	0,1	µg/l
108	Tetrabutylzinn	40 <sup>3</sup>	µg/kg
109	1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	1	µg/l
110	1,1,2,2-Tetrachlorethan	10	µg/l
112	Toluol	10	µg/l
113	Triazophos	0,03	µg/l
114	Tributylphosphat (Phosphorsäuretributylester)	10	µg/l
116	Trichlorfon	0,002	µg/l
119	1,1,1-Trichlorethan	10	µg/l
120	1,1,2-Trichlorethan	10	µg/l
(122)	2,4,5-Trichlorphenol	1	µg/l
(122)	2,4,6-Trichlorphenol	1	µg/l



EG-Nr.	Chemische Qualitätskomponente	QN WRRL	Einheit
(122)	2,3,4-Trichlorphenol	1	µg/l
(122)	2,3,5-Trichlorphenol	1	µg/l
(122)	2,3,6-Trichlorphenol	1	µg/l
(122)	3,4,5-Trichlorphenol	1	µg/l
123	1,1,2-Trichlortrifluorethan	10	µg/l
125-127	Triphenylzinn-Kation	20 <sup>2</sup>	µg/kg
128	Vinylchlorid (Chlorethylen)	2	µg/l
(129)	1,2-Dimethylbenzol	10	µg/l
(129)	1,3-Dimethylbenzol	10	µg/l
(129)	1,4-Dimethylbenzol	10	µg/l
132	Bentazon	0,1	µg/l
L.II	Ametryn	0,5	µg/l
L.II	Bromacil	0,6	µg/l
L.II	Chlortoluron	0,4	µg/l
L.II	Chrom	640	mg/kg
L.II	Cyanid	0,01	mg/l
L.II	Etrimphos	0,004	µg/l
L.II	Hexazinon	0,07	µg/l
L.II	Kupfer	160	mg/kg
L.II	Metazachlor	0,4	µg/l
L.II	Methabenzthiazuron	2,0	µg/l
L.II	Metolachlor	0,2	µg/l
L.II	Nitrobenzol	0,1	µg/l
L.II	Prometryn	0,5	µg/l
L.II	Terbuthylazin	0,5	µg/l
L.II	Zink	800	mg/kg

<sup>1</sup> ersatzweise für die Wasserphase 0,01 µg/l

<sup>2</sup> ersatzweise für die Wasserphase 0,5 ng/l

<sup>3</sup> ersatzweise für die Wasserphase 0,001 µg/l

### 2.1.3 Chemischer Zustand

In Ergänzung zu der gewässertypspezifischen biologisch-ökologischen Qualität wird der chemische Status durch Umweltqualitätsnormen für gefährliche Stoffe mit EU-weiter Gültigkeit bestimmt. Im Gegensatz zur ökologischen Qualität, die Ausnahmen für künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper zulässt, gelten die Qualitätsnormen des chemischen Zustands wie auch die chemischen Umweltqualitätsnormen des ökologischen Zustands für alle oberirdischen Gewässer.

Zur Betonung des Schutzes der Gewässer vor Schadstoffen führt die Wasserrahmenrichtlinie den mindestens „guten chemischen Zustand“ als konkretes Umweltziel ein. Der chemische Zustand ist für alle Oberflächenwasserkörper zu ermitteln.

Als Anforderung führt Anhang V der WRRL unter 1.4.3 aus, dass der gute chemische Zustand erreicht ist, wenn alle Umweltqualitätsnormen

- des Anhangs IX (18 Stoffe, EU-weit geregelt in den Tochterrichtlinien zur RL 76/464/EWG „gefährliche Stoffe“),
- der 33 prioritären Stoffe nach Art. 16 WRRL bzw. Anhang X WRRL und
- aller anderen einschlägigen Rechtsvorschriften der Gemeinschaft, in denen Umweltqualitätsnormen festgelegt sind

erfüllt werden.

Für konventionelle Kenngrößen wie Nährstoffe sind keine Umweltqualitätsnormen vorgesehen, da davon ausgegangen wird, dass sich anthropogene Einflüsse dieser Stoffe typspezifisch über biologische Merkmale erfassen lassen.

Damit ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des chemischen Zustandes.

Tabelle 9 Chemische Qualitätskomponenten

EG-Nr.		QN WRRL	Einheit
1	Aldrin1	0,01/0,005*)	µg/l
3	Anthracen	0,01	µg/l
7	Benzol	10	µg/l
12	Cadmium	1/0,5*)	µg/l
13	Tetrachlorkohlenstoff	12	µg/l
23	Chloroform (Trichlormethan)	12	µg/l
46	4,4-DDT	10	µg/l
59	1,2-Dichlorethan	10	µg/l
62	Dichlormethan	10	µg/l
71	Dieldrin1	0,01/0,005*)	µg/l
77	Endrin1	0,01/0,005*)	µg/l
83	Hexachlorbenzol	0,03	µg/l
84	Hexachlorbutadien	0,1	µg/l
85	Hexachlorcyclohexan2	0,05/0,02*)	µg/l
92	Quecksilber	1/0,5°)/0,3*)	µg/l
96	Naphthalin	1	µg/l
(99)	Benzo(a)pyren	0,01	µg/l
(99)	Benzo(b)fluoranthen	0,025	µg/l
(99)	Benzo(ghi)perylen	0,025	µg/l
(99)	Benzo(k)fluoranthen	0,025	µg/l
(99)	Fluoranthen	0,025	µg/l
(99)	Ideno(1.2.3-cd)pyren	0,025	µg/l
102	Pentachlorphenol	2	µg/l
111	Tetrachlorethen	10	µg/l
(117)	1,2,3-Trichlorbenzol	0,4 <sup>3</sup>	µg/l
(117)	1,3,5-Trichlorbenzol		
(117)	1,2,4-Trichlorbenzol		
118			
121	Trichlorethen	10	µg/l

130	Isodrin <sup>1</sup>	0,01/0,005 <sup>*</sup> )	µg/l
	Nitrat	50	mg/l

<sup>o</sup>) = in Übergangsgewässern

<sup>\*</sup>) = in Küstengewässern

<sup>1</sup> jeweils Summe Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin

<sup>2</sup> HCH gesamt (alle Isomere)

<sup>3</sup> Summe der drei Trichlorbenzole

## 2.2 Ermittlung gefährdeter Wasserkörper

### 2.2.1 Grundlagen

Im Rahmen von Phase I des vorliegenden Projektes wurden die signifikanten Belastungen der Oberflächengewässer durch

- Punktquellen,
- diffuse Quellen und
- hydromorphologische Belastungen

ermittelt und dokumentiert.

Auf dieser Grundlage erfolgt die entsprechend Anhang II Nr. 1.5 der WRRL erforderliche Beurteilung, wie empfindlich der Zustand von Oberflächenwasserkörpern auf die o. g. Belastungen reagiert. Dabei wird beurteilt, wie wahrscheinlich es ist, dass die Oberflächenwasserkörper innerhalb der Flussgebietseinheit die für diese Wasserkörper gemäß Artikel 4 aufgestellten Umweltqualitätsziele nicht erreichen.

Die abgegrenzten Wasserkörper wurden in digitaler Form durch das EPA zur Verfügung gestellt.

### 2.2.2 Gefährdung von Wasserkörper durch Punktquellen

Auf der Grundlage der identifizierten signifikanten Punktquellen (kommunale Kläranlagen und industrielle Einleitungen) wurden die in der nachfolgenden Abbildung rot markierten 9 Wasserkörper als gefährdet eingestuft.

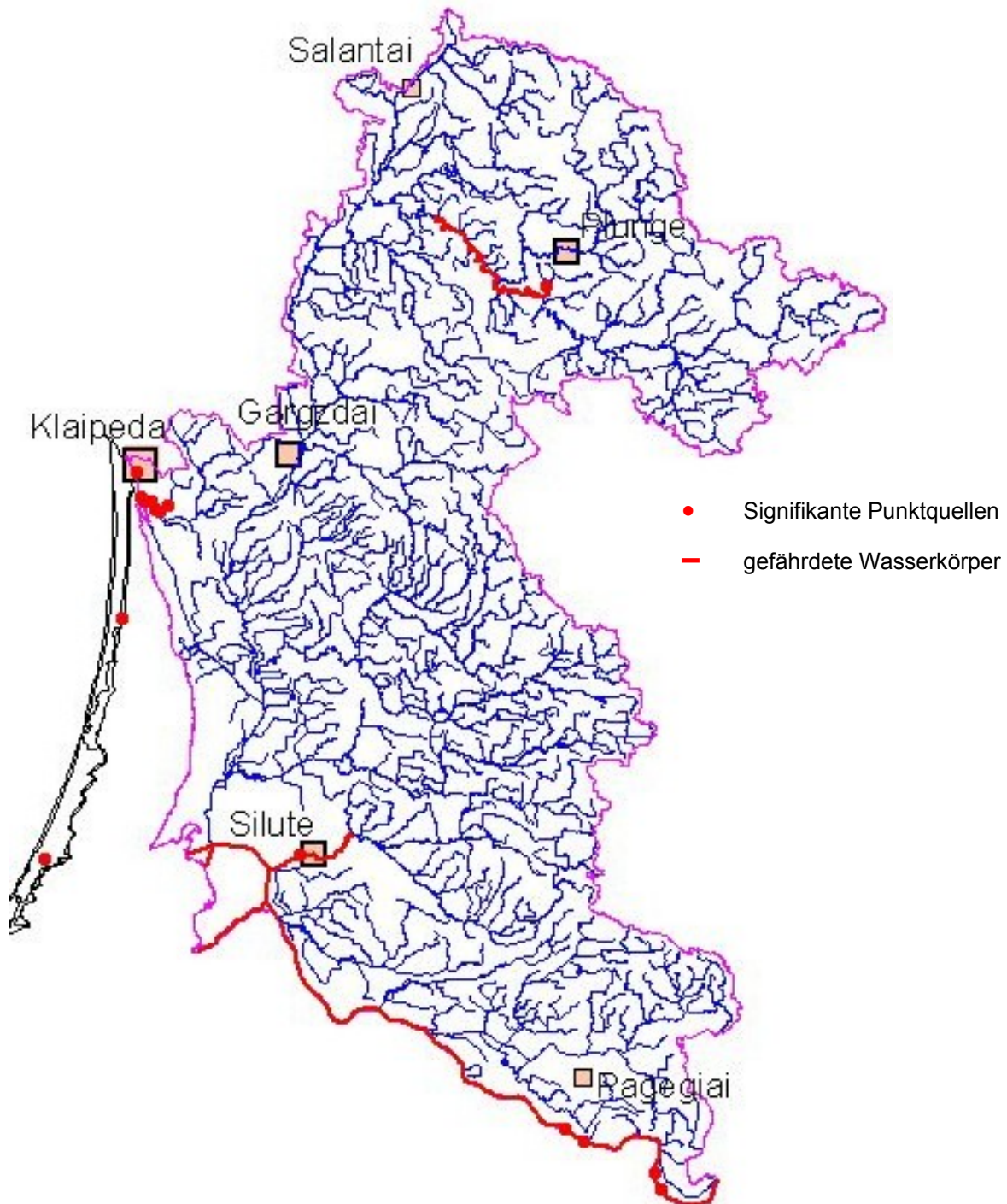


Abbildung 2 Durch Punktquellen gefährdete Wasserkörper

### 2.2.3 Gefährdung von Wasserkörper durch diffuse Quellen

Auf der Grundlage der identifizierten diffusen Quellen (Signifikanzkriterien: > 40 % ackerbauliche Nutzung bzw. 20 % Sonderkulturen sowie urbaner Anteil von mehr als 15 %) wurden die in der nachfolgenden Abbildung rot markierten 43 Wasserkörper zunächst als gefährdet eingestuft. Ein wesentlicher Grund für die Wahl der o.g. Signifikanzkriterien war, dass keine flächendeckenden Monitoringdaten sowie Nährstoffbilanzen für die landwirtschaftlichen Nutzflächen vorliegen.

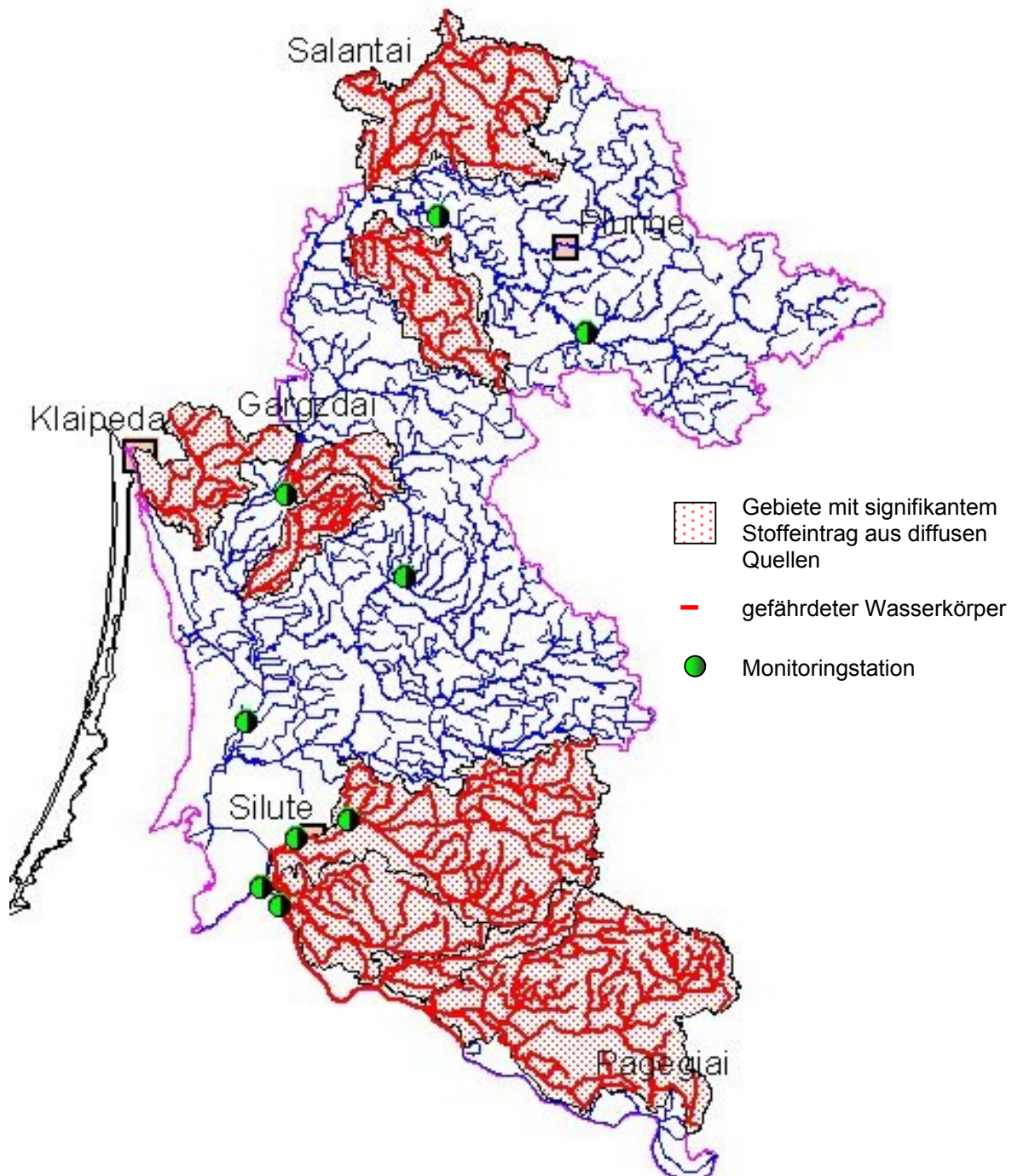


Abbildung 3 Durch diffuse Quellen gefährdete Wasserkörper

## 2.2.4 Gefährdung von Wasserkörper durch hydromorphologische Belastungen

Im Rahmen der Projektphase I konnten keine signifikanten Wasserentnahmen im Pilotgebiet identifiziert werden. Im Gegensatz dazu wurden in der Projektphase I auf der Basis einer bestehenden Datenbank des EPA zu vorhandenen Querbauwerken sowie in Auswertung vorhandener Unterlagen des Institutes für Ökologie signifikante Abflussregulierungen (Querbauwerke mit Fallhöhen größer 0,3 m oder Rückstau größer 1,5 km) identifiziert. Danach werden 54 Wasserkörper als „gefährdet“ eingestuft.

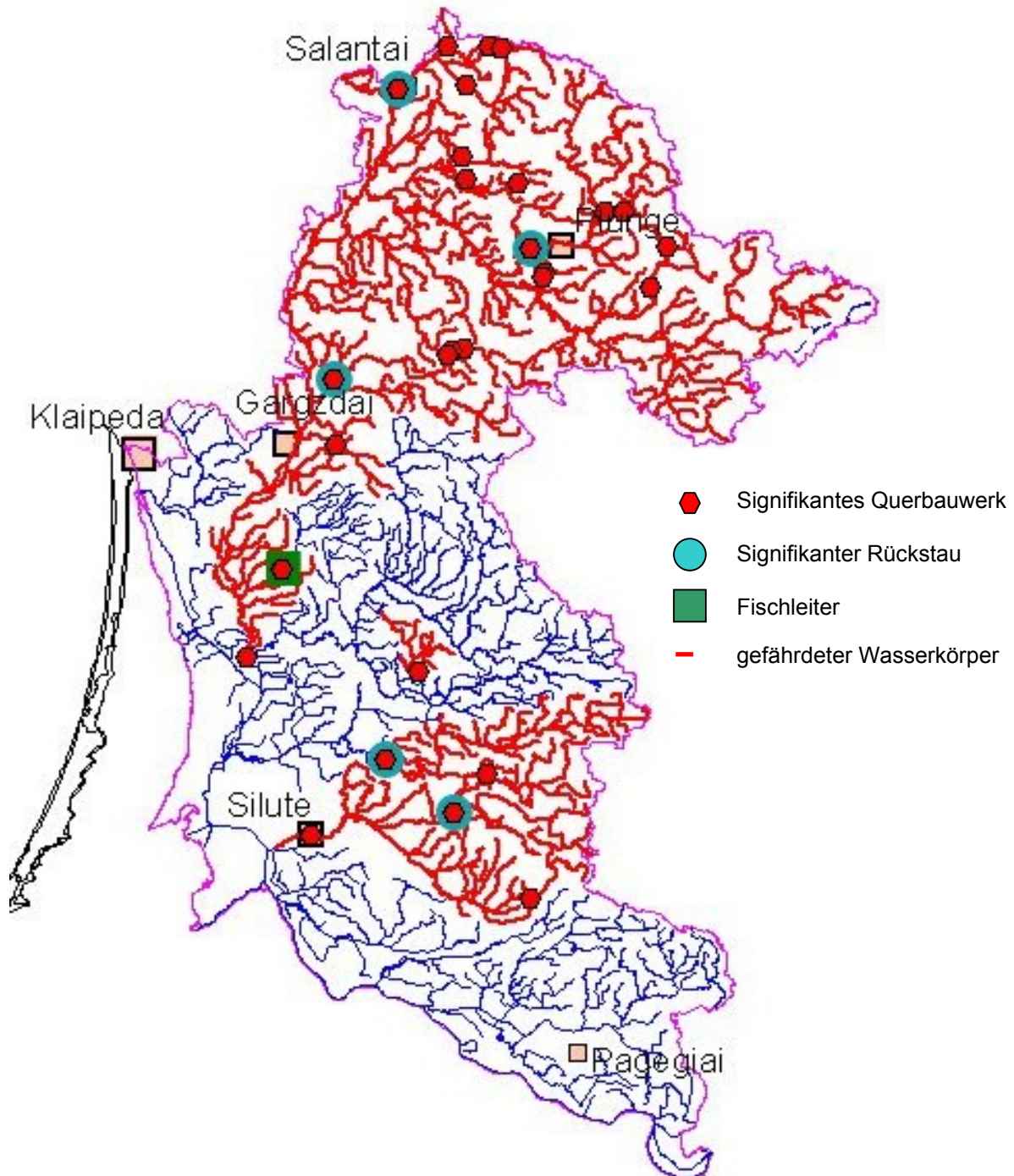


Abbildung 4 Durch Abflussregulierungen gefährdete Wasserkörper

Der Status des unten markierten Querbauwerkes in der Minija ist derzeit unklar. Im Rahmen von Phase I des vorliegenden Projektes wurde dieses Querbauwerk mit einer Fallhöhe von 1,3 m durch das Institut für Ökologie als signifikant eingestuft. In den übergebenen digitalen Daten der EPA ist das betreffende Querbauwerk allerdings nicht enthalten. Ohne Berücksichtigung des Querbauwerkes in der Minija verringert sich die Zahl der gefährdeten Wasserkörper (siehe Abbildung). Auch hier sind aufgrund der Lage der Monitoringstationen derzeit keine gesicherten Aussagen möglich.

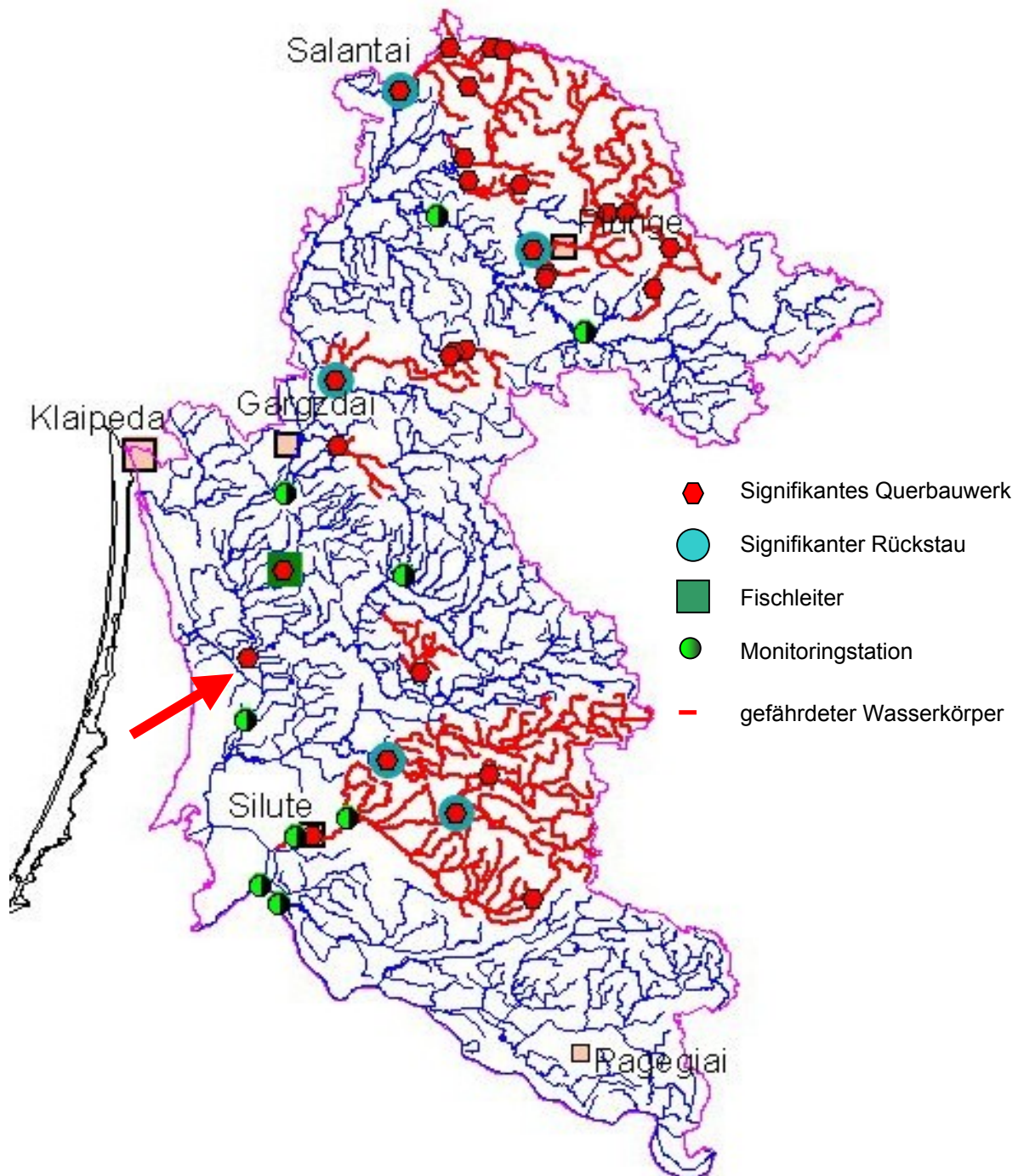


Abbildung 5 Durch Abflussregulierungen gefährdete Wasserkörper (ohne Minija Querbauwerk)

Auf der Grundlage der identifizierten signifikanten morphologischen Veränderungen (Verhältnis von Gewässertiefe zur Gewässerbreite  $> 0,25$ ) wurden die in der nachfolgenden Abbildung rot markierten 22 Wasserkörper als gefährdet eingestuft.

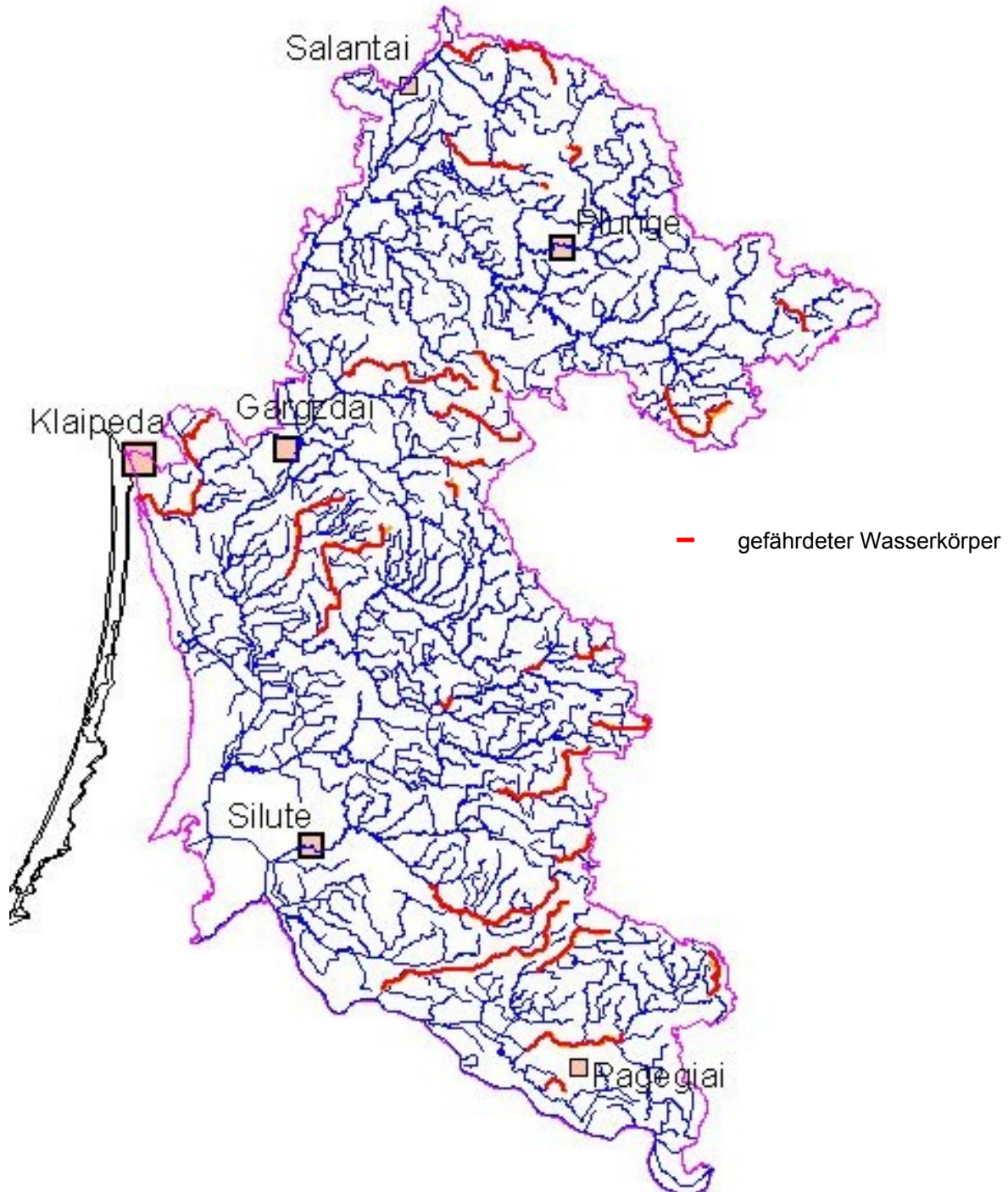


Abbildung 6 Durch morphologische Veränderungen (Tiefe/Breite  $> 0,25$ ) gefährdete Wasserkörper



Auf der Grundlage der identifizierten signifikanten morphologischen Veränderungen (mehr als 70 % der Fließstrecke eines Gewässers sind kanalisiert) wurden die in der nachfolgenden Abbildung rot markierten 10 Wasserkörper der Flüsse Vilka, Veizas, Smeltale, Aise und Agluona als gefährdet eingestuft.

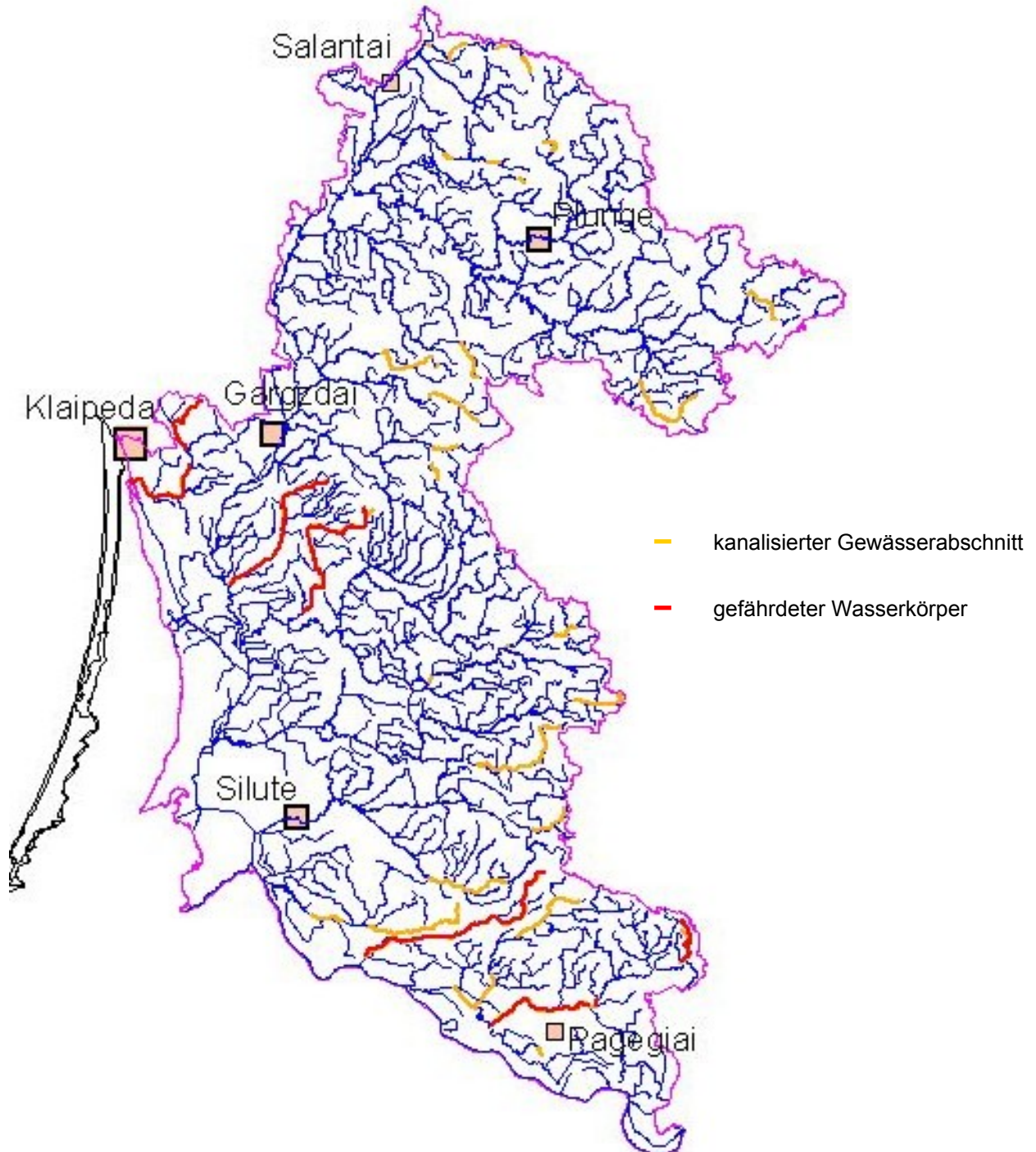


Abbildung 7 Durch morphologische Veränderungen (> 70 % der Fließstrecke eines Gewässers sind kanalisiert) gefährdete Wasserkörper

Auf der Grundlage der identifizierten signifikanten morphologischen Veränderungen (Deiche und Polder sowie Schifffahrt) wurden die in der nachfolgenden Abbildung rot markierten 2 Wasserkörper als gefährdet eingestuft.

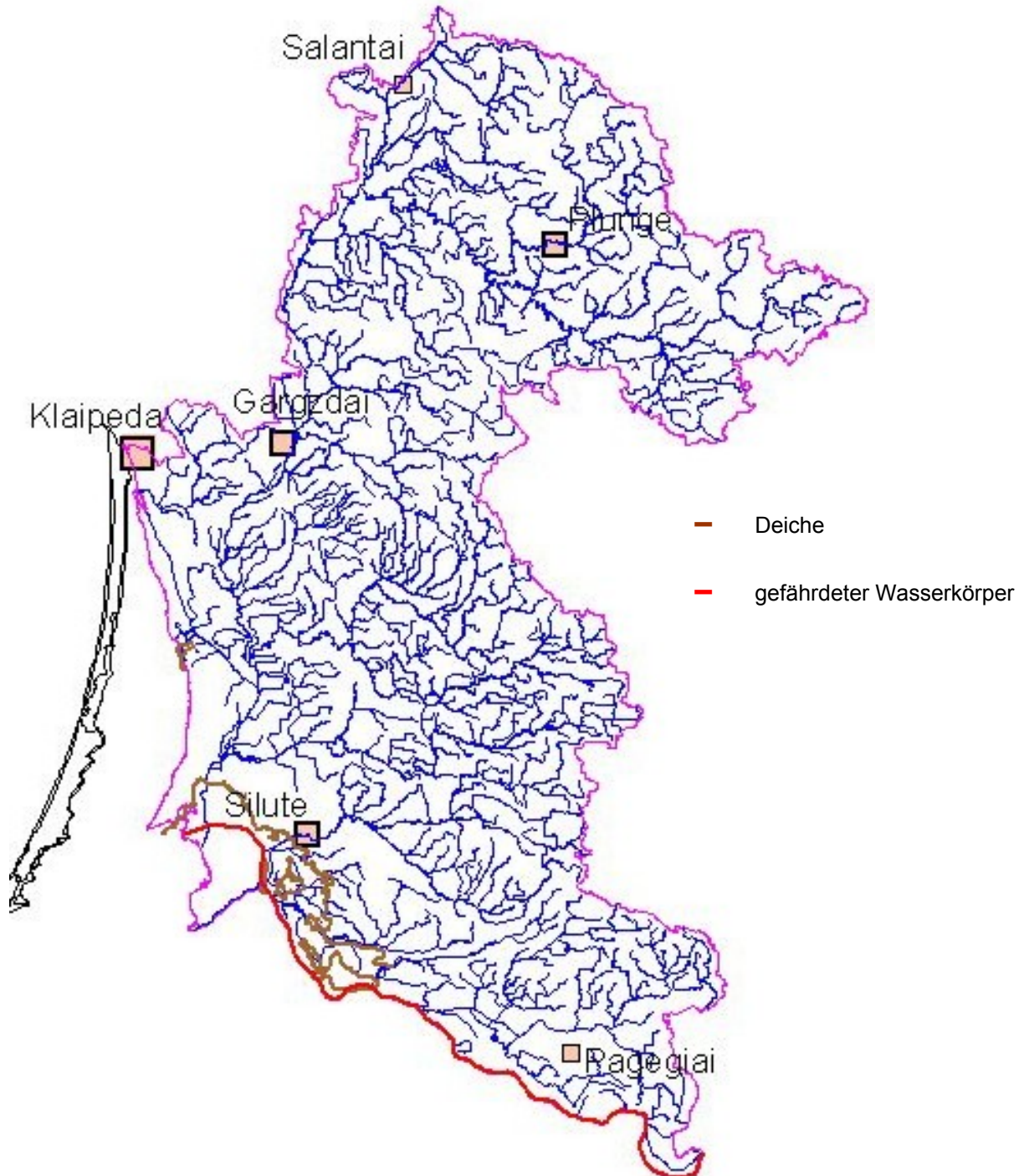


Abbildung 8 Durch morphologische Veränderungen (Deiche, Polder und Schifffahrt) gefährdete Wasserkörper

### 2.2.5 Übersicht über die gefährdeten Wasserkörper im Pilotgebiet

Insgesamt wurden damit 78 von 93 Wasserkörpern als gefährdet eingestuft, was einem Prozentsatz von 84 % entspricht.

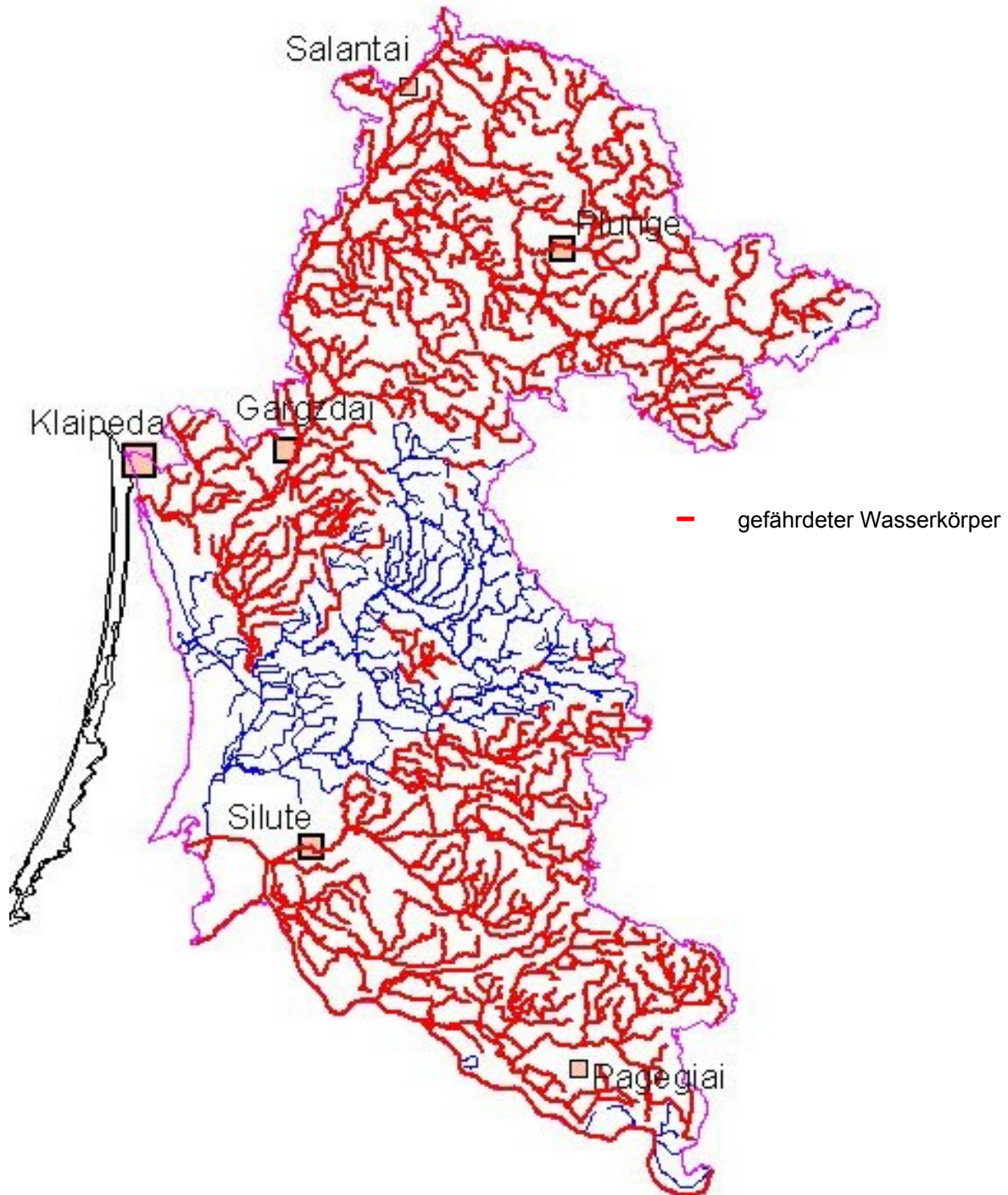


Abbildung 9 Gefährdete Wasserkörper im Pilotgebiet

In der nachfolgenden Darstellung sind die Belastungskategorien der gefährdeten Wasserkörper zusammengestellt.

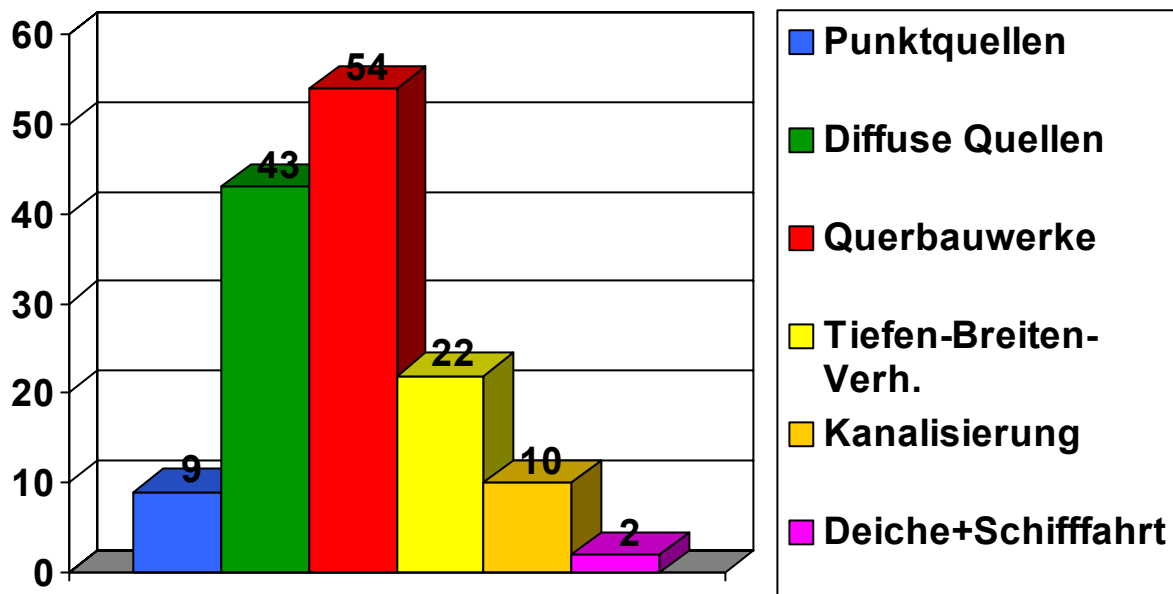


Tabelle 10 Belastungskategorien der gefährdeten Wasserkörper

Auffällig sind die vergleichsweise hohen Anteile durch diffuse Quellen und Querbauwerke. In diesem Zusammenhang muss auch noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Einstufung als gefährdeter Wasserkörper derzeit überwiegend aufgrund von fehlenden bzw. nicht ausreichenden Daten zum gegenwärtigen Zustand erfolgt ist. Eine kritische Überprüfung der erfolgten Einstufung nach Vorliegen der Ergebnisse des Monitoringprogramms ist daher zwingend erforderlich.

### 2.3 Methodik zur Ermittlung von HMWB

Das Ziel der WRRL ist das Erreichen eines guten ökologischen und chemischen Zustandes für alle Oberflächenwasserkörper bis 2015. Einige Wasserkörper werden aus unterschiedlichen Gründen dieses Ziel nicht erreichen können. Daher eröffnet die WRRL die Möglichkeit zur Ermittlung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern. Unter bestimmten Umständen sind damit weniger strenge Anforderungen an die betreffenden Wasserkörper und eine Ausweitung der Zeitvorgaben für das Erreichen des guten Zustandes möglich.

Entsprechend Artikel 2 der WRRL ist ein „erheblich veränderter Wasserkörper“ ein Oberflächenwasserkörper, der durch physikalische Veränderungen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert wurde, entsprechend der Ausweisung durch den Mitgliedstaat gemäß Anhang II.

Die Anforderungen zur Ausweisung eines künstlichen bzw. erheblich veränderten Wasserkörpers sind in Artikel 4.3 der WRRL definiert:

Die Mitgliedstaaten können einen Oberflächenwasserkörper auf der Grundlage von Artikel 4.3 der WRRL als künstlich oder erheblich verändert einstufen, wenn:

- a) die zum Erreichen eines guten ökologischen Zustands erforderlichen Änderungen der hydromorphologischen Merkmale dieses Körpers signifikante negative Auswirkungen hätten auf:
- i. die Umwelt im weiteren Sinne,
  - ii. die Schifffahrt, einschließlich Hafenanlagen, oder die Freizeitnutzung,
  - iii. die Tätigkeiten, zu deren Zweck das Wasser gespeichert wird, wie Trinkwasserversorgung, Stromerzeugung oder Bewässerung,
  - iv. die Wasserregulierung, den Schutz vor Überflutungen, die Landentwässerung, oder
  - v. andere ebenso wichtige nachhaltige Entwicklungstätigkeiten des Menschen,
- b) die nutzbringenden Ziele, denen die künstlichen oder veränderten Merkmale des Wasserkörpers dienen, aus Gründen der technischen Durchführbarkeit oder aufgrund unverhältnismäßiger Kosten nicht in sinnvoller Weise durch andere Mittel erreicht werden können, die eine wesentlich bessere Umweltoption darstellen.

Damit ergibt sich die in der folgenden Abbildung dargestellte prinzipielle stufenweise Vorgehensweise für die vorläufige Ausweisung von künstlichen oder erheblich veränderten Wasserkörpern:

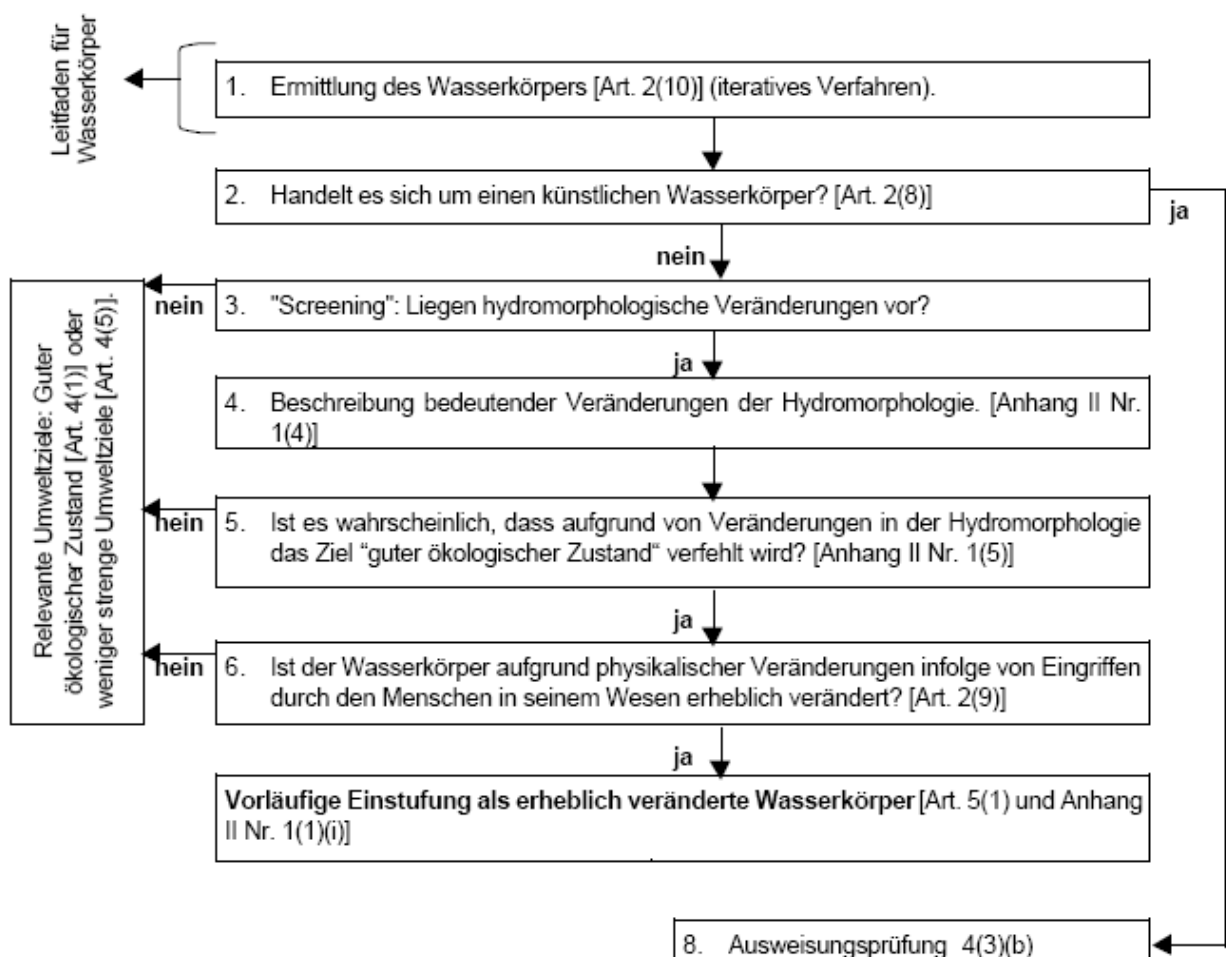


Abbildung 10 Einzelschritte zur vorläufigen Einstufung erheblich veränderter Wasserkörper (nach CIS-Leitfaden zur Identifizierung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern)

Nachfolgend wird am Beispiel des Unteren Nemunas die prinzipielle Vorgehensweise für die Ausweisung eines erheblichen veränderten Wasserkörpers dargestellt:

### **Schritt 1: Ermittlung von Wasserkörpern**

Die bereits in einem vorangegangenen Schritt ausgewiesenen Wasserkörper des unteren Nemunas wurden aus den von der EPA übergebenen digitalen Daten übernommen.

### **Schritt 2: Handelt es sich um einen künstlichen Wasserkörper?**

Ein künstlichen Wasserkörper wird im vorliegenden Zusammenhang als ein Oberflächenwasserkörper definiert, der an einer Stelle geschaffen wurde, an der zuvor kein bedeutendes Oberflächengewässer vorhanden war, und der nicht durch die direkte physikalische Veränderung oder Verlegung oder Begradigung eines bestehenden Wasserkörpers geschaffen wurde.

Entsprechend dieser Definition handelt es sich bei den Wasserkörpern des unteren Nemunas nicht um künstliche Wasserkörper.

### **Schritt 3: Screening**

In diesem Schritt werden Wasserkörper aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, die nicht als erheblich veränderte Gewässer in Frage kommen. Zu den auszuschließenden Gewässern gehören Wasserkörper mit offensichtlich gutem Zustand und Wasserkörper, die wahrscheinlich das Ziel "guter ökologischer Zustand" verfehlen werden, aber keine hydromorphologischen Veränderungen aufweisen.

Im Bereich des Unteren Nemunas gibt es keine Wasserkörper mit offensichtlich gutem Zustand. Alle Wasserkörper, die das Ziel "guter ökologischer Zustand" wahrscheinlich verfehlen werden, weisen gleichzeitig hydromorphologische Veränderungen auf (siehe dazu auch Kapitel 2.2). Damit ist es nicht möglich, Wasserkörper aus der weiteren Betrachtung auszuschließen.

### **Schritt 4: Bedeutende Veränderungen der Hydromorphologie**

Zunächst werden die wichtigsten "spezifizierten Nutzungen" der Wasserkörper wie

- Schifffahrt, einschließlich Hafenanlagen, sowie Freizeit und Erholung,
- Eingriffe zur Speicherung des Wassers, z.B. für die Trinkwasserversorgung, Stromerzeugung oder Bewässerung,
- Wasserregulierung, Hochwasserschutz, Landentwässerung sowie
- sonstige gleichermaßen bedeutende nachhaltige Eingriffe durch den Menschen

ermittelt und beschrieben. Weiterhin sind bedeutende anthropogenen Belastungen sowie deren bedeutende Auswirkungen auf die Hydromorphologie zu ermitteln und zu beschreiben.

Im Bereich des unteren Nemunas gibt es signifikante Veränderungen durch Schifffahrt sowie durch Deiche und Polder. Zur Gewährleistung der Schifffahrt wird Sediment ausgebaggert womit die Struktur der Gewässersohle verändert wird. Die in diesem Bereich vorhandenen Hochwasserschutzanlagen (Deiche und Polder: 33 Polder mit einer Gesamtfläche von ca. 500 km<sup>2</sup>) beeinflussen die Morphologie der Wasserkörper nachhaltig.

**Schritt 5: Ist es wahrscheinlich, dass der gute ökologische Zustand nicht erreicht wird?**

In diesem Schritt wird auf der Grundlage der im vorangegangenen Schritt gewonnenen Informationen und einer Bewertung des ökologischen Zustandes beurteilt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass das Ziel "guter ökologischer Zustand" verfehlt wird.

Unter Verweis auf die in Kapitel 2.2 erfolgte Ausweisung der gefährdeten Wasserkörper wird eingeschätzt, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass die Wasserkörper des Unteren Nemunas aufgrund der in Schritt 4 dargestellten Veränderungen den guten ökologischen Zustand nicht erreichen werden. Allerdings kann derzeit nur eine grobe Beurteilung erfolgen und das Ausmaß des ökologischen Schadens kann in der von der WRRL geforderten Weise erst ab 2006 genau ermittelt werden, wenn das gemeinsame Überwachungssystem implementiert ist.

**Schritt 6: Ist der Wasserkörper durch physikalische Veränderungen infolge von Eingriffen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert?**

Für die vorläufige Einstufung als erheblich veränderter Wasserkörper gelten folgende Kriterien:

- Der gute Zustand wird ausschließlich aufgrund physikalischer Veränderungen der hydromorphologischen Merkmale des Wasserkörper nicht erreicht.
- Der Wasserkörper ist in seinem Wesen erheblich verändert, d. h.
  - es ist offensichtlich erkennbar, dass die natürlichen Bedingungen erheblich verändert wurden,
  - die Veränderung im Wesen des Wasserkörpers ist umfassend/großräumig und tiefgreifend (i.d.R. sind sowohl die Hydrologie als auch Morphologie des Wasserkörpers erheblich verändert),
  - die Veränderung ist dauerhaft und tritt nicht nur temporär oder nur periodisch auf,
  - die Veränderung ist in ihrem Umfang mit der Veränderung vergleichbar, die sich aufgrund der in Artikel 4 (3)(a) spezifizierten Nutzungen ergibt: ein kanalisierter Fluss, ein Hafen, ein zum Zwecke des Hochwasserschutzes verbauter Fluss oder ein aufgestauter Fluss oder See.
- Die erhebliche Wesensänderung ist durch die in Artikel 4(3) spezifizierten Nutzungen bedingt, oder aber durch andere Nutzungen, die gleichermaßen wichtige nachhaltige Entwicklungstätigkeiten des Menschen darstellen

Nach Prüfung der o. g. Kriterien kann festgestellt werden, dass die Wasserkörper des Unteren Nemunas durch physikalische Veränderungen infolge von Eingriffen durch den Menschen in ihrem Wesen erheblich verändert wurden.

Im Ergebnis der schrittweisen Überprüfung wird vorgeschlagen, die Wasserkörper des Unteren Nemunas vorläufig als erheblich verändert auszuweisen.

Der vorläufigen Ausweisung von erheblich veränderten Wasserkörpern folgen im Rahmen der Umsetzung der WRRL weitere Schritte, die in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst sind. Diese Schritte sind nicht Gegenstand des vorliegenden Projektes.

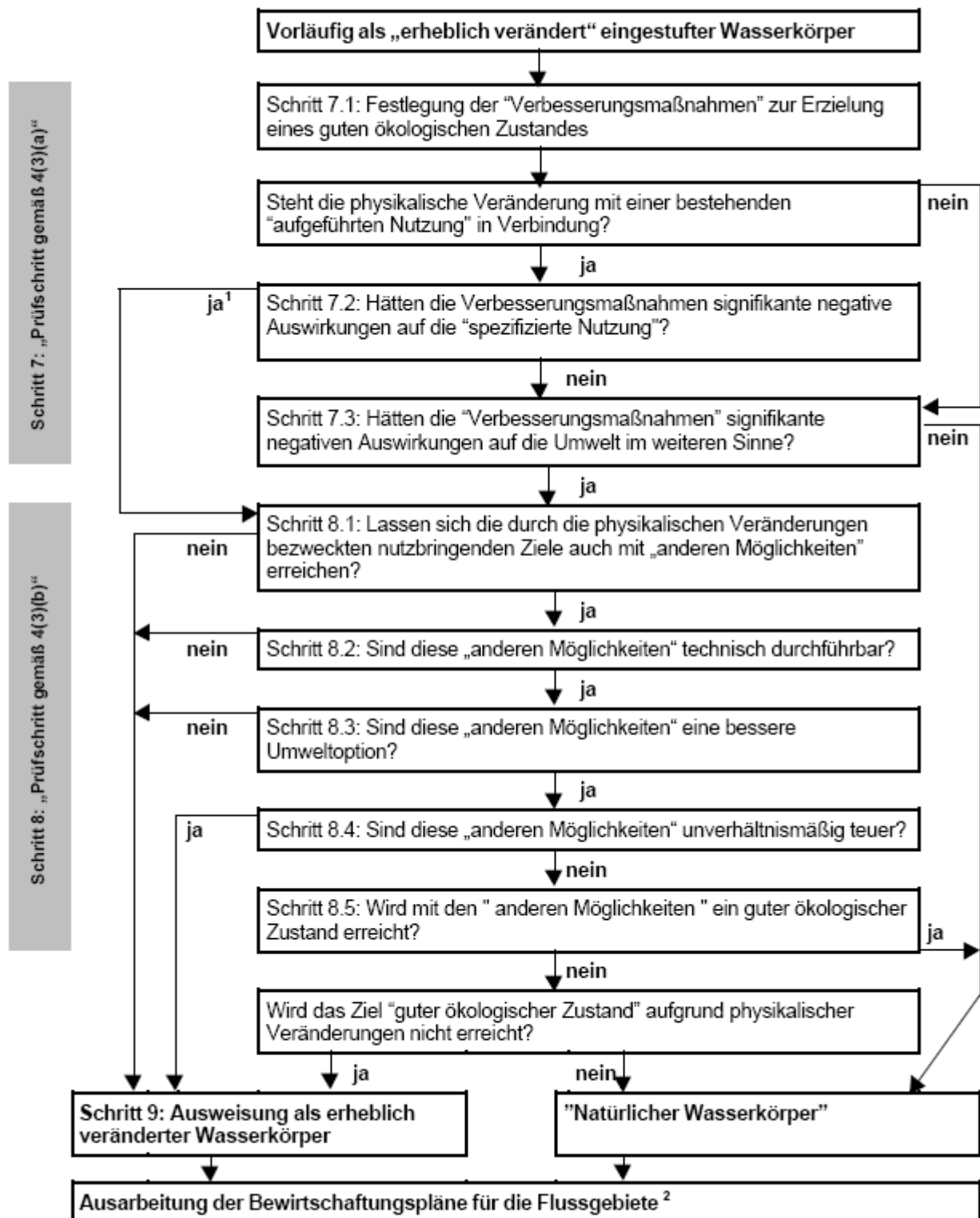


Abbildung 11 Einzelschritte für die Ausweisung von erheblich veränderten Wasserkörpern (nach CIS-Leitfaden zur Identifizierung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern)



## **2.4 Empfehlungen für das Oberflächenwassermonitoring**

### **2.4.1 Grundlagen**

Grundlage für die Aufstellung von Monitoringprogrammen ist Artikel 8 der WRRL in Verbindung mit Anhang V. Danach gilt für die Überwachung des Zustands der Oberflächengewässer:

(1) Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass Programme zur Überwachung des Zustands der Gewässer aufgestellt werden, damit ein zusammenhängender und umfassender Überblick über den Zustand der Gewässer in jeder Flussgebietseinheit gewonnen wird; dabei gilt folgendes:

bei Oberflächengewässern umfassen diese Programme:

- i. die Menge und den Wasserstand oder die Durchflussgeschwindigkeit, soweit sie für den ökologischen und chemischen Zustand und das ökologische Potential von Bedeutung sind, sowie
- ii. den ökologischen und chemischen Zustand und das ökologische Potential;

Neben den Regelungen der WRRL wurden bei der Erstellung dieses Kapitels die Ausführungen der „CIS-Leitlinie Nr. 7 - Monitoring unter der WRRL“ und der „LAWA Rahmenkonzeption zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustandes von Oberflächengewässern“ zugrunde gelegt.

Die in der WRRL geforderten Monitoringaktivitäten verfolgen dabei folgende wesentliche Zielstellungen:

- Überprüfung von Umweltzielen (incl. Überwachung der Einhaltung des Verschlechterungsverbotes),
- Grundlage der Maßnahmenplanung und Erfolgskontrolle der Maßnahmendurchführung,
- Beobachtung langfristiger Entwicklungen,
- Feststellung des Ausmaßes und der Auswirkungen unbeabsichtigter Verschmutzungen.

Dabei kommen folgende Monitoringarten zum Einsatz:

- Überblicksüberwachung,
- Operative Überwachung,
- Überwachung zu Ermittlungszwecken inkl. Alarmüberwachung.

Bei der Gestaltung des Monitoring, d. h. der Festlegung von Messstellen, der Auswahl der Parameter und der Festlegung von Messfrequenzen muss grundsätzlich zwischen der Überwachung biologischer und chemischer Komponenten unterschieden werden, wobei ebenso das räumliche und zeitliche Verhalten der verschiedenen Qualitätskomponenten berücksichtigt werden muss.

Die zu erstellenden Überwachungsprogramme müssen bis zum 22. Dezember 2006 anwendungsbereit sein.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die einzelnen Monitoringarten detailliert betrachtet.

## **2.4.2 Überblicksüberwachung**

### **Ziele**

Die Überblicksüberwachung verfolgt folgende wesentliche Ziele:

- Ergänzung und Validierung des in Anhang II der WRRL beschriebenen Verfahrens zur Beurteilung der Auswirkungen;
- wirksame und effiziente Gestaltung künftiger Überwachungsprogramme;
- Bewertung der langfristigen Veränderungen der natürlichen Gegebenheiten und
- Bewertung der langfristigen Veränderungen aufgrund ausgedehnter menschlicher Tätigkeiten.

Um eine zusammenhängende und umfassende Aussage über den Gewässerzustand in der Flussgebietseinheit zu ermöglichen besteht die Überblicksüberwachung aus folgenden Elementen:

- Überwachung mindestens aller gemäß WRRL erforderlichen Qualitätskomponenten an repräsentativen und bedeutsamen Messstellen;
- Auswertung der gebietsbezogenen Gewässerbewertung aus der operativen Überwachung..

### **Messstellen**

Für die Überblicksüberwachung werden Messstellen in Wasserkörpern an den Mündungen bedeutender Nebenflüsse und an geeigneten Stellen im Hauptstrom gewählt, so dass ein aussagefähiger Überblick über die Flussgebietseinheit gewonnen wird. In den Wasserkörpern werden an diesen Messstellen alle relevanten Parameter für alle Qualitätskomponenten überwacht, wobei die Messstellen innerhalb des Wasserkörpers komponentenspezifisch gewählt werden können. Die Messstellen sollten möglichst auch die Berichtspflichten anderer EG-Richtlinien und internationaler Übereinkommen (z.B. 76/464/EWG, Nitratrichtlinie, HELCOM, etc.) abdecken und langjährige vorhandene Datenreihen nutzen. Unter dem Gesichtspunkt eines grenzüberschreitenden Gewässermanagements ist dabei eine Abstimmung mit den verantwortlichen Stellen der Region Kaliningrad zwingend erforderlich.

### **Parameter und Komponenten**

Die zu untersuchenden stofflichen Parameter ergeben sich aus den Anhängen VIII bis X der WRRL, und beziehen damit die bestehenden Richtlinien mit ein. Im Rahmen der Überblicksüberwachung sind Aussagen für alle Stoffe die in signifikanten Mengen in die Flussgebietseinheit, das Teileinzugsgebiet bzw. den Bewirtschaftungsraum eingeleitet werden, zu treffen. Die Prüfung auf Signifikanz stützt sich dabei auf die Überschreitung der jeweils halben Umweltqualitätsnorm im Wasserkörper, auf Erkenntnisse bezüglich für den Stoff relevanter vorhandener Punktquellen bzw. diffuser Quellen oder auf Messungen in vergleichbaren Bewirtschaftungsräumen.

Zur Überprüfung der Plausibilität der Messdaten ist eine begleitende Untersuchung der allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten erforderlich.

Die Überwachung der biologischen Qualitätskomponenten an den Überblicksmessstellen lässt meist nur den Rückschluss auf die lokale, ggf. die regionale, Gewässersituation zu. Trotzdem sind im Rahmen der Überblicksüberwachung auch die biologischen Komponenten und Parameter an den für die

Überblicksüberwachung ausgewählten Wasserkörpern zu untersuchen. Eine repräsentative Aussage über die Situation im gesamten Einzugsgebiet der Überblicksmessstelle wird dann durch die ergänzende Auswertung der operativen Gewässerüberwachung und –beurteilung erhalten.

### **Messfrequenzen**

Die in der WRRL genannten Messfrequenzen stellen eine Minimalanforderung dar und sind unter Berücksichtigung des jeweiligen Überwachungsziels, der zu überwachenden Qualitätskomponente und des Anspruchs an die Zuverlässigkeit der zu treffenden Aussage anzupassen. Eine zeitliche Streuung der Überblicksüberwachung einer Flussgebietseinheit, eines Teileinzugsgebietes bzw. eines Bewirtschaftungsraumes, d. h. nicht alle Messstellen werden im gleichen Jahr untersucht, kann u. U. das Maß der Zuverlässigkeit der Aussage erhöhen.

Die Zeitpunkte der Messungen sollten so gewählt werden, dass die Auswirkungen jahreszeitlich bedingter Schwankungen bzw. die Einflüsse extremer Trockenwetterperioden oder starken Hochwassers auf die Ergebnisse so gering wie möglich sind.

Für die Überwachung der Stoffe der Anhänge VIII (soweit flussgebietsspezifisch), IX und X ergeben sich Anforderungen aus der Tochtrichtlinie zur Umsetzung des Art. 16 der WRRL, aus der Richtlinie 76/464/EWG und aus den sonstigen Richtlinien und Übereinkommen. Auf dieser Grundlage werden folgende Messfrequenzen vorgeschlagen:

Tabelle 11 Messfrequenzen der spezifischen Schadstoffe für den ökologischen und chemischen Zustand

<b>Komponenten</b>	<b>Flüsse</b>	<b>Übergangsgewässer</b>
Anhang IX und X	13 x / Jahr	13 x / Jahr
Flussgebietsspezifische Schadstoffe > UQN	4-13 x / Jahr*	4-13 x / Jahr*
Flussgebietsspezifische Schadstoffe < UQN und > ½ UQN	4 x / Jahr; falls Frachtbetrachtungen erforderlich 13 x / Jahr	4 x / Jahr; falls Frachtbetrachtungen erforderlich 13 x / Jahr
Sonstige Schadstoffe < ½ UQN mit Berichtspflicht an ausgewählten Messstellen	Entsprechend der jeweiligen Berichtspflicht	Entsprechend der jeweiligen Berichtspflicht

\* Die Messfrequenzen sind grundsätzlich so festzulegen, dass ein hinreichendes Maß an Zuverlässigkeit und Genauigkeit erhalten wird

Für die Anforderung „Überblicksüberwachung biologischer Komponenten“ wird im Wesentlichen auf eine Auswertung der Ergebnisse der operativen Überwachung zurückgegriffen. Diese Ergebnisse sind mindestens einmal in 6 Jahren zu aktualisieren. An den für die Überblicksüberwachung ausgewählten Messstellen wird die in Tabelle 12 angegebene Messfrequenz empfohlen.

Aus den zurzeit laufenden Praxistests der neu entwickelten biologischen Mess- und Bewertungsverfahren können sich Änderungen der hier vorgeschlagenen Messfrequenzen ergeben.

Tabelle 12 Messfrequenzen für biologische und unterstützende Komponenten

Parameter	Messfrequenz	Untersuchungszeitraum	Untersuchungsintervall
Phytoplankton	6 x / a	relevante Vegetationsperiode	alle 3 Jahre
Phytobenthos	2 x / a	1 x Jun.-Sep. 1 x Okt.-Nov.	alle 3 Jahre
Makrophyten	1 x / a	Jun.-Sep.	alle 3 Jahre
Makrozoobenthos	1 x / a	Mär.-Apr. bzw. Jun. ggf. Jul.	alle 3 Jahre
Fischfauna: Salmonidengewässer	1 x / a	Frühsommer / Sommer	alle 2 Jahre
Cyprinidengewässer	2 x / a	1 x Frühjahr / Sommer 1 x Herbst	alle 2 Jahre
Kontinuität	einmalige bedarfsgerechte Erhebung, fortlaufende Fortschreibung	fortlaufend	fortlaufend
Hydrologie	kontinuierlich	fortlaufend	fortlaufend
Morphologie	einmalige bedarfsgerechte Erhebung, fortlaufende Fortschreibung	fortlaufend	alle 6 Jahre oder kontinuierliche Fortschreibung
Wärmehaushalt	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend
Sauerstoff	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend
Chlorid	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend
Stickstoff	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend
Phosphat	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend
Versauerung (pH-Wert)	13 x / a	fortlaufend	fortlaufend

Auf der Grundlage der dargestellten Sachverhalte wird empfohlen die vorhandenen und in der folgenden Abbildung dargestellten Messstellen auch zukünftig für die Überblicksüberwachung zu nutzen und die zu untersuchenden Parameter und Komponenten sowie die Messfrequenzen entsprechend der oben dargestellten Grundsätze anzupassen.

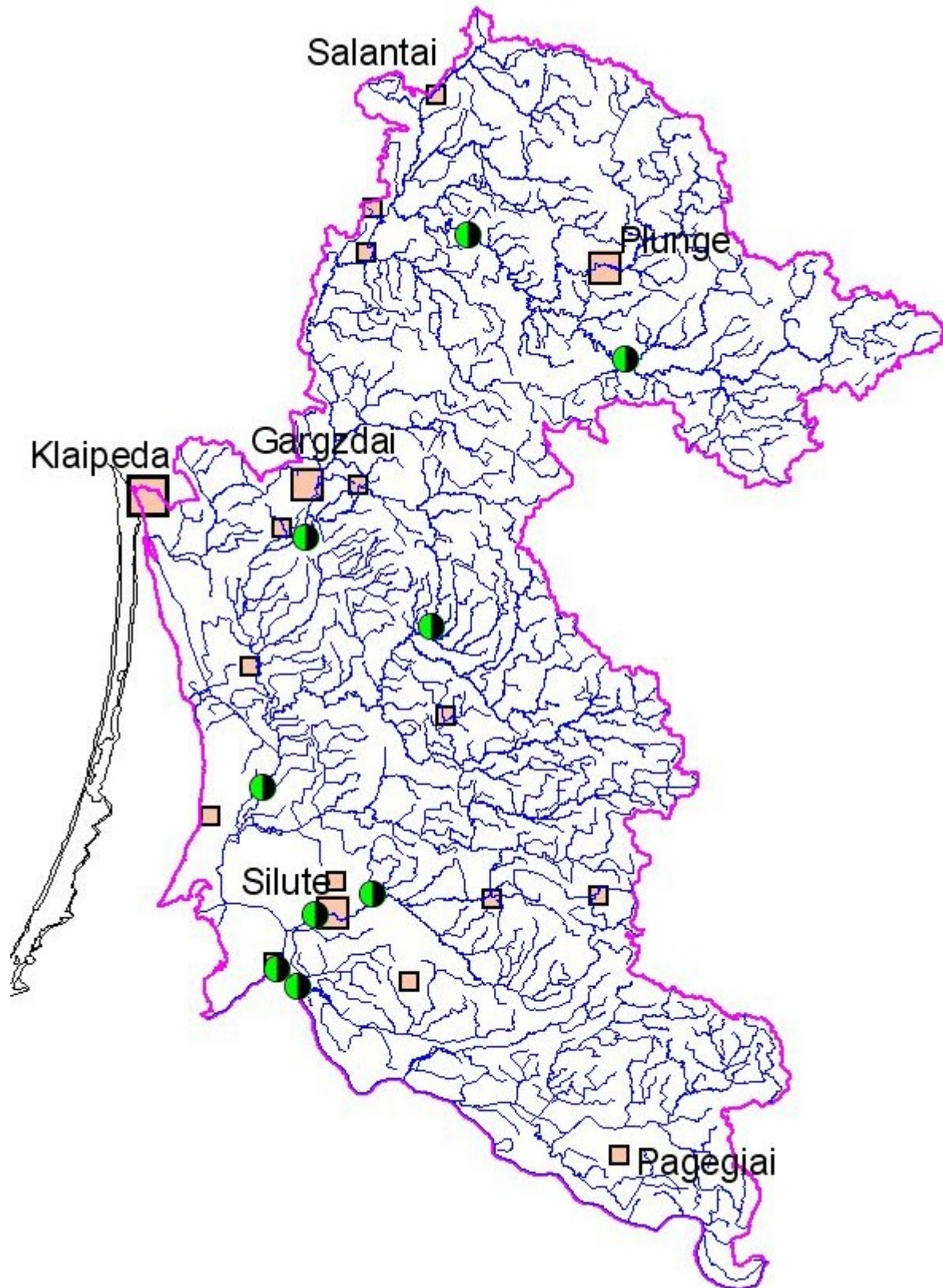


Abbildung 12 Messstellen Überblicksüberwachung

### **2.4.3 Operative Überwachung**

#### **Ziele**

Die operative Überwachung verfolgt folgende wesentliche Ziele:

- Bestimmung des Zustandes der als „gefährdet“ ausgewiesenen Wasserkörper,
- Bewertung aller auf die Maßnahmenprogramme zurückgehenden Veränderungen am Zustand dieser Wasserkörper.

Die operative Überwachung wird an allen Wasserkörpern durchgeführt, die die Umweltziele im vorangegangenen Überwachungszyklus noch nicht erreicht haben.

#### **Messstellen**

Die Messstellen sollten so ausgewählt werden, dass Belastungen aus Punktquellen und aus diffusen Quellen sowie hydromorphologische Belastungen repräsentativ erfasst werden können.

Liegen Belastungen aus Punktquellen (punktuelle Schadstoffeinträge, punktuelle hydraulische oder thermische Belastungen, Querverbauungen, etc.) vor, so muss das Ausmaß der stofflichen und/oder der hydraulischen Belastungen und deren Auswirkungen auf das aufnehmende Gewässersystem bewertet werden können. Dazu sind in dem unmittelbar betroffenen Wasserkörper Lage und Anzahl von Überwachungsstellen so festzulegen, dass mit hinreichender Genauigkeit und Zuverlässigkeit eine Aussage für das gesamte beeinflusste Gewässersystem erhalten wird.

Liegen Belastungen aus diffusen Quellen oder Belastungen durch hydromorphologische Veränderungen vor, ist nicht jeder einzelne betroffene Wasserkörper zu überwachen, sondern hier kann geeignet gruppiert werden. Dabei ist die Gruppierung so vorzunehmen, dass die durch die diffusen Belastungen bzw. durch die hydromorphologischen Veränderungen bedingten Zustandsverschlechterungen tatsächlich repräsentiert werden.

#### **Parameter und Komponenten**

Bei der Auswahl der Parameter und Komponenten der operativen Überwachung sind folgende Aspekte zu beachten:

- Bezüglich der für die Belastungen kennzeichnenden biologischen Qualitätskomponenten sind diejenigen Parameter auszuwählen, die relevante Indikatoren für die betreffenden Qualitätskomponenten darstellen und die auf die Belastungen am empfindlichsten reagieren.
- Eine Untersuchung der allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten sollte immer dann erfolgen, wenn entsprechende Belastungsfaktoren vorliegen. Die Untersuchung dieser Komponenten ist darüber hinaus eine wesentliche Grundlage zur fachlichen Beurteilung der biologischen Daten.
- Eine Untersuchung der hydromorphologischen Qualitätskomponenten sollte immer dann erfolgen, wenn entsprechende Belastungsfaktoren vorliegen. Die Untersuchung dieser Komponenten ist darüber hinaus ebenfalls eine wesentliche Grundlage zur fachlichen Beurteilung der biologischen Daten.

- Spezifische synthetische und nicht-synthetische Schadstoffe des Anhangs VIII sind dann zu untersuchen, wenn die Belastungsanalyse oder vorhandene Immissionsdaten eine signifikante Belastung anzeigen.
- Sofern Einträge eines oder mehrerer Stoffe der Anhänge IX und X in den Wasserkörper vorliegen, ist dieser Stoff bzw. sind diese Stoffe zu untersuchen.

### Messfrequenzen

Bei der Festlegung der Messfrequenzen für die operative Überwachung muss ein belastbares Maß an Zuverlässigkeit und Genauigkeit sichergestellt werden. Dies kann aufgrund der kleinräumigeren Betrachtungsweise gegenüber der Überblicksüberwachung verdichtete Messfrequenzen oder auch rotierende Messsysteme erfordern. Jedoch gilt auch hier, dass bei Einhaltung der Qualitätskriterien für einzelne Qualitätskomponenten die Messfrequenz für die jeweilige Komponente unter Einhaltung der Mindestfrequenzen reduziert werden kann.

An Wasserkörpern, die Gefahr laufen, die Umweltziele nicht zu erreichen, ist für die relevanten Komponenten und Parameter die operative Überwachung fortlaufend durchzuführen.

### Beispiel – Einzugsgebiet der Sysa

In der nachfolgenden Abbildung werden Messstellen für die operative Überwachung im Einzugsgebiet der Sysa vorgeschlagen. Diese orientieren sich an den ermittelten Belastungen.

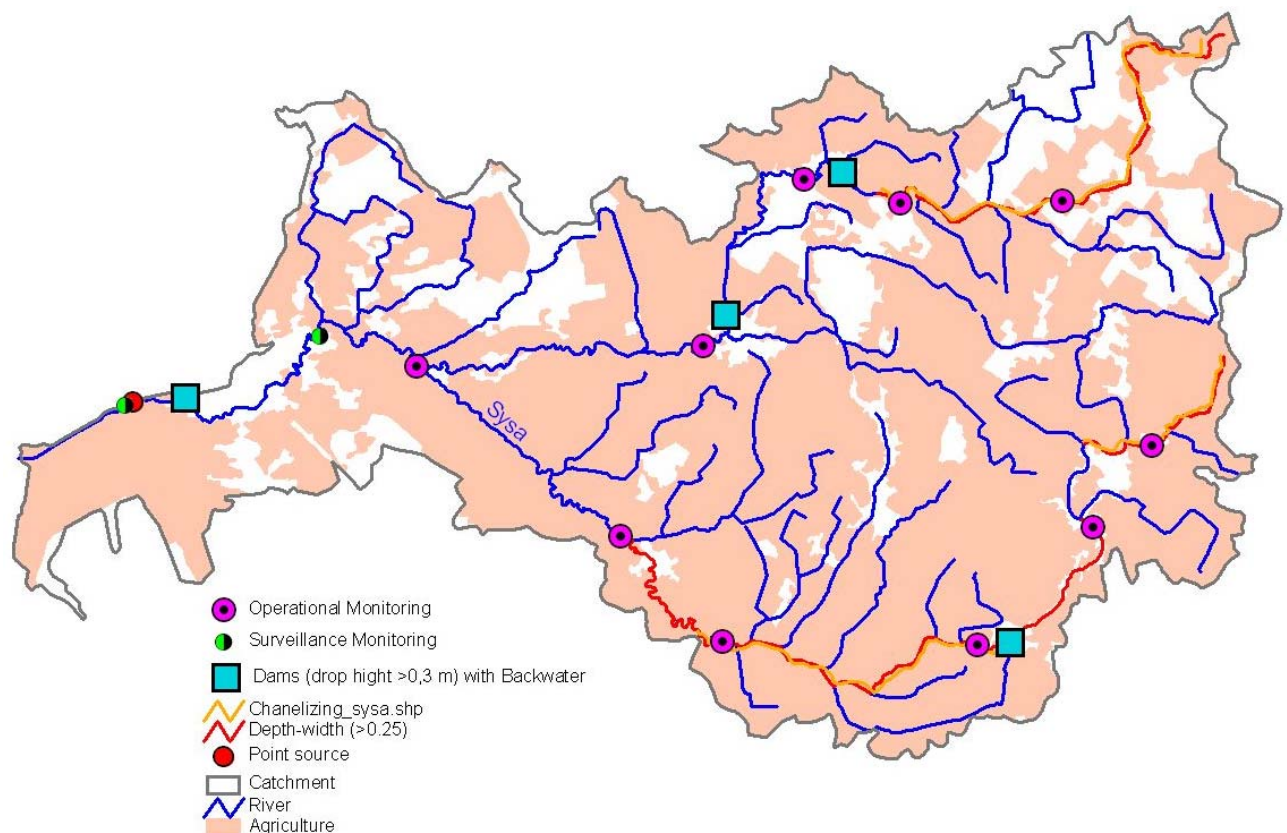


Abbildung 13 Operative Überwachung im Einzugsgebiet der Sysa

#### **2.4.4 Überwachung zu Ermittlungszwecken**

Die Überwachung zu Ermittlungszwecken wird in Einzelfällen durchgeführt:

- wenn die Gründe für Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen unbekannt sind,
- wenn aus der Überblicksüberwachung hervorgeht, dass die Ziele für Oberflächenwasserkörper voraussichtlich nicht erfüllt werden können und noch keine operative Überwachung festgelegt worden ist. Ziel ist, die Gründe für die Nichterreichung der Ziele festzustellen oder
- um das Ausmaß und die Auswirkungen unbeabsichtigter Verschmutzungen festzustellen.

Die Überwachung zu Ermittlungszwecken ist nicht mit der Alarmüberwachung zur Erkennung von Unfällen und plötzlich auftretenden Schäden gleichzusetzen.

Das festzulegende Messstellennetz und die Überwachungsfrequenzen sind für den Einzelfall problembezogen festzulegen.

#### **2.4.5 Grenzüberschreitendes Monitoring**

Für das Einzugsgebiet des Unteren Nemunas und das Kurische Haff sind auch beim Monitoring grenzüberschreitende Aspekte zu berücksichtigen. Die Notwendigkeit einer grenzüberschreitenden Koordinierung der Monitoringaktivitäten ergibt sich aus der Verpflichtung aller beteiligten Partner für einen gemeinsamen nachhaltigen Schutz der grenzüberschreitenden Gewässer. Grundlagen für die Koordinierung der Monitoringaktivitäten sind folgende internationalen Vereinbarungen:

- ECE Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes,
- Wasserrahmenrichtlinie,
- Zwei- und dreiseitige Abkommen (Republik Litauen, Russische Föderation/Gebiet Kaliningrad),
- Nationales Recht der Republik Litauen und der Russischen Föderation/Gebiet Kaliningrad.

Gemeinsame litauisch-russische Monitoringaktivitäten insbesondere am Nemunas sind bekannt. Details zu diesen Monitoringaktivitäten konnten im Rahmen des vorliegenden Projektes trotz umfangreicher Bemühungen aber nicht ermittelt werden, weil die föderalen russischen Behörden trotz Einschaltung des deutschen Bundesumweltministeriums die Freigabe der Daten nicht erteilt haben.

Aufbauend auf den bereits durchgeführten gemeinsamen Monitoringaktivitäten sollten diese als Grundlage für die Festlegung gemeinsamer Bewirtschaftungsziele und nachfolgender koordinierter gemeinsamer Maßnahmen im Einzugsgebiet des Kurischen Haffs intensiviert werden (siehe Kapitel 5).



### 3 Grundwasser

#### 3.1 Ermittlung des Stoffeintrages über Drainagen und Grundwasser am Beispiel Minija Kartena

Im Rahmen der durchgeführten Analyse zur Erfassung des anthropogenen Einflusses auf den Zustand von Grund- und Oberflächenwasser in der Projektphase I wurde festgestellt, dass der Anteil landwirtschaftlicher Flächennutzung im litauischen Anteil des Pilotgebietes bei 65 % liegt. Die Auswirkungen des hohen Anteils an landwirtschaftlicher Flächennutzung auf den Zustand der Gewässer konnte in der Projektphase I aufgrund fehlender Daten nur vermutet werden. Ein besonders hohes Austragspotential besteht auf den drainierten Flächen. Der Anteil dieser Flächen in der Landwirtschaft beträgt im Pilotgebiet etwa 85 %.

In der Phase II des Projektes wurde deshalb versucht, den Anteil der Nährstofffrachten aus Drainagen und dem Grundwasser für ein ausgewähltes Teileinzugsgebiet zu bestimmen. In Abstimmung mit dem EPA wurde das Einzugsgebiet der Minija oberhalb der Messstation Kartena ausgewählt (Abbildung 14).

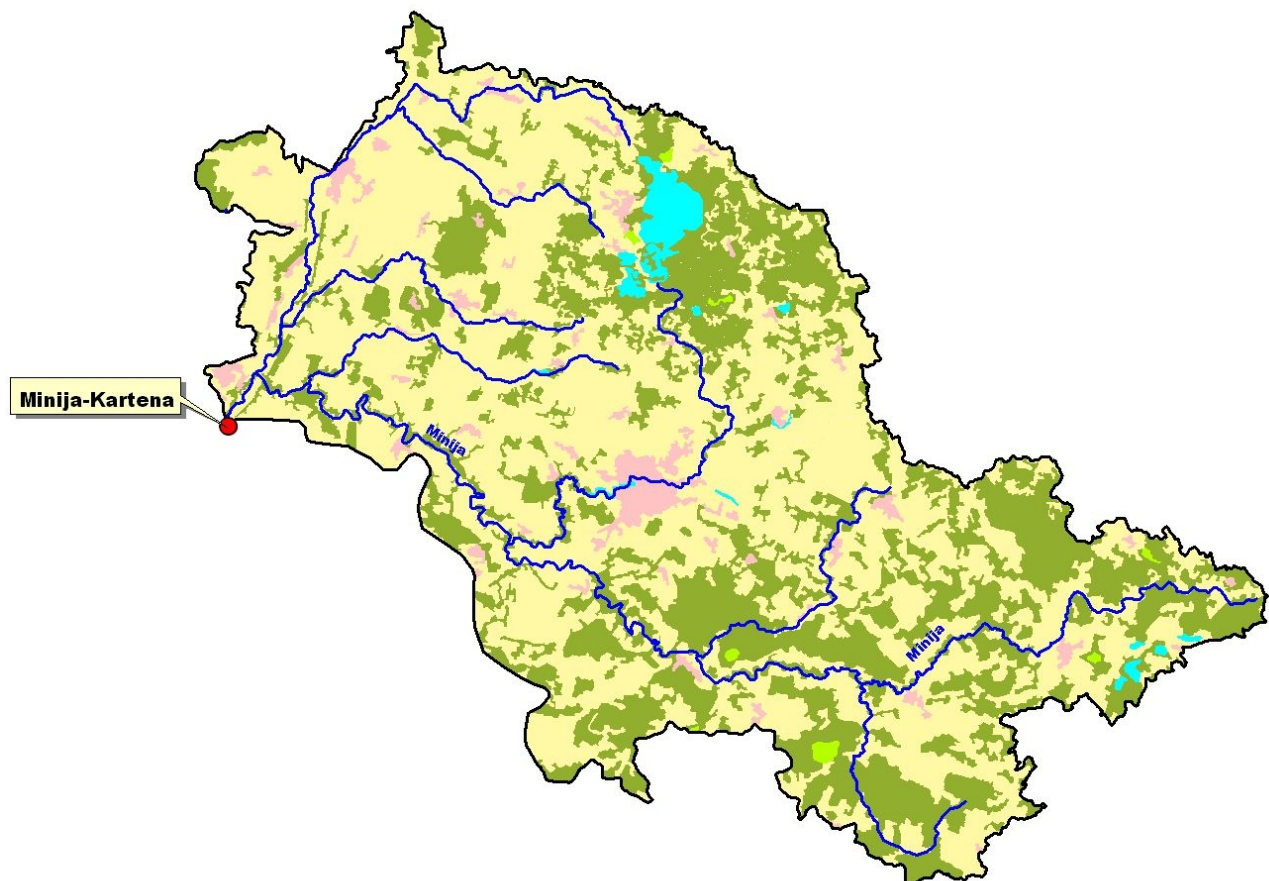


Abbildung 14 Einzugsgebiet der Messstelle Minija-Kartena

Das Einzugsgebiet an der Messstation Kartena ist etwa 1.200 km<sup>2</sup> groß. Innerhalb des Gebietes leben etwa 43.000 Menschen. Größere Städte sind Plunge, Salantai und Stalgenai. Der Referenzzeitraum zur Ermittlung des diffusen Eintrags über drainierte landwirtschaftliche Flächen und dem Grundwasser ist 2001 – 2003.

### **Nährstoffeinträge über landwirtschaftlich drainierte Flächen**

Die Ermittlung der Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich drainierten Gebieten erfolgte durch das Water Management Institute der Universität Kaunas. Folgende Arbeiten wurden dabei zur Bestimmung der Nährstoffeinträge durchgeführt:

- Abgrenzung des Einzugsgebietes der Messstation Minija Kartena
- Bestimmung der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Flächennutzungen
- Ermittlung des Anteils drainierter landwirtschaftlicher Flächen
- Ermittlung der durchschnittlichen Konzentration an N und P in beobachteten Monitoringstationen in Westlitauen für den Referenzzeitraum
- Bestimmung des Abflusses aus landwirtschaftlichen drainierten Gebieten
- Bestimmung der Frachten an N und P aus Drainagen

Die ermittelten Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich drainierten Flächen sind in der nachfolgenden Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13 Ermittelte Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich drainierten Flächen in t/a

	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2001 – 2003</b>
TN	977	898	604	826
TP	4.1	9.4	6.6	6.7

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass insgesamt etwa 826 t/a TN und 6,7 t/a TP im Referenzzeitraum aus drainierten Flächen im Einzugsgebiet in die Gewässer eingetragen werden. Der Bericht des Water Management Institute ist als **Anlage 1** beigefügt.

### **Nährstoffeinträge über das Grundwasser**

Die Bestimmung des Nährstoffeintrags aus dem Grundwasser erfolgte auf der Basis einer Separation des grundwasserbürtigen Anteils am Gesamtabfluss der Minija sowie der gemessenen Nährstoffkonzentration bei Niedrigwasser. Eine flächendifferenzierte Bewertung der mittleren Nährstoffkonzentrationen im Grundwasser als Grundlage zur Berechnung des Nährstoffeintrags im Einzugsgebiet ist auf der Basis der verfügbaren Daten nicht möglich. Der Anteil der Nährstofffrachten aus dem Grundwasser wurde deshalb auf der Basis der Nährstofffrachten bei Niedrigwasser ermittelt. Dabei wurde der Einfluss von Punktquellen berücksichtigt.

Im Referenzzeitraum lag der mittlere Gesamtabfluss an der Minija (Kartena) bei 16 m<sup>3</sup>/s. In Auswertung der in Abbildung 15 dargestellten Abflussganglinie betrug der Grundwasserabfluss im Referenzzeitraum 5.6 m<sup>3</sup>/s.

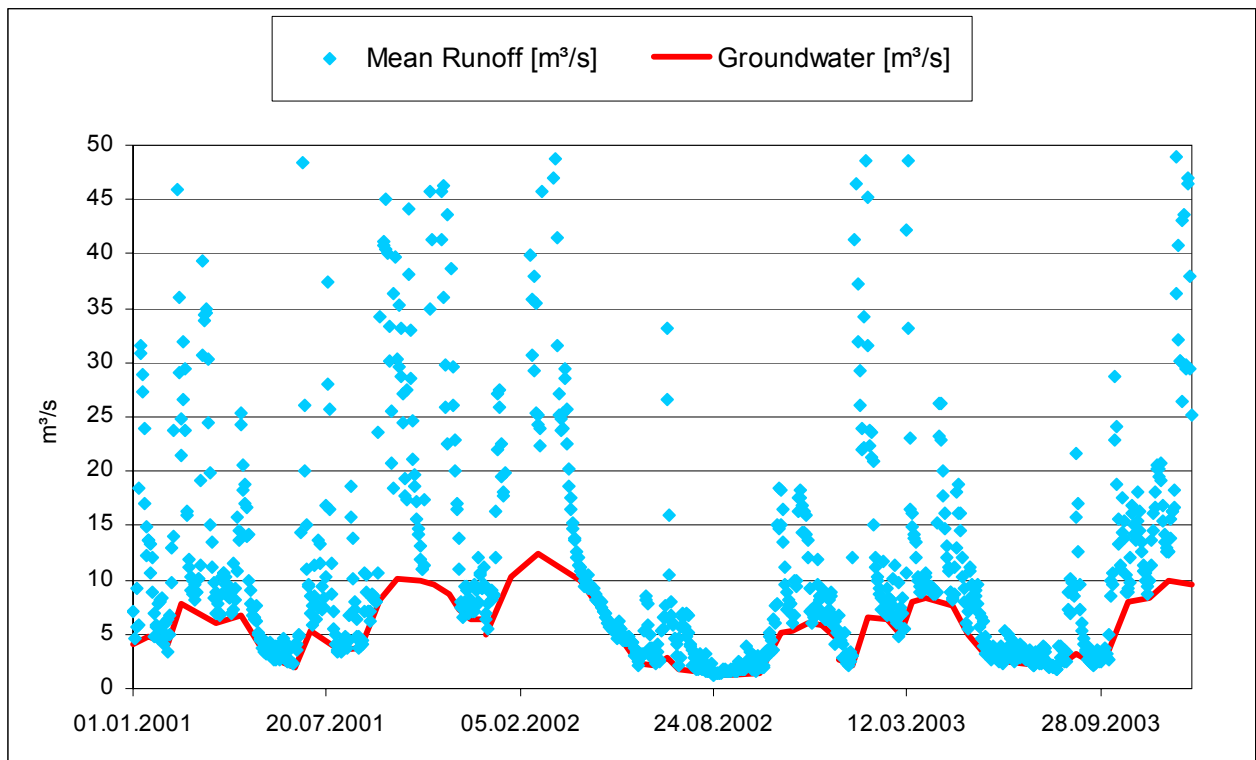


Abbildung 15 Täglicher Abfluss der Minija (Kartena) mit Abtrennung des grundwasserbürtigen Abflusses

Der Abfluss bei Niedrigwasser wird ausschließlich aus dem grundwasserbürtigen Abflussanteil gebildet. Deshalb können andere Eintragspfade für N und P wie z.B. Erosion, Drainagen und Einträge von urbane Flächen vernachlässigt werden. Eine Ausnahme bilden Punktquellen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, dass der Einfluss von Punktquellen an der Gesamtfracht für N nicht relevant ist. Deshalb konnte zur Berechnung der Fracht von N aus dem Grundwasser die mittlere Konzentration bei Niedrigwasser verwendet werden. Sie beträgt 1.4 mg/l. Mit der mittleren Konzentration und dem ermittelten grundwasserbürtigen Abflussanteil konnte die Gesamtfracht aus dem Grundwasser ermittelt werden. Sie beträgt 248 t/a.

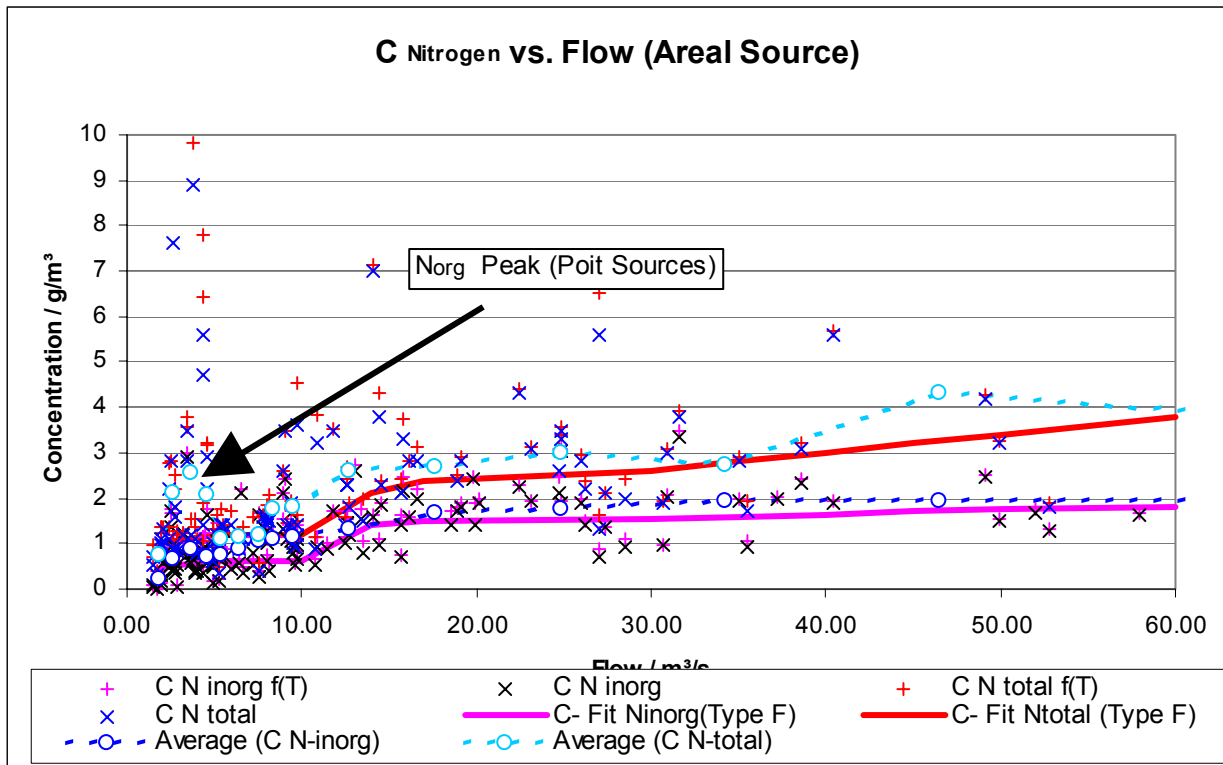


Abbildung 16 Abhängigkeit der N-Konzentration vom Abfluss

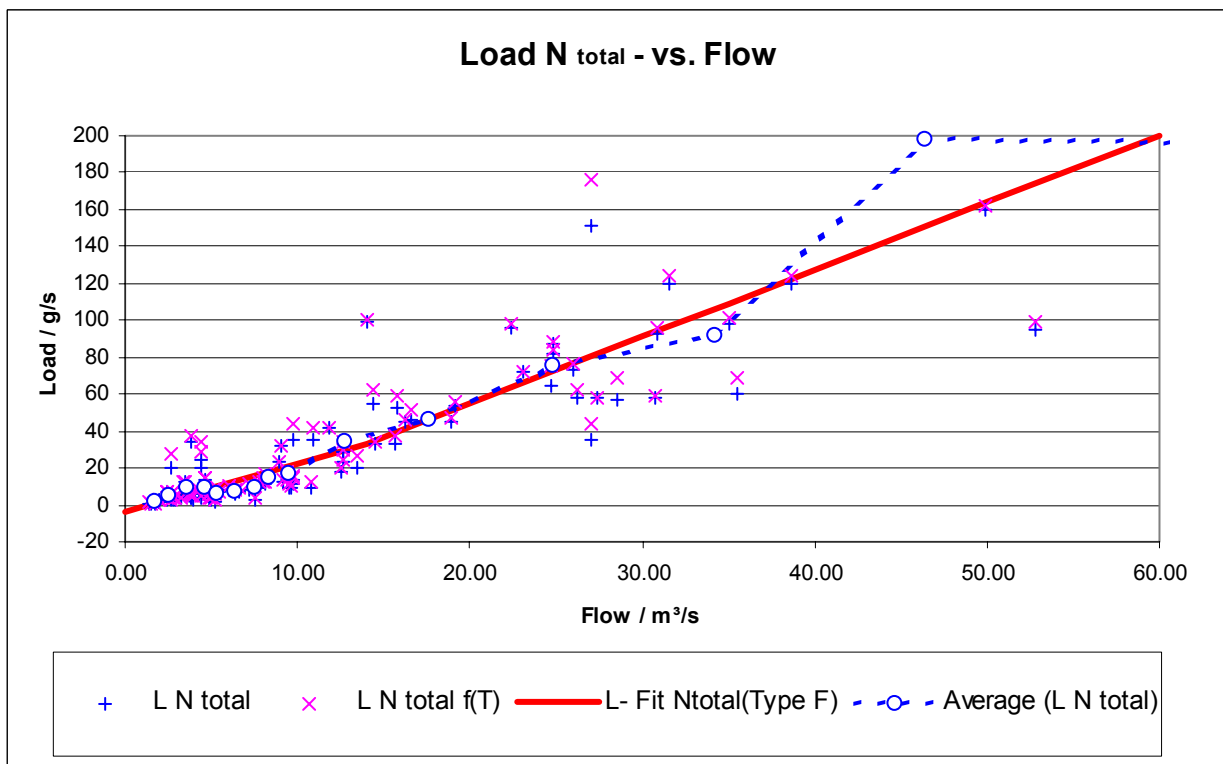


Abbildung 17 Abhängigkeit der N-Fracht vom Abfluss

Im Gegensatz zum N kann beim P nicht die mittlere Niedrigwasserkonzentration zur Berechnung der Frachten aus dem Grundwasser genutzt werden. Aus den beiden nachfolgenden Abbildungen ist ersichtlich, dass die P-Konzentration bei Niedrigwasser von Punktquellen dominiert wird.

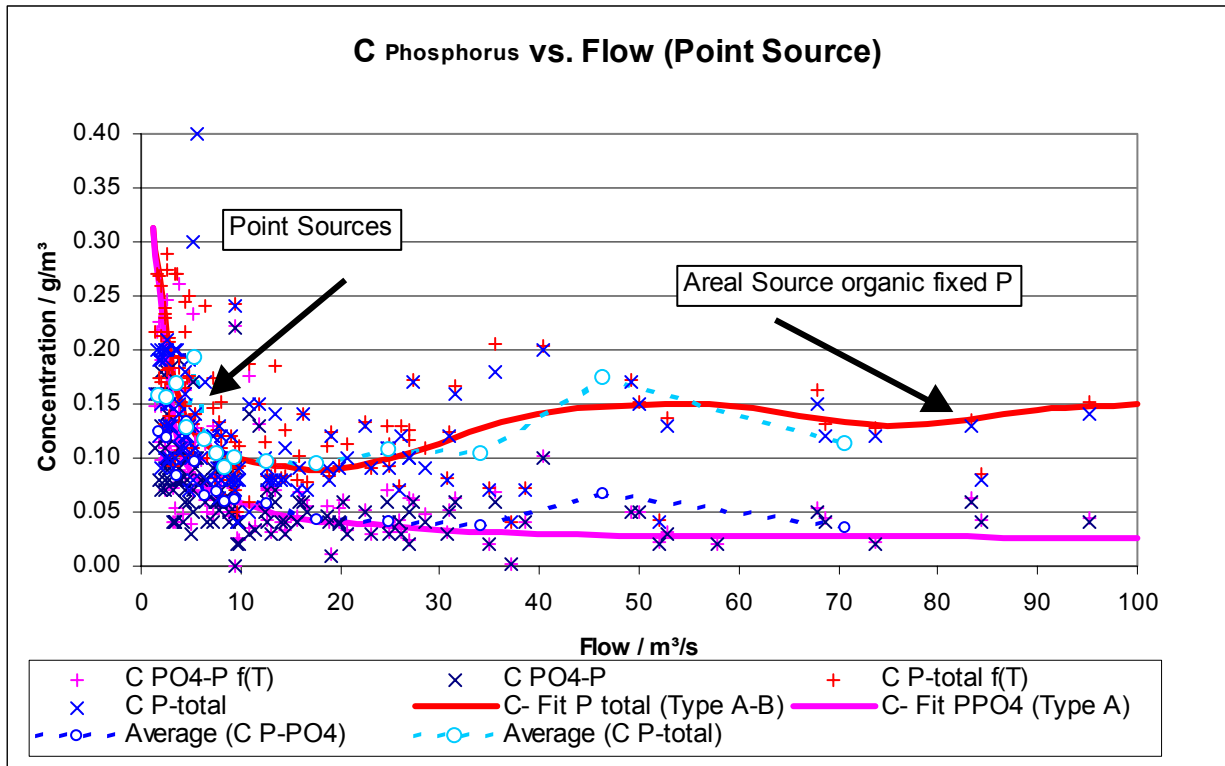


Abbildung 18 Abhängigkeit der P-Konzentration vom Abfluss

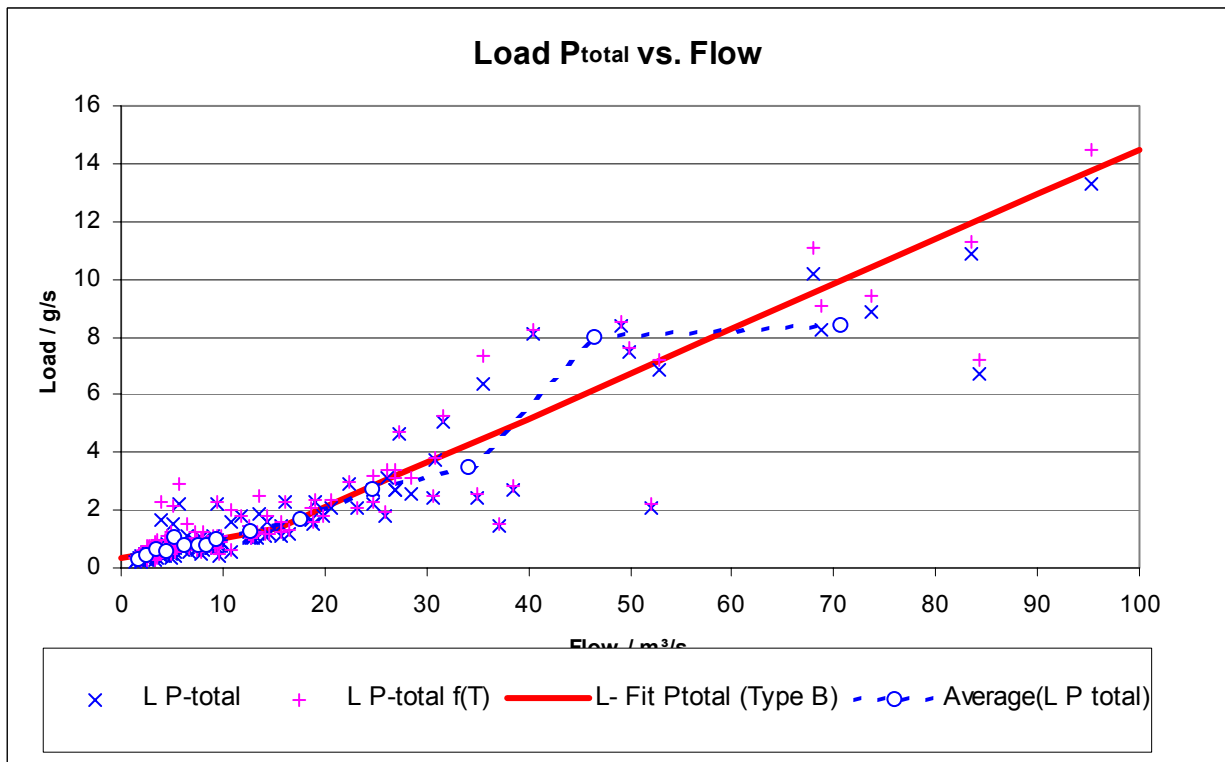


Abbildung 19 Abhängigkeit der P-Fracht vom Abfluss

Zur Berechnung der Fracht aus dem Grundwasser wurde eine mittlere P-Konzentration von 0.05 mg/l ( $\text{PO}_4$ ) angenommen. Diese Konzentration wurde aus vorhandenen Grundwasserbeschaffenheitsdaten abgeleitet. Daraus ergibt sich eine mittlere P-Fracht aus dem Grundwasser von ca. 8,8 t/a.

Die Gegenüberstellung der ermittelten N und P Frachten aus Drainagen und dem Grundwasser mit den gemessenen Frachten an der Station Minija Kartena zeigen (Tabelle 14), dass die N-Frachten aus dem Grundwasser und Drainagen etwa den gemessenen Frachten entspricht. Drainagen und Grundwasser bilden daher einen signifikanten Eintragspfad für Nährstoffe.

Im Gegensatz dazu zeigen die Berechnungen für P, dass der Eintrag von P über diese Eintragspfade deutlich geringer ist als beim N. Erfahrungsgemäß sind hier die Eintragspfade Erosion und Punktquellen entscheidend.

Tabelle 14 Berechnete und gemessene Frachten in t/a

	<b>Fracht gemessen</b>	<b>Drainagen</b>	<b>Grundwasser</b>	<b>Anteil an Fracht</b>
TN	1137	827	246	94 %
TP	64.7	6.7	8.8	24 %

### 3.2 Grenzüberschreitende Entnahmen im Bereich Pagegiai und Sovetsk / Neman

In der Phase I des Projektes wurde erkannt, dass die tieferen Grundwasserleiter grenzüberschreitende Wasserkörper sind. Die Wasserversorgung der Grenzstädte Pagegiai (Litauen) und Sovetsk / Neman (Kaliningrad) erfolgt aus dem tieferen Grundwasserleiter der Oberen Kreide. Die Wasserfassungen in Sovetsk und Neman liegen etwa 6 km und 10 km von Pagegiai entfernt (Abbildung 20). Aufgrund der Entnahmemengen auf Kaliningrader Gebiet kann davon ausgegangen werden, dass sich die Entnahmen bis auf litauisches Territorium auswirken. Im Rahmen des Projektes wurde versucht, die hydrogeologische Situation in diesem Bereich darzulegen und daraus Empfehlungen für eine nachhaltige grenzüberschreitende Gewässernutzung abzuleiten. Die Darstellung der hydrogeologischen Situation im Bereich dieser Wasserfassungen basiert ausschließlich auf Daten vom Geologischen Dienst Litauens sowie alten Erkundungsberichten. Aufgrund der fehlenden Datenfreigabe der russischen Seite konnten keine detaillierten Informationen zu den Wasserfassungen in Neman und Sovetsk ermittelt werden.

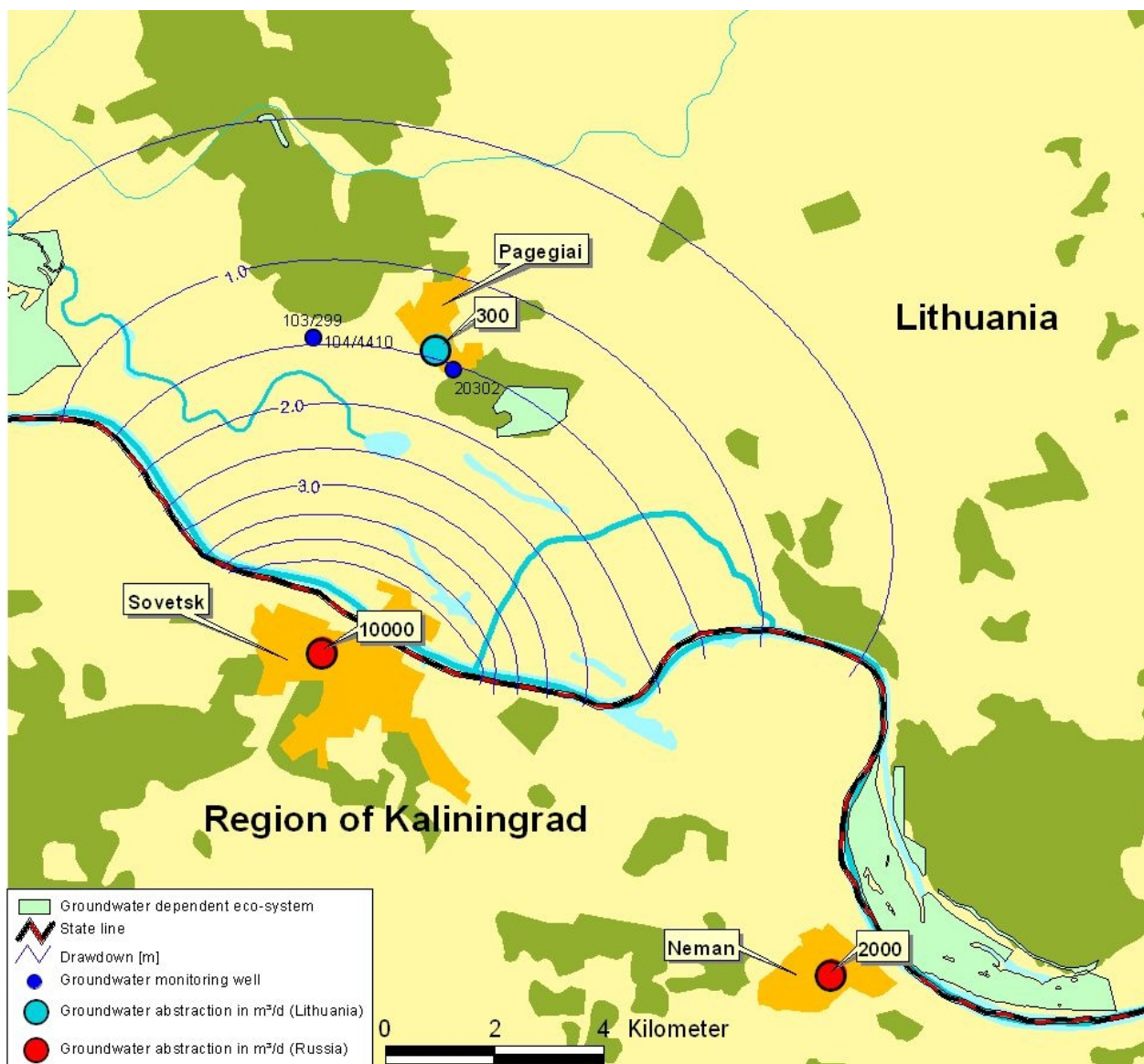


Abbildung 20 Grenzüberschreitende Grundwasserentnahmen im Gebiet Pagegiai, Sovetsk und Neman

Die derzeitigen Grundwasserentnahmemengen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 15 Grundwasserentnahmemengen

Wasserfassung	Entnahme in m <sup>3</sup> /d	Grundwasserleiter
Pagegiai	300	Obere Kreide
Sovetsk	10.000	Obere Kreide
Neman	2.000	Obere Kreide

Die Grundwasserförderung in Pagegiai erfolgt über 3 Brunnen aus der Oberen Kreide. Die Entnahme ist von etwa 600 m<sup>3</sup>/d vor 1990 auf etwa 300 m<sup>3</sup> zurückgegangen (Abbildung 22).

Der Grundwasserleiter besitzt eine Mächtigkeit von etwa 30 m. Er besteht aus karbonatischen Gesteinen. Im Hangenden der Oberen Kreide befinden sich geringmächtige Sedimente des Quartärs. Die sandigen bis kiesigen Ablagerungen besitzen eine Mächtigkeit von etwa 20 m. Im Liegenden des Grundwasserleiters der Oberen Kreide befinden sich sandige Ablagerungen der Unteren Kreide, gefolgt vom Jura. Das Grundwasser im Jura ist hoch mineralisiert. Die prinzipiellen hydrogeologischen Bedingungen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

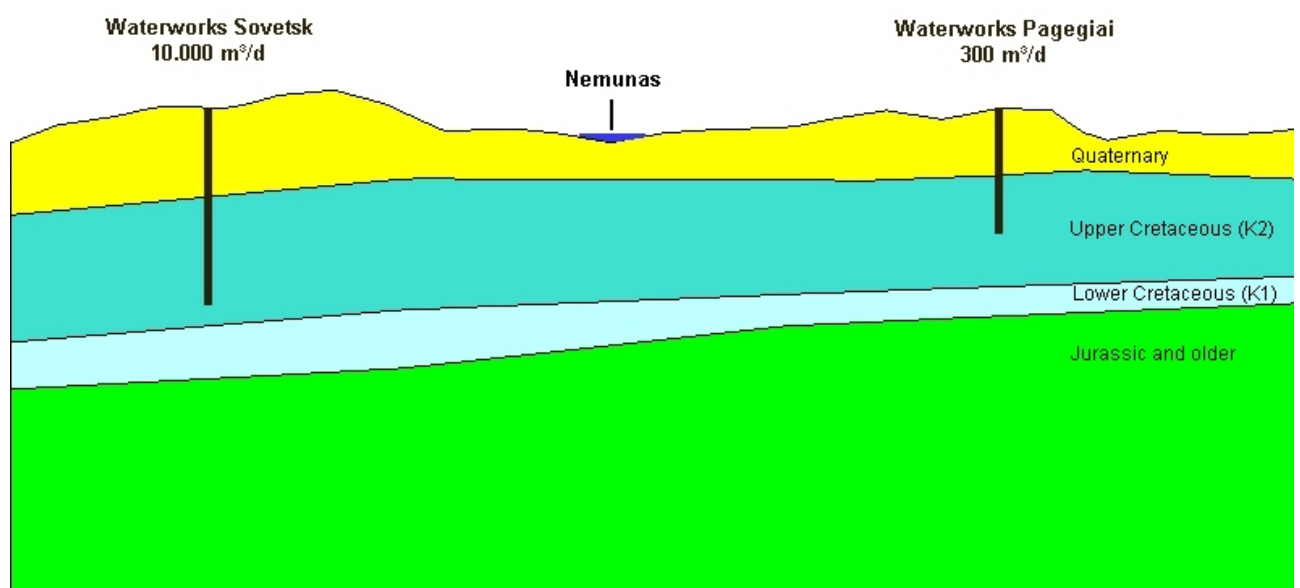


Abbildung 21 Schematischer geologischer Schnitt im Bereich der grenzüberschreitenden Entnahmen

Der Geologische Dienst Litauens und das Wasserwerk in Pagegiai besitzen keine Informationen zur Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen. Zur Bewertung der Beschaffenheit und des Grundwasserstandes wurden deshalb 2 Grundwassermessstellen des Landesmessnetzes herangezogen. Diese Messstellen befinden sich ca. in 2 km Entfernung von den Wasserwerksbrunnen (Abbildung 20).



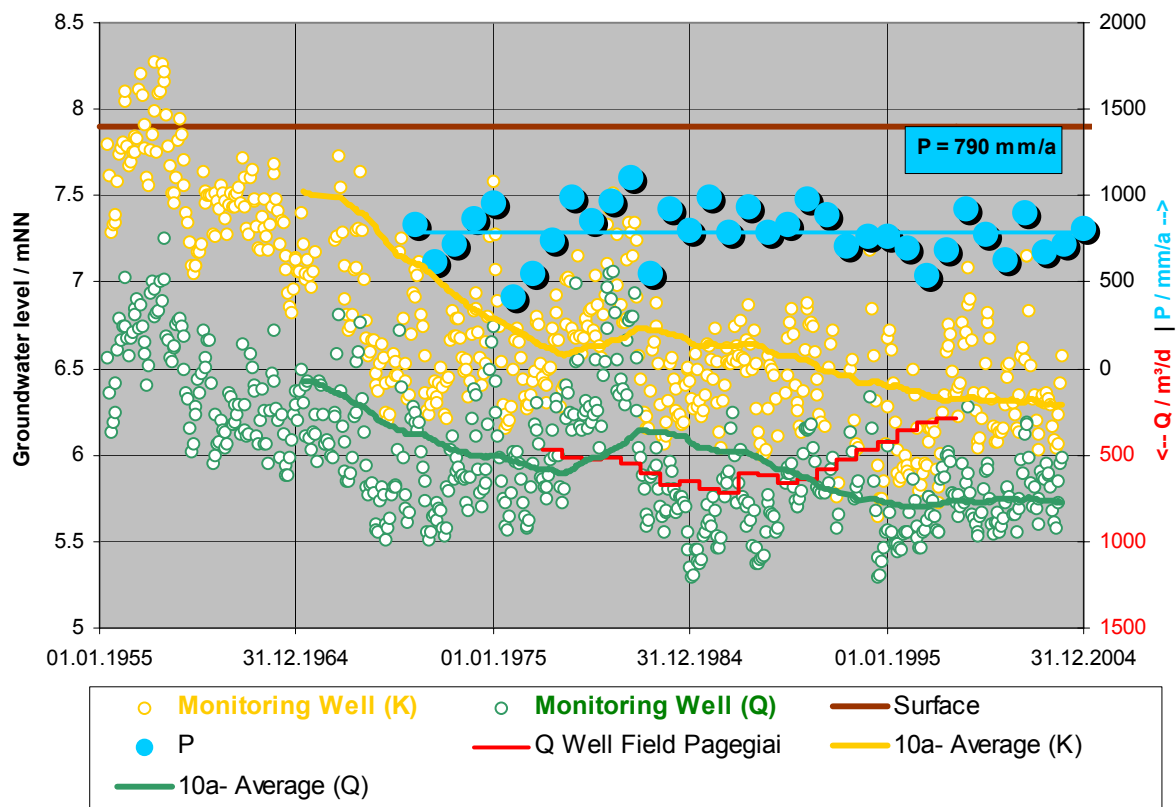


Abbildung 22 Hydrogeologisches Regime

Aus der Abbildung 20 ist erkennbar, dass eine Grundwasserstockwerksgliederung zwischen Quartär und Obere Kreide vorliegt. Das Grundwasser in der Oberen Kreide weist dabei ein etwa 1 m höheres Druckpotential auf. Damit erfolgt im Bereich von Pagegiai keine niederschlagsbezogene Grundwasserneubildung des Grundwasserleiters der Oberen Kreide. Die Grundwasserregime zwischen Oberer Kreide und dem Quartär sind nahezu identisch. Das ist ein deutlicher Hinweis auf eine gegenseitige hydraulische Abhängigkeit. Der mittlere Flurabstand im Bereich der Messstellen liegt bei etwa 1 m. Damit ist die Vegetation grundwasserabhängig. Auffällig bei der Betrachtung der langjährigen Grundwasserstands-entwicklung ist die deutliche Erniedrigung der Druckpotentiale des Grundwassers in der Kreide und im Quartär Anfang der 60-iger Jahre. Im Gegensatz dazu ist der langjährige mittlere Niederschlag nahezu konstant. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 790 mm. Das Absinken der Grundwasserspiegel steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit den größeren Grundwasserentnahmemengen im Kaliningrader Gebiet. Der Einfluss der größeren russischen Entnahmen auf die Grundwasserstände konnte modelltechnisch unter Berücksichtigung der angesetzten Fördermenge von 10.000 m<sup>3</sup>/d und den hydrogeologischen Bedingungen nachvollzogen werden. Die Modellergebnisse zeigen Absenkungen (Kreide) von bis zu 2 m (stationär) für den Raum Pagegiai im Vergleich zum natürlichen Zustand (Abbildung 20).

Die durchschnittlichen Konzentration von Hauptanionen und – Kationen in den Grundwassermessstellen zeigt eine deutliche hydrochemische Differenzierung. Das quartäre Grundwasser ist vom Typ Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>. Im Gegensatz dazu ist das Grundwasser in der Oberen Kreide vom Typ Na-Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>. Die

Beschaffenheit des Grundwasser aus der Oberen Kreide in Tabelle 16 zeigt die Anwesenheit von Austauschwasser vom  $\text{NaHCO}_3$ -Typ. Die Anwesenheit von Austauschwasser könnte ein Indiz für die Förderung statischer Grundwasservorräte sein.

Tabelle 16 Hydrochemische Charakterisierung des Grundwassers

Parameter	Quartär (GWM 299/103)		Obere Kreide (4410/104)	
	mg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l
$\text{Ca}^{2+}$	67.0	3.34	48.60	2.43
$\text{Mg}^{2+}$	18.0	1.48	20.60	1.69
$\text{Na}^+$	13.0	0.57	72.00	3.13
$\text{K}^+$	2.8	0.07	9.20	0.24
$\text{NH}_4^+$	1.0	0.06	0.00	0.00
<i>Summe Kationen</i>		5.52		7.49
$\text{Cl}^-$	15.2	0.43	24.00	0.68
$\text{NO}_3^{2-}$	1.0	0.02	0.60	0.01
$\text{NO}_2^-$	0.0	0.00	0.00	0.00
$\text{SO}_4^{2-}$	52.5	1.09	14.80	0.31
$\text{HCO}_3^-$	240.0	3.93	377.00	6.18
<i>Summe Anionen</i>		5.47		7.17

### 3.3 Empfehlungen für das Grundwassermonitoring

Die WRRL verlangt die Aufstellung von Überwachungsprogrammen für den mengenmäßigen Zustand und den chemischen Zustand des Grundwassers gemäß Anhang V. Die Programme dienen dazu, die Ergebnisse der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung der Grundwasserkörper zu validieren sowie die Einhaltung der Ziele der Richtlinie für Grundwasser zu bewerten.

#### **Überwachung des mengenmäßigen Zustands**

Die Überwachung des mengenmäßigen Zustands vom Grundwasser dient dazu, die Ergebnisse der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung hinsichtlich der Entnahme und Anreicherung von Grundwasser zu validieren sowie die Einhaltung des Ziels eines "guten mengenmäßigen Zustands" zu bewerten. Dieses Ziel gilt gemäß Anh. II, Abschn. 2.1.2 als erreicht, wenn

- keine Übernutzung des Grundwassers statt findet (Entnahmen und Abfluss sind geringer als Neubildung und Anreicherung),
- keine quantitative oder qualitative Schädigung von mit Grundwasser in Verbindung stehenden Oberflächengewässern und unmittelbar vom Grundwasser abhängigen Landökosystemen erfolgt und
- kein Zustrom von Salzwasser stattfindet.

Maßgebender Parameter für die Beurteilung des mengenmäßigen Zustands ist der Grundwasserstand. Das Überwachungsmessnetz ist so zu gestalten, dass frühzeitig negative Veränderungen des mengenmäßigen

Zustandes erkannt werden können. Hierbei ist zu differenzieren zwischen Veränderungen, die durch den Niederschlagsgang hervorgerufen werden und Beeinträchtigungen, die auf anthropogene Faktoren, wie Grundwasserentnahmen, -anreicherungen, Versiegelungen usw. zurückzuführen sind. Maßgebend ist in der Regel der obere Hauptgrundwasserleiter. Tiefere Grundwasserleiter sind nur dann in die Überwachung einzubeziehen, wenn aus ihnen Grundwasser entnommen wird.

### **Überwachung des chemischen Zustands**

Das Grundwasserüberwachungsprogramm zum chemischen Zustand dient dazu, die Ergebnisse der erstmaligen und weitergehenden Beschreibung hinsichtlich der geogen und anthropogen bedingten Stoffgehalte im Grundwasser zu validieren sowie die Einhaltung des Ziels eines "guten chemischen Zustand" zu bewerten. Dieses Ziel gilt als erreicht, wenn

- im Grundwasser keine Anzeichen für einen anthropogen bedingten Zustrom von Salzwasser oder andere Intrusionen zu erkennen sind,
- die nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen diejenigen Qualitätsnormen nicht überschreiten, die in anderen Rechtsvorschriften der Gemeinschaft für Grundwasser gelten, (Gegenwärtig setzen nur die Nitrat- und die Pflanzenschutzmittelrichtlinie Qualitätsnormen für das Grundwasser, die neue Grundwasserrichtlinie nach Artikel 17 WRRL wird voraussichtlich weitere Qualitätsziele festlegen) und
- die Grundwasserbeschaffenheit so ist, dass keine negativen Auswirkungen auf die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Oberflächengewässer und unmittelbar vom Grundwasser abhängige Landökosysteme zu besorgen sind.

Die Überwachungsprogramme sollen einen umfassenden Überblick über den Zustand der Gewässer in jeder Flussgebietseinheit geben. Betrachtet wird der obere Hauptgrundwasserleiter. Sofern es weitere, z. B. für die Wasserversorgung relevante Grundwasserleiter gibt, sind diese separat zu überwachen.

Die WRRL unterscheidet eine überblicksweise und operative Überwachung des Grundwassers. Die überblicksweise Überwachung ist so zu gestalten, dass eine Übersicht über den chemischen Zustand des Grundwassers in jedem Grundwasserkörper oder jeder Gruppe von Grundwasserkörpern gegeben werden kann. Dazu gehört

- die Beschreibung der Grundwasserkörper zu validieren und damit Erkenntnislücken aufzuzeigen,
- den Status des Grundwasserkörpers, also ob er im guten oder schlechten Zustand ist, zu dokumentieren und
- Trends von Schadstoffanstiegen zu erkennen.

Grundlage der Überwachung bilden die Messstellen des Landesmessnetzes. Zusätzlich stehen Monitoringergebnisse der Wasserwerke und des Altlastenmessnetzes zur Verfügung. Die erforderliche Messstellendichte richtet sich nach Art und Aufbau sowie anthropogenen Einflüssen auf den zu beurteilenden Grundwasserkörper. Größere zusammenhängende Gebiete mit relevanten Nutzungen (landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen, Gebiete mit Wald und extensiver Landnutzung, Siedlungs- und

Industriegebiete usw.) sowie größere hydrogeologische Einheiten sollten durch repräsentative Messstellen erfasst werden.

Besteht aufgrund der weitergehenden Beschreibung das Risiko, dass durch den Grundwasserkörper ein Oberflächengewässer oder grundwasserabhängiges Ökosystem geschädigt werden, sind Messstellen vorzusehen, deren Ergebnisse eine weitere Bewertung dieses Risikos ermöglichen. Dazu sind ggf. auch Messstellen zur Überwachung von Oberflächengewässern heranzuziehen.

Die erforderliche Messhäufigkeit hat sich an der Messstellencharakteristik zu orientieren. Grundsätzlich muss einmal jährlich gemessen werden. Messstellen, die ausgeprägte innerjährliche Konzentrationsschwankungen aufweisen, sind entsprechend häufiger zu untersuchen. Empfohlen werden mindestens zwei Messungen pro Jahr (je einmal im Frühjahr und im Herbst). Die Abstände zwischen den Messterminen sollten annähernd äquidistant sein.

Für die Grundwasserkörper, bei denen gemäß Anhang II und aufgrund der Ergebnisse der überblicksweisen Überwachung das Risiko besteht, dass die Ziele des Artikel 4 nicht erreicht werden sowie bei grenzüberschreitenden Grundwasserkörpern, ist zusätzlich eine operative Überwachung durchzuführen. Die operative Überwachung dient der weiteren Aufklärung dieses Risikos sowie der Bereitstellung weiterer Messergebnisse für die Trenderkennung. Damit soll sie dazu beitragen, dass der Situation angepasste, angemessene Maßnahmenpläne aufgestellt werden, um ansteigende Trends umzukehren und aus dem schlechten wieder in den guten Zustand zu kommen.

Für die operative Überwachung sollten vorrangig die Messstellen der überblicksweisen Überwachung genutzt werden, die bereits erhöhte Schadstoffkonzentrationen aufweisen oder an denen langfristige anthropogen bedingte Trends vorhanden sind, die eine Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers belegen. Das operative Messnetz kann durch weitere Messstellen ergänzt werden. Der Parameterumfang der operativen Überwachung entspricht in der Regel dem der überblicksweisen Überwachung und ist bei Bedarf um die Parameter zu erweitern, durch die das Grundwasser verunreinigt oder gefährdet ist. Die operative Überwachung sollte mindestens mit derselben Frequenz wie die überblicksweise Überwachung, mindestens aber einmal jährlich durchgeführt werden.

Bei der Konzipierung des Überwachungsnetzes der chemischen Überwachung ist das Messnetz zur Überwachung der Nitrat-Richtlinie zu berücksichtigen. Soweit keine anderen Gründe dagegen sprechen, sind diese Messstellen in die operative Überwachung (Belastungsmessstellen) zu integrieren, um eine kohärente Bewertung und Berichterstattung sicherzustellen.

### ***Grundwassermonitoring im Pilotgebiet***

Der Geologische Dienst Litauens führt das staatliche Monitoring durch. Im Pilotgebiet befinden sich insgesamt 8 Monitoring Stationen mit insgesamt 25 Messstellen. Der Grundwasserstand wird im oberen Grundwasserleiter an insgesamt 18 Messstellen beobachtet. Für tiefere Grundwasserleiter erfolgen Messungen an 7 Messstellen.

Tabelle 17 Staatliche Messstellen zur Beobachtung des Grundwasserstands

Nr.	Monitoring Station	Anzahl der Messstellen in Grundwasserleiter		Grundwasserleiter	Beginn der Beobachtung
		oberer	tieferer		
1.	Kintai	2		Shallow	1965, 1967
2.	Vilkmédžiai	3		Shallow	1956
3.	Rūgaliai	1		Shallow	1955
4.	Pagėgiai	1	1	Shallow and Upper Cretaceous	1956
5.	Mikužiai	8	3	Shallow, intermoraine and Lower Cretaceous	1969
6.	Vilkaičiai	2		Shallow	1963
7.	Vertininkai	1	2	Shallow, intermoraine	1964
8.	Pamavė		1	Intermoraine	1964

Die Grundwasserstandsmessungen werden für die oberen Grundwasserleiter 5 mal im Monat durchgeführt. Der Grundwasserstand der tieferen Grundwasserleiter wird 3 mal im Monat beobachtet.

Der chemische Zustand des Grundwassers im Pilotgebiet wird an 15 Messstellen (6 Stationen) beobachtet. Davon beobachten 9 Messstellen den oberen Grundwasserleiter. Die Messstellen des staatlichen Messnetzes sind in Abbildung 23 dargestellt.

Tabelle 18 Staatliche Messstellen zur Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit

Nr.	Monitoring Station	Anzahl der Messstellen in Grundwasserleiter		Grundwasserleiter	Beginn der Beobachtung
		oberer	tieferer		
1.	Kintai	1		Shallow	1956
2.	Vilkmédžiai	2		Shallow	1956
3.	Rūgaliai	1		Shallow	1956
4.	Pagėgiai	1	1	Shallow and Upper Cretaceous	1955
5.	Mikužiai	3	3	Shallow, intermoraine and Lower Cretaceous	1969
6.	Vertininkai	1	2	Shallow, intermoraine	1965

Zusätzlich erfolgt die Durchführung eines Monitoring für Grundwasserentnahmen (23 Messstellen) und für Unternehmen die mit Grundwasser gefährdenden Stoffen umgehen (99 Messstellen). Die Messstellen sind in Abbildung 23 dargestellt.

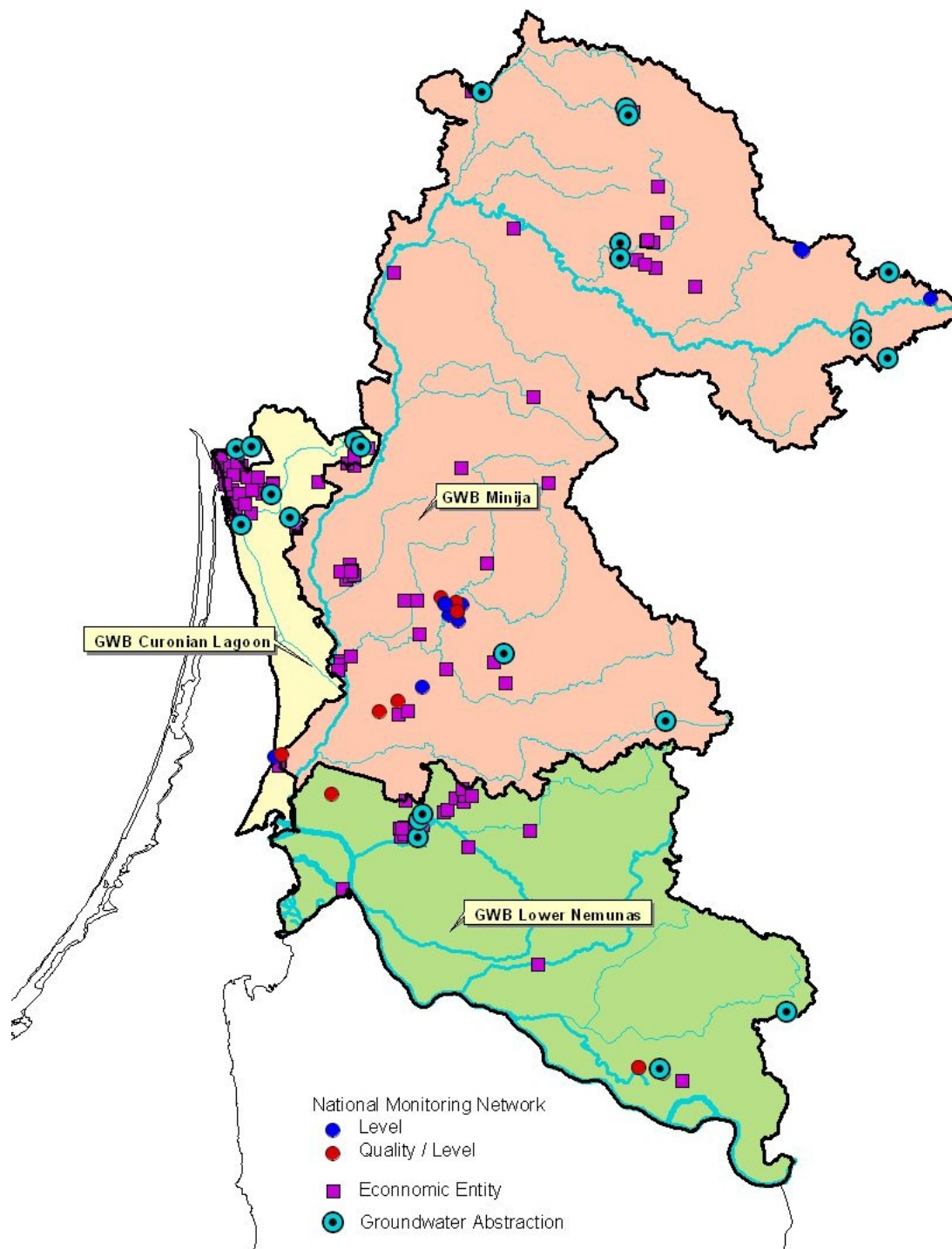


Abbildung 23 Grundwassermessstellen im Pilotgebiet

Generell sind die verfügbaren Messstellen im Pilotgebiet zu verwenden, um den Anforderungen der WRRL zu entsprechen.

Aus den Forderungen der WRRL lassen sich für das Grundwassermonitoring folgende Empfehlungen ableiten:

- Die Anzahl der Beobachtungsmessstellen in der Nähe zu Grundwasserentnahmen ist nicht ausreichend, um den Einfluss der Entnahmen auf aquatische Landökosysteme abzuschätzen. Die Grundwasserentnahmen aus tieferen Grundwasserkörpern müssen dabei auch berücksichtigt werden, da Wechselwirkungen zwischen den oberen und unterem Grundwasserkörpern nicht ausgeschlossen werden können.
- Gemäß Anhang V der WRRL sind grenzüberschreitende Grundwasserkörper so zu beobachten, dass die Fließrichtung und –rate abgeschätzt werden können. Das Messnetz muss zukünftig so ausgerichtet sein, dass die grenzüberschreitenden tieferen Grundwasserleiter diesbezüglich beobachtet werden können. Dies betrifft insbesondere auch das Gebiet bei Pagegiai mit den grenzüberschreitenden Grundwassernutzungen in Sovetsk und Neman.
- Für die überblicksweises Überwachung sollten ausschließlich Messstellen des staatlichen Monitoring und die Rohwasserdaten der Wasserwerke verwendet werden. Der Schwerpunkt der Beobachtung liegt dabei auf den oberen Grundwasserleiter.
- Der chemische Zustand des oberen Grundwasserkörpers wird an 6 Stationen des staatlichen Messnetzes und beobachtet. Das entspricht einer Messstellendichte von 1 Messstelle pro 770 km<sup>2</sup>. Das Monitoring der Wasserwerke richtet sich im Pilotgebiet zumeist auf die tieferen Grundwasserkörper und kann daher nicht für eine Verdichtung des Monitoringnetzes zur Bewertung des chemischen Zustandes des oberen Grundwasserkörpers verwendet werden.
- Die Messstellendichte zur Überwachung (überblicksweises) des chemischen Zustands des oberen Grundwasserkörpers reicht nicht aus, um einen umfassenden Überblick über den Zustand des Grundwassers zu erhalten. Zusätzliche Messstellen sind daher erforderlich.
- Bei der Errichtung neuer Grundwassermessstellen ist auf die Repräsentanz der Messstellen zu achten. Das mit den Messstellen erfasste Wasser muss typisch für ein größeres Gebiet sein, d.h. die Stoffkonzentrationen müssen auch an benachbarten Messstellen zu finden sein. Die Messstellen müssen aufgrund ihrer hydraulischen Position und der vorhandenen Landnutzung charakteristisch für einen größeren Raum sein.
- Im Rahmen der Erstellung des überblicksweisen Monitoring sind die tieferen grenzüberschreitenden Grundwasserkörper zu berücksichtigen. Zwingend erforderlich ist eine Kooperation mit der russischen Seite, um die zukünftige Grundwassernutzung im Raum Pagegiai, Sovetsk und Neman nachhaltig zu sichern. Die rechtliche Basis zur Verpflichtung der russischen Seite ist dabei die „Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes“.
- Die Messstellen des Monitoring für Betriebe, die mit gefährlichen Stoffen umgehen, ist nicht für die überblicksweises Überwachung geeignet. Diese Messstellen können in das operative Monitoring für signifikante Belastungen integriert werden.

## **4           Wirtschaftliche Analyse**

### **4.1           Erfassung und Bewertung von Wassernutzungen im Pilotgebiet**

Neben der Bestandsaufnahme zur Erfassung der signifikanten Belastungen ist die wirtschaftliche Bedeutung der Wassernutzungen gemäß Anhang III zu beschreiben. Da Wassernutzungen einen Einfluss auf den Zustand der Gewässer haben, dient die Beschreibung zur Einschätzung sozioökonomischer Auswirkungen durch die Errichtung von Maßnahmenprogrammen gemäß Artikel 11 der WRRL. Es ist darzustellen, welche Bedeutung einzelne Wirtschaftsbereiche in der Flussgebietseinheit haben, die Wassernutzungen im Sinne der WRRL darstellen können (z. B. Landwirtschaft, Industrie, Schifffahrt). Die Auswahl der Wassernutzungen hat in Verbindung mit der Beschreibung nach Anhang II stattzufinden. Ferner sollen die Wirtschaftsbereiche beschrieben werden, die stark von Gewässern und ihrer Qualität abhängig sind (z.B. Fischfang). Ziel ist hierbei, die relative sozioökonomische Bedeutung dieser mit Wassernutzungen zusammenhängenden Wirtschaftsbereiche darzustellen.

Im Rahmen des Projektes wurde die ökonomische Bedeutung der Wassernutzungen und die sozioökonomische Analyse auf der Basis verfügbarer Informationen für das Pilotgebiet durchgeführt. Zusätzlich wurde der Kostendeckungsgrad der Wasserdienstleistung am Beispiel der Wasserversorgung in Neringa ermittelt, mit Schlussfolgerungen für die Bewertung in Litauen.

#### ***Einleitungen***

Die Einleitungen aus kommunalen Abwasserentsorgungsanlagen und die direkten Einleitungen aus der Industrie im Pilotgebiet wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme in Phase I des Projektes ermittelt. Die Daten sind beim EPA in einer Datenbank verfügbar. In Abbildung 25 sind die Einleitungen im Pilotgebiet dargestellt. Die Einleitmenge im Pilotgebiet betrug im Jahr 2001 35.9 Mio. m<sup>3</sup>. Die Einleitungen im Pilotgebiet wurden einzelnen Wirtschaftszweigen zugeordnet. Aus Abbildung 24 ist zu erkennen, dass die Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen mit 81 % den größten Anteil besitzen, gefolgt von industriellen Direkteinleitungen (12 %).



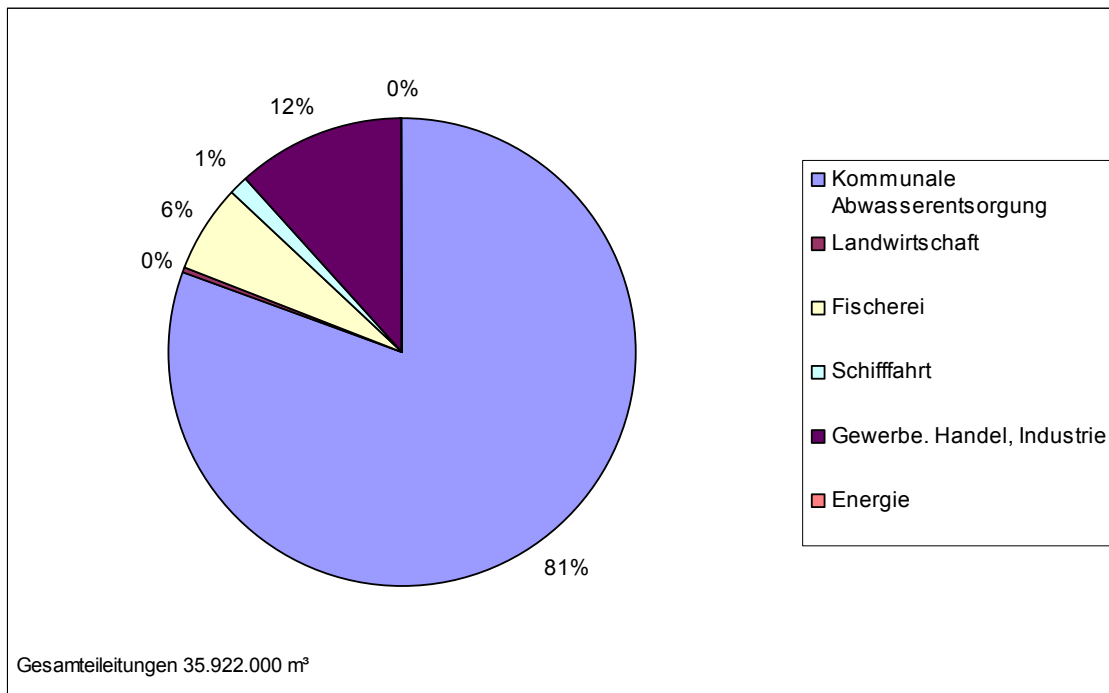


Abbildung 24 Einleitungen im Pilotgebiet (2001)

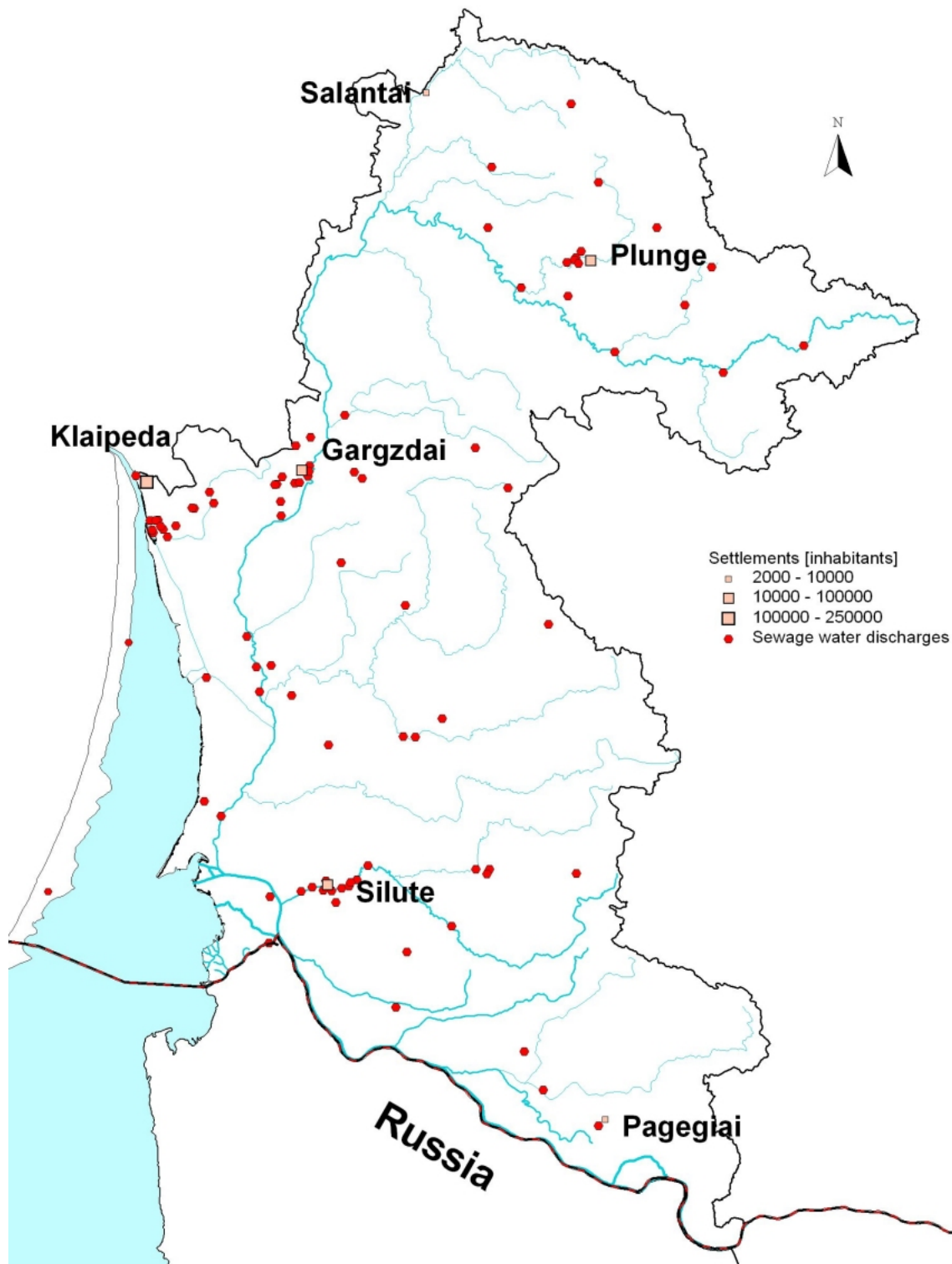


Abbildung 25 Einleitungen im Pilotgebiet

## Wasserentnahmen

Die Bewertung der Wasserentnahmen im Pilotgebiet erfolgte auf der Basis einer beim EPA vorhandenen Datenbank. Darin sind die jährlichen Entnahmemengen für

- Kommunen,
- Industrie,
- Fischerei und Landwirtschaft sowie
- Energie

enthalten. Die Wasserentnahmen sind entsprechend den administrativen Einheiten (municipalities) gespeichert. Eine direkte Zuordnung zu einzelnen Flussgebieten ist nicht möglich. Deshalb wurde die Analyse für die wichtigsten administrativen Einheiten im Pilotgebiet durchgeführt. Dazu gehören

- Pagėgiai Municipality,
- Kretinga Municipality,
- Plungė Municipality,
- Klaipėda Municipality,
- Klaipėda City und
- Šilutė Municipality.

Insgesamt wurden 23.4 Mio. m<sup>3</sup> Wasser entnommen. Der Anteil der Entnahmen aus dem Grundwasser beträgt dabei etwa 90 %. Die Differenz zwischen den Entnahmen und Einleitungen ist überwiegend auf die Mischwassereinleitungen (einschl. Regenwasser) zurückzuführen. Der Anteil der einzelnen Wirtschaftszweige an den Wasserentnahmen ist in der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Die Mehrzahl der Entnahmen dienen der kommunalen Wasserversorgung. Lediglich im Kreis Silute wird ein größerer Anteil für die Fischerei verwendet.

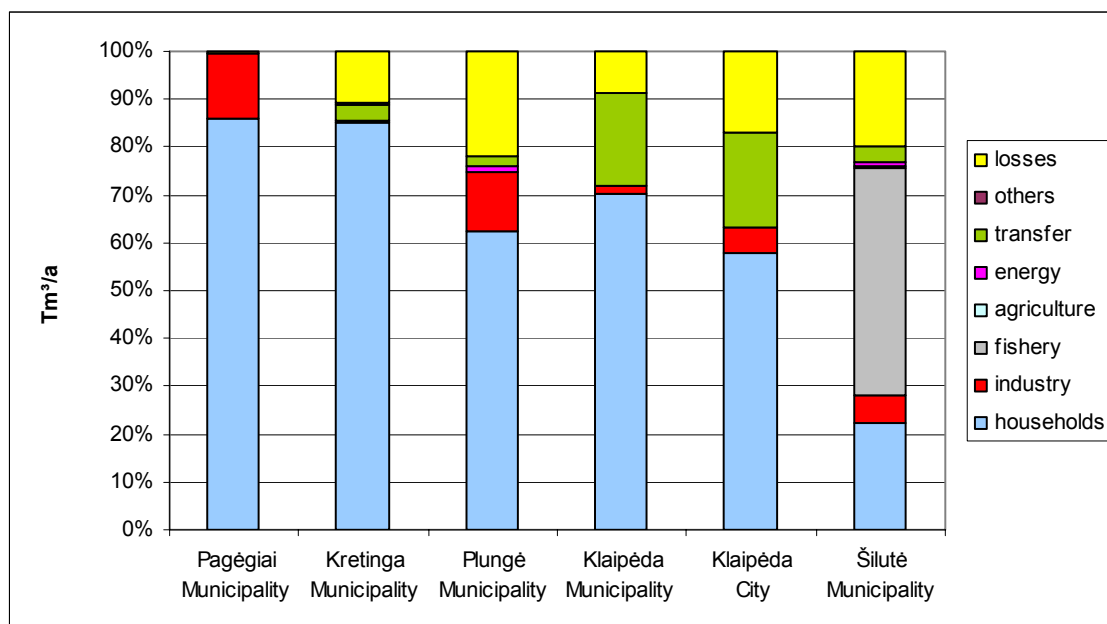


Abbildung 26 Wasserentnahmen im Pilotgebiet (2001)

### Sozioökonomische Analyse

Die Erreichung der Umweltziele für alle Wasserkörper ist gemäß Artikel 4 der WRRL bis spätestens 2015 vorgesehen. Die sozioökonomische Analyse bildet dabei eine entscheidende Voraussetzung bei der Erstellung von Maßnahmenprogrammen gemäß Artikel 11. Mithilfe der sozioökonomischen Analyse soll abgeschätzt werden, welche Auswirkungen Maßnahmen auf die wirtschaftlichen Verhältnisse in den Flussgebietseinheiten besitzen. Sie hat damit eine herausragende Bedeutung für die Entscheidung, ob eine Maßnahme umgesetzt werden kann oder ob aufgrund von sozioökonomischen Aspekten eine Fristverlängerung oder eine Absenkung von Umweltzielen gemäß Artikel 4 vorgenommen werden kann.

Im Rahmen der sozioökonomischen Analyse sind insbesondere nachfolgende Angaben zu den einzelnen Wirtschaftszweigen in jeder Flussgebietseinheit zusammenzustellen, um die Auswirkungen von Maßnahmen bewerten zu können:

- Anzahl der Beschäftigten
- Anteil der Beschäftigten an Gesamtbeschäftigung
- Umsatz der Branche
- Anteil an der Gesamtbruttowertschöpfung

Die Analyse für das Pilotgebiet hat gezeigt, dass die Informationen nicht einzuggebietsbezogen zusammengestellt werden können. Die Anzahl der Beschäftigten sowie deren Anteil an der Gesamtbeschäftigung konnte für die wichtigsten Kreise im Pilotgebiet ermittelt werden. Diese Zusammenstellung war für den Umsatz einzelner Wirtschaftszweige nicht möglich. Dafür stehen in Litauen nur landesweite Daten zur Verfügung.

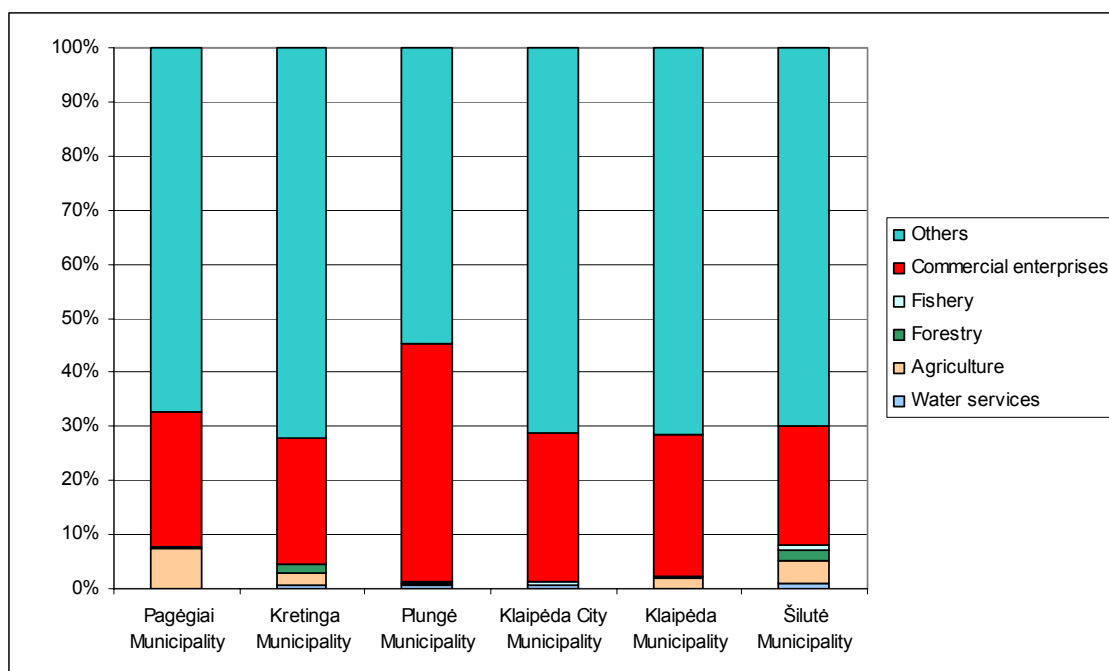


Abbildung 27 Anteil der Beschäftigten für verschiedene Wirtschaftskreise

Eine Bewertung von Maßnahmen ausschließlich auf der Basis von Angaben zur Beschäftigtenanzahl in den einzelnen Wirtschaftszweigen bildet sicherlich nur eine ungenügende Grundlage. Dennoch lassen sich erste Schlussfolgerungen ziehen, wenn man z.B. an Restriktionen für die Landwirtschaft in besonders sensiblen Bereichen denkt. Die Auswirkungen derartiger Maßnahmen sind allerdings gering aufgrund des Anteils der Beschäftigten in der Landwirtschaft.

#### 4.2 Ermittlung des Kostendeckungsgrades am Beispiel der Kurischen Nehrung

Die Ermittlung des Kostendeckungsgrades wurde am Beispiel der Wasserdienstleistungen auf der Kurischen Nehrung durchgeführt. Der Kostendeckungsgrad des kommunalen Wasserdienstleister NERINGOS VANDUO wurde detailliert analysiert. Die notwendigen Recherchen wurden beim Wasserdienstleister durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit zentral verfügbare Angaben der Preis- und Energiekontrollkommission in Litauen verglichen.

Der Wasserdienstleister NERINGOS VANDUO ist für die Verwaltungsgemeinschaft Neringa mit den Siedlungen Nida, Preila, Pervalka und Juodkrante zuständig. Insgesamt leben in Neringa ca. 2.700 Personen. Die Entwicklung der Bevölkerung und des Tourismus ist in Tabelle 19 dargestellt. Der Tourismus ist der wichtigste Wirtschaftszweig auf der Kurischen Nehrung.

Tabelle 19 Entwicklung der Bevölkerung und Tourismus in Neringa

	2000	2001	2002	2003
Einwohner	2.200	2.386	2.528	2.700
Touristen	27.726	28.530	32.588	38.439

Die jährliche Wasserentnahme liegt bei ca. 230.000 m<sup>3</sup> im Jahr. Davon werden ca. 160.000 m<sup>3</sup> jährlich an private Haushalte und Unternehmen (vorwiegend Hotels) verkauft. Der jährliche Abwasseranfall entspricht etwa der verkauften Wassermenge an Haushalte und Gewerbe.

Die jährlichen Gesamtkosten betragen etwa 1.5 Mio. Litas. Die Kosten für die Wasserlieferung und Abwasserbehandlung liegen jeweils etwa bei 50 %. Die Kostenstruktur der Wasserdienstleistung ist in Abbildung 28 dargestellt.

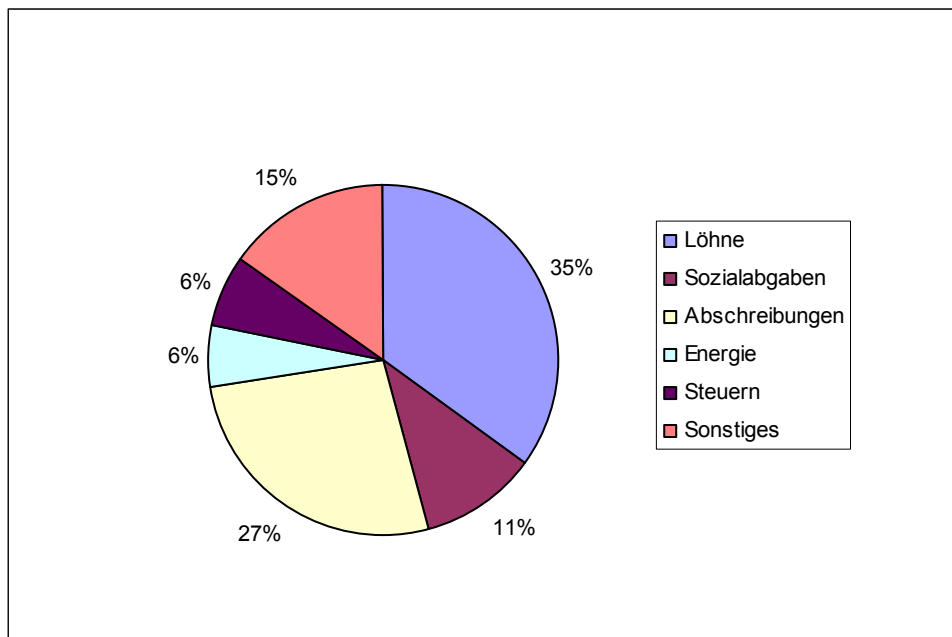


Abbildung 28 Kostenstruktur für kommunale Wasserdienstleistung

Auf der Basis der 2004 gültigen Tarife für Trinkwasser und Abwasser sowie den erforderlichen Kosten für die Wasserdienstleistungen kann der Gewinn / Verlust pro m<sup>3</sup> ermittelt werden (Tabelle 20).

Tabelle 20 Kosten und Erlös pro m<sup>3</sup> Trink- und Abwasser

	Trinkwasser	Abwasser	Gesamt
Kosten	5.24	4.91	10.15
Erlös	2.36	2.02	4.38
Gewinn / Verlust	-2.88	-2.89	-5.77

Danach kostet die Wasserdienstleistung 10.15 Litas/m<sup>3</sup>. Die Einnahmen betragen dagegen 4.38 Litas/m<sup>3</sup>. Das entspricht einem Kostendeckungsgrad von 43 %. Der Verlust wird als Subvention aus dem kommunalen Haushalt ausgeglichen.

Im Gegensatz dazu weist die Staatliche Preis- und Energiekontrollkommission einen Verkaufspreis von 10.13 Litas pro m<sup>3</sup> Trink- und Abwasser aus. Das würde einen Kostendeckungsgrad von etwa 100 % ergeben. In dem Verkaufspreis ist aber bereits die gezahlte Subvention der Stadt Neringa enthalten. Die Kostendeckung für die Wasserdienstleistung ist damit nicht gegeben.

### **4.3 Ableitung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen am Beispiel der Sysa**

Die Umweltziele für die Wasserkörper sind gemäß der WRRL bis 2015 zu erreichen. Im Umsetzungsprozess der WRRL sind dabei ökologische und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Die Auswahl von Maßnahmen zur Verbesserung des Status von Wasserkörpern kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu. Dafür gibt es zwei Ursachen:

- Maßnahme kostet Geld und es muss nach dem Verursacherprinzip entschieden werden, wer sie finanziert und
- Maßnahmen sind zumeist verbunden mit Konflikten mit den Wassernutzern.

Eine wesentliche Grundlage für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination bildet die ökonomische Analyse gemäß Anhang III der WRRL. Die Bewirtschaftungspläne einschließlich der Maßnahmenprogramme für die Flussgebiete sind bis 2009 aufzustellen. Danach sind die Maßnahmen innerhalb von 3 Jahren umzusetzen. Dieser Zeitraum ist sehr kurz bemessen. Deshalb sollte mit der Erstellung und Umsetzung von Maßnahmen deutlich früher begonnen werden.

Im Rahmen des Projektes wurde beispielhaft die Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination für die Sysa in Anlehnung an das UBA-Handbuch „Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie“ - F/E-Thema 202 21 210, UBA-FB 000563/E - durchgeführt.

Das Einzugsgebiet der Sysa hat eine Größe von 393 km<sup>2</sup>. Die Flächengröße der landwirtschaftlichen Nutzung liegt bei 301 km<sup>2</sup>. Davon werden 165 km<sup>2</sup> ackerbaulich genutzt. Im Einzugsgebiet leben ca. 32.000 Menschen. Die größte Stadt ist Silute mit etwa 24.000 Einwohnern.

Im Einzugsgebiet der Sysa befinden sich mehrere Wasserkörper gemäß WRRL. Die Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination wurde für den Wasserkörper Sysa durchgeführt. Anhand der festgestellten Belastungskategorien können direkte Maßnahmen am Wasserkörper abgeleitet werden (z.B. Herstellung der Durchgängigkeit). Für flächenhafte Belastungen im Einzugsgebiet durch diffuse Quellen wurden ebenfalls Maßnahmen abgeleitet und die Kosten überschlägig ermittelt. Bei der Kostenermittlung wurden Erfahrungswerte aus Deutschland pauschaliert angesetzt, weil keine litauischen Pauschalpreise verfügbar waren und die relativen Preisunterschiede ausschlaggebend für die Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahme sind.

Die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination erfolgt in sieben Arbeitsschritten. Die Arbeitsschritte 1 – 5 dienen der Auswahl von Maßnahmen und Instrumenten sowie deren Kombination. In Arbeitsschritt 6 wird dann die kosteneffizienteste Kombination ermittelt. Im Anschluss an die Auswahl der Maßnahmen und Instrumente erfolgt im Arbeitsschritt 7 die Abstimmung mit den Maßnahmenprogrammen anderer Teileinzugsgebiete. Auf die Beschreibung der Wechselwirkung von Maßnahmen und Instrumenten (Schritt 3b und 4) sowie die Abstimmung mit Maßnahmeplänen benachbarter Teileinzugsgebiete wurde im Rahmen der Bearbeitung verzichtet.

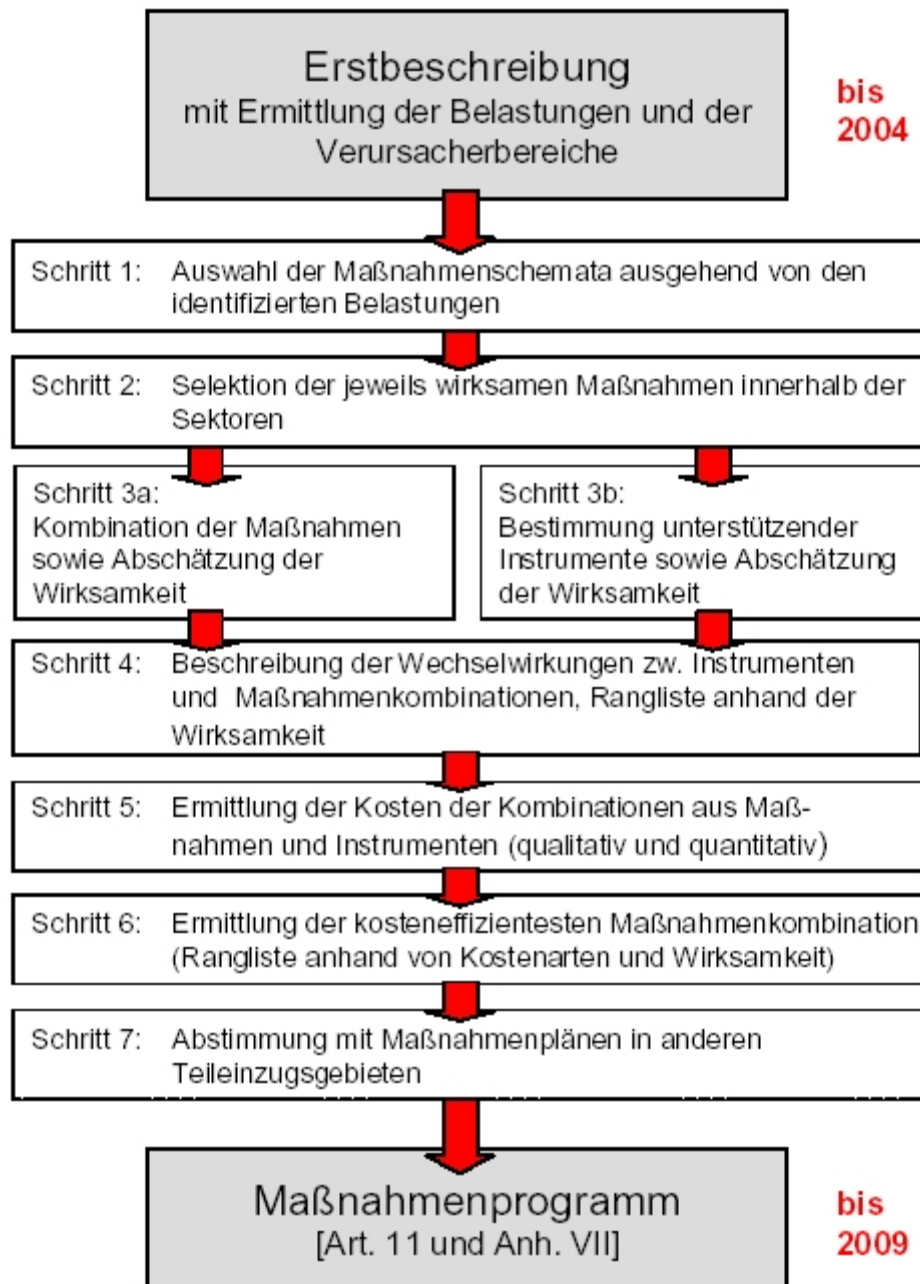


Abbildung 29 Ablauf zur Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination

Die Bewertung der ökologischen Wirksamkeit von Maßnahmen ist ein entscheidendes Kriterium bei der Festlegung von Maßnahmen. Die Einbeziehung örtlicher Kenntnisse ist dabei zwingend erforderlich. Da dies im Rahmen der Bearbeitung nicht möglich war, wurden z.T. Annahmen getroffen, die von der Realität abweichen können. Ziel der Bearbeitung ist aber, die methodische Vorgehensweise an einem praktischen Beispiel aufzuzeigen.



### Schritt 1 – Auswahl der Maßnahmen anhand der identifizierten Belastungen

Im Rahmen der Bestandsaufnahme nach Artikel 4 wurden folgende Belastungen für den Wasserkörper Sysa ermittelt:

- Punktquelle (KA Sysa)
- Diffuse Einträge aus der Landwirtschaft
- Querbauwerke (Durchgängigkeit)
- Morphologische Veränderung

Aufgrund der beeinträchtigten Gewässerlänge der Sysa sind die morphologischen Veränderungen (Tiefe-Breiten-Verhältnis) nicht signifikant. Sie wurden dennoch bei der beispielhaften Ableitung der kosteneffektivsten Maßnahmenkombination berücksichtigt. Die identifizierten Belastungen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

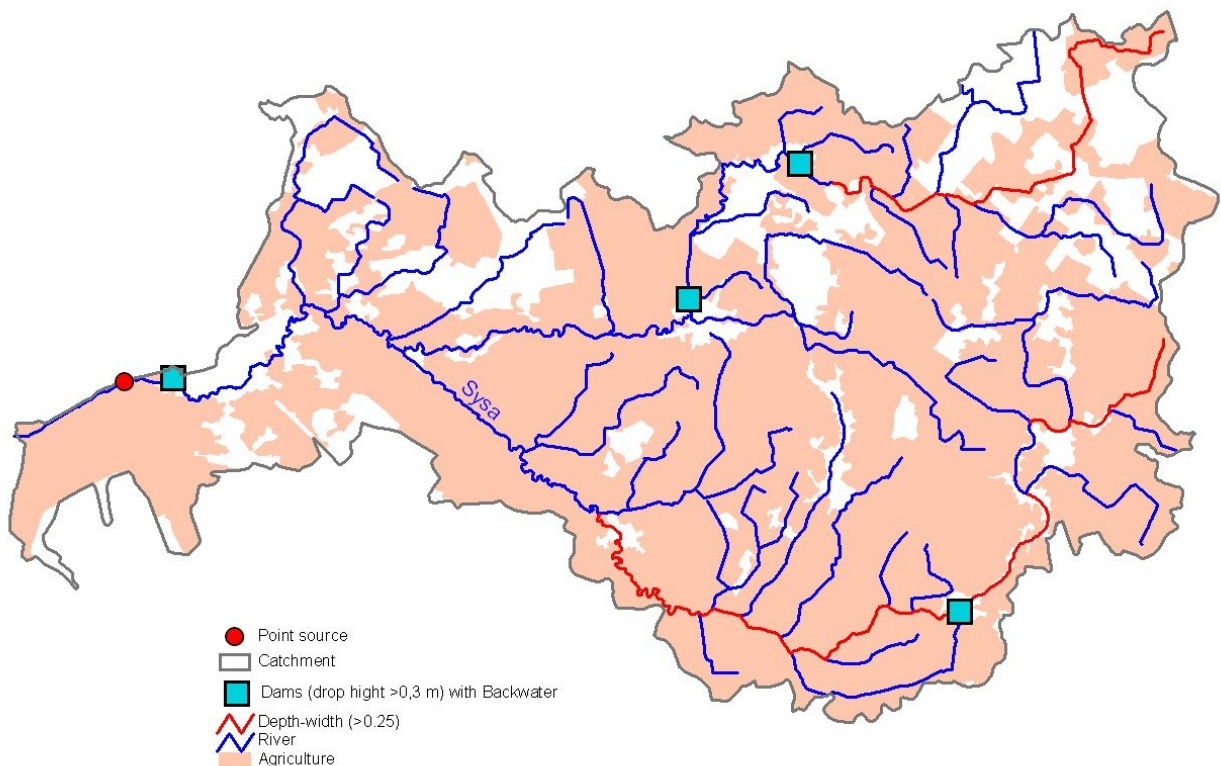


Abbildung 30 Signifikante Belastungen für den Wasserkörper Sysa

Ausgehend von den signifikanten Belastungen werden die Verursacherbereiche, Defizitparameter und möglichen Maßnahmen zusammengestellt.

Tabelle 21 Auswahl der identifizierten Belastungen

Belastungsbereich	Verursacherbereich	Defizitparameter	Maßnahme	
Punktquellen	Abwassereinleitungen	COD, BOD, NH <sub>4</sub> , N, P	1.1	Ertüchtigung von Kläranlagen
Diffuse Quellen	Landwirtschaft	N, P, Pesticides	2.1	Uferrandstreifen
		N	2.2	Ermittlung bedarfsgerechte Düngermenge, gewässerschonende Ausbringungstechnik, ausreichende Lagerkapazitäten für Gülle, Umwandlung ausgewählter Ackerflächen in extensives Grünland
		P	2.3	Erosionsmindernde Bodenbearbeitung, Änderung von Kulturtechniken, Umwandlung ausgewählter Ackerflächen in extensives Grünland
Morphologie	Kommunen, Landwirtschaft, Sonstige Nutzung (z.B. Wasserkraft)	Querbauwerke (Höhe >30 cm)	5.1	Herstellen der linearen Durchgängigkeit
		Naturferner, begradigter Gewässerverlauf (Tiefen-Breiten- Verhältnis)	5.3	Eigendynamische Entwicklung
		Naturferner, begradigter Gewässerverlauf (Tiefen-Breiten- Verhältnis)	5.4	Verbesserung der Ufer- und Sohlstrukturen

## Schritt 2 - Selektion der jeweils wirksamen Maßnahmen

Im 2. Schritt müssen die potentiell möglichen Maßnahmen nach ihrer ökologischen Wirksamkeit bewertet werden. Die Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen wird mittels einer Ursachen-Wirkungs-Matrix durchgeführt. Auf der Basis dieser Matrix wird abgeschätzt, inwieweit sich die Maßnahmen auf die ökologischen Indikatoren der WRRL auswirken. Die Einbeziehung von Vor-Ort-Kenntnissen ist dabei ein wesentlicher Bestandteil. Diese konnte im Rahmen der Bearbeitung nicht berücksichtigt werden.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen sind die nach WRRL, Anhang V, notwendigen Indikatorgruppen (Algen, Makrophyten, Makrozoobenthos, Fischfauna) zu betrachten. Die Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen auf die Indikatoren für den Wasserkörper bzw. die Belastungssituation sollte vierstufig erfolgen. Geringe Verbesserungswirkung einer Maßnahme auf den biologischen Indikator wird in der Ursache-Wirkungs-Matrix mit „x“, mittlere Wirkung mit „xx“ und große Wirkung mit „xxx“ gekennzeichnet.

Falls durch die Maßnahme keine Wirkung bei einem biologischen Indikator absehbar ist, kann dies mit „-“ vermerkt werden. In der nachfolgenden Tabelle 22 ist die ökologische Wichtigkeit von Maßnahmen für die Sysa dargestellt.

Tabelle 22 Herleitung und Priorisierung der Wirksamkeit von Maßnahmen

Maßnahme	Indikatoren für ökologische Defizite (WRRL, Anh. V)				Summe der Einzelwertungen ( $\Sigma$ )	Klassifizierung der Priorität
	Makrophyten	Algen	Benthische wirbellose Fauna	Fischfauna		
1.1	x	x	x	x	4	1
2.1	xx	xx	xx	xx	8	2
2.2	xxx	xx	xx	xx	9	3
2.3	xx	xx	x	x	6	2
5.1			x	xxx	4	1
5.3	xx		xxx	xxx	8	2
5.4	x		x	x	3	1

Nach der Bewertung der Maßnahmen nach ihrer Wirksamkeit wurden sie priorisiert. Dazu wurde der in Tabelle 23 dargestellte Klassifizierungsschlüssel verwendet.

Tabelle 23 Klassifizierungsschlüssel

Summe der Einzelbewertungen	Bezeichnung der Wirksamkeit	Klassifizierung
12-9	Hohe ökologische Wirksamkeit	3
8-5	Mittlere ökologische Wirksamkeit	2
4-1	Geringe ökologische Wirksamkeit	1
0	Keine ökologische Wirksamkeit	0

### Schritt 3a – Kombination von Maßnahmen

In diesem Schritt werden die potentiell möglichen Maßnahmen kombiniert. Auf der Grundlage einer Matrix für Kombinationen werden positive und negative Korrelationen von Maßnahmenkombinationen herausgestellt. Für die negativen Korrelationen wird eine einstufige Klassifizierung ("- schlechte Wirkung) vorgeschlagen. Für die positiven Korrelationen erfolgt eine Differenzierung mittels einer dreistufigen Klassifizierung (+++ sehr gute Wirkung, ++ gute Wirkung, + geringe Wirkung). Die Matrix ermöglicht es somit, die Wechselwirkungen zwischen den relevanten Maßnahmen darzustellen und jede Zweierkombination hinsichtlich des effizienten Zusammenwirkens zu beurteilen. Mittels der einfachen Präferenzmatrix ist es möglich, zwei Merkmale miteinander zu verschränken. Darauf basierend können Maßnahmenkombinationen mit der besten ökologischen Wertigkeit identifiziert werden.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Bewertung der ökologischen Wirkung von Maßnahmenkombinationen für den Wasserkörper Sysa dargestellt.

Tabelle 24      Ökologische Wirksamkeit von Maßnahmenkombinationen

Maßnahme		Ökologische Wirkung der Maßnahmenkombinationen						
		1.1	2.1	2.2	2.3	5.1	5.3	5.4
		Ertüchtigung KA	Alle Stoffe (P,N,PSM)	N-Limitierung	P-Limitierung	Durchgängigkeit	Eigen-dynamik	Ufer- und Sohlstrukturverbesserung
	1.1		xx	xx	xx	x	xx	x
	2.1			xxx1	xx	xx	xx	xx
	2.2				xxx2	xx	xxx3	xx
	2.3					xx	xx	xx
	5.1						xx	x
	5.3							xx
	5.4							

Es konnten 3 Maßnahmenkombinationen mit einer hohen ökologischen Wirkung bestimmt werden. Dazu zählen folgende Kombinationen:

Nr.	Kombination
1	2.1 – 2.2
2	2.2 – 2.3
3	2.2 – 5.3

Die gewählten Maßnahmenkombinationen reichen aber nicht aus, um die Ziele gemäß WRRL zu erreichen. Es muss zusätzlich die Maßnahme 5.1 - Herstellen der linearen Durchgängigkeit - berücksichtigt werden.

### ***Schritt 3b - Bestimmung unterstützender Instrumente sowie Abschätzung der Wirksamkeit***

Im Rahmen der Bearbeitung wurde dieser Schritt nicht durchgeführt.

### ***Schritt 4 - Wechselwirkungen zwischen Instrumenten und Maßnahmenkombinationen***

Im Rahmen der Bearbeitung wurde dieser Schritt nicht durchgeführt.

### ***Schritt 5 – Ermittlung der Kosten***

Für die anhand der Wirksamkeit priorisierten Maßnahmenkombinationen wurden für den Wasserkörper Sysa die Kosten ermittelt, die zur Erreichung der Qualitätsziele anfallen. Die Kostenermittlung basiert auf pauschalierten Erfahrungswerten für Deutschland. Es ist grundsätzlich zwischen den direkten (oder betriebswirtschaftlichen) und den indirekten (oder volkswirtschaftlichen) Kosten zu unterscheiden.

Die direkten Kosten werden für die Durchführung spezifischer Maßnahmen fällig, dies betrifft insbesondere die Kosten für bauliche Maßnahmen im Gewässerschutz. Direkte Kosten lassen sich aufgrund von Erfahrungswerten in der Regel zuverlässig abschätzen.

Indirekte Kosten werden durch Maßnahmen und Instrumente verursacht, indem die Maßnahmen die Nutzungen eines Gewässers einschränken oder verändern oder indem sie Anpassungsmaßnahmen erforderlich machen. Im Gegensatz zu den direkten Kosten bestehen indirekte Kosten zu einem großen Teil aus entgangenen Einnahmen. Dies macht die Erfassung der direkten Kosten relativ aufwändig.

Bei der Betrachtung der Kosten einer Maßnahmenkombination werden zunächst die direkten Kosten erfasst, die bei der Durchführung spezifischer Maßnahmenkombinationen entstehen. Die indirekten Kosten einer Maßnahmenkombination werden dagegen nur in den Fällen, in denen sie das Ergebnis der Maßnahmenauswahl potenziell beeinflussen können, in einer gesonderten Rechnung abgeschätzt. Im Rahmen der Bearbeitung wurden daher ausschließlich die direkten Kosten abgeschätzt.

#### Maßnahme 2.1 – Verringerung von Nährstoff- und Pestizideinträgen durch Einrichtung von Uferrandstreifen

Durch die Einrichtung eines Uferrandstreifens mit extensiver Grünlandnutzung und durch erosionsmindernde Gehölzpflanzung können die Einträge von Nährstoffen und Pestiziden in die Gewässer verringert werden. Zur Errichtung von Uferrandstreifen müssen die entsprechenden Flächen aufgekauft und mit bepflanzt werden.

Die erosionsgefährdeten Gewässerläufe im Einzugsgebiet der Sysa mit möglichen Einträgen an Nährstoffen wurden vereinfacht ermittelt. Danach treten Schadstoffeinträge über die Erosion an Gewässerläufen mit landwirtschaftlicher Nutzung und einem Gefälle von größer 1 % auf. Die Länge der betroffenen Flussläufe beträgt im Einzugsgebiet der Sysa 26 km. Die Kosten für die Errichtung der Uferrandstreifen sind nachfolgend berechnet.

Flächenankauf für 10 m Uferstreifen (1.3 €/m <sup>2</sup> )	676.000 €
Bepflanzung mit Erlen (13.5 €/Stück) 2 Stück/m	702.000 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>1.378.000 €</b>

#### Maßnahme 2.2 - Verminderung der Stickstoffeinträge in Oberflächengewässer und Grundwasser

Durch die Einhaltung einer guten fachlichen Praxis in Verbindung mit einer grundwasser- und bodenschonenden Bewirtschaftung können die diffusen Einträge von N reduziert werden. Dazu gehört:

- Ermittlung einer bedarfsgerechten Düngemenge, Erstellung von Flächen- und Hoftorbilanzen.
- Einsatz gewässerschonender Ausbringungstechnik und Ausbringung nur auf aufnahmefähigem Boden sowie zu pflanzenbaulich optimalen Terminen
- Umwandlung ausgewählter Ackerflächen in extensiv genutztes Grünland oder an den Grundregeln des ökologischen Landbaues nach EWG-Verordnung 2092/91 ausgerichtete Flächennutzung. Insbesondere im Bereich von Trinkwasserschutzgebieten sollte extensives Grünland eingerichtet werden, was im Rahmen einer Flurneuordnung mit durchgeführt werden kann. Des Weiteren sollte insbesondere eine intensive Nutzung von drainierten Flächen vermieden werden.

Die Kosten für das Führen einer Schlagkartei und zur Ausgleichzahlung für die Umwandlung von Acker- in Grünland sind nachfolgend aufgeführt. Dabei wurde der Umbruch von 10 % der vorhandenen Ackerfläche (165 km<sup>2</sup>) in Grünland in Ansatz gebracht. Die Kosten für den Einsatz gewässerschonender Ausbringungstechnik wurden nicht berücksichtigt.

Führen einer Schlagkartei (5 €/ha) für landwirtschaftliche Nutzfläche (301 km <sup>2</sup> )	150.500 €
Ausgleichszahlung für Umbruch von Acker- in Grünland (195 €/ha)	321.750 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>472.250 €</b>

#### Maßnahme 2.3 - Verminderung der Phosphoreinträge in Oberflächengewässer und Grundwasser

Zur Verminderung der Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft ist eine erosionsmindernde Bodenbearbeitung und Bewirtschaftung erforderlich:

- Erosionsmindernde Bodenbearbeitung: Konturbearbeitung, Direktsaat, Mulchsaat mit vorhandenen oder neuen Geräten, Bearbeitung weitgehend quer zur Hangneigung.
- Erosionsmindernde Bodenbewirtschaftung: ganzflächige und ganzjährige Bodenbedeckung (Feldbegrünung mit Zwischenfrüchten), Umbruch ausgewählter Ackerflächen in extensiv genutztes Grünland oder an den Grundregeln des ökologischen Landbaues nach EWG Verordnung 2092/91 ausgerichtete Flächennutzung.

Grundsätzlich muss die Düngung in Relation zum Entzug stehen. Insofern ist für ein ökologisch begründetes Nutzungskonzept immer die Nährstoffbilanz des Standortes als Maßgabe gelten.

Für die Bodenbearbeitung mit Mulchsaatverfahren mit vorhandenen Geräten entstehen keine zusätzliche Kosten. Für das Einzugsgebiet der Sysa wurde angenommen, das zur Umstellung auf das Mulchsaatverfahren 30 Maschinen zum Stückpreis von 20.000 € benötigt werden. Die Jahreskosten zur Anschaffung der Investition sind nachfolgend dargestellt:

Anzahl der Mulchgeräte	30 Stück
Investitionssumme	600.000 €
Zinssatz	4 %
n - Nutzungsdauer	30 Jahre
Annuitätenfaktor	0,0578
<b>Jahreskosten</b>	<b>34.698 €</b>

Bei der Ermittlung der Kosten für das Beispiel Sysa wurde angenommen, dass sich die Kostensenkung durch den geringeren Zeit- und Treibstoffbedarf beim Mulchsaatverfahren und der Rückgang des Markterlöses neutralisieren. Die Kosten für den Umbruch ausgewählter Ackerflächen in Grünland entfallen, da die Maßnahme 2.3 mit der Maßnahme 2.2 kombiniert wird und dort bereits die Kosten eingegangen sind. Danach ergeben sich folgende Kosten bei der Umsetzung der Maßnahme.

Anschaffung von 30 Mulchsaatgeräten	600.000 €
Ausgleichszahlung für Umbruch von Acker- in Grünland (195 €/ha)	Keine Kosten, da in Maßnahme 2.2 enthalten.
<b>Gesamtkosten</b>	<b>600.000 €</b>

#### Maßnahme 5.1 Herstellung der linearen Durchgängigkeit für Auf- und Abwärtswanderung der standorttypischen Arten

Querbauwerke und Verrohrungen müssen so umgestaltet werden, dass die Durchgängigkeit für aquatische Organismen gewährleistet wird und, wenn möglich, ein natürlicher Totholz- und Geschiebetrieb entsteht.

Die Wiederherstellung der Migration aquatischer Organismen kann durch den Umbau von Querbauwerken (z.B. durch raue Rampen, Umleitungsgerinne, Einbau von funktionsfähigen Fischtrepfen) erreicht werden. Die Kosten für die Wiederherstellung betragen zwischen 5.000 € und 20.000 € pro Maßnahme.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurden 2 signifikante Querbauwerke in der Sysa identifiziert. Die Kosten für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind nachfolgend zusammengestellt.

Wiederherstellung der linearen Durchgängigkeit an 2 Standorten (5.000 – 30.000 €/Standort)	10.000 € - 60.000 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>10.000 € - 60.000 €</b>

### Maßnahme 5.3 – Standortgemäße, eigendynamische Entwicklung des Gewässerverlaufs durch modifizierte, extensivierte Gewässerunterhaltung

Die Maßnahme zielt auf eine Renaturierung von entwicklungsfreudigen Fließgewässern durch eine modifizierte, extensivierte Gewässerunterhaltung. Dazu gehören:

- anthropogene Eingriffe und technische Bauweisen minimieren,
- nur extensive Weidelandnutzung,
- keine Erneuerung von Verbau und
- kein Beschneiden von Ufergehölz.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme in der Projektphase I wurde für die Sysa festgestellt, dass insgesamt 28 km Gewässerslänge morphologisch stark verändert sind (Kanalisation, Tiefe-Breite-Verhältnis). Für die Sysa wurde angenommen, dass 50 % der beeinträchtigten Gewässerslänge renaturiert werden. Die Kosten betragen zwischen 30 bis 60 € /m.

Renaturierung von 14 km Gewässerslänge 420.000 € - 840.000 €  
(30 – 60 €/m)

**Gesamtkosten 420.000 € - 840.000 €**

Die Gesamtkosten für die Umsetzung der Maßnahmenkombinationen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 25 Kostenschätzung für die Maßnahmenkombinationen

Kombination	Kombination 2.1 + 2.2	Kombination 2.2 + 2.3	Kombination 2.2 + 5.3
2.1	1.378.000		
2.2	472.250	472.250	472.250
2.3		600.000	
5.1	10.000 – 60.000	10.000 – 60.000	10.000 – 60.000
5.3			420.000 - 840.000
<b>Gesamtkosten</b>	<b>1.860.250 – 1.910.250</b>	<b>1.082.250 – 1.132.250</b>	<b>902.250 – 1.372.250</b>

### **Schritt 6 – Ermittlung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination**

Aus den vorangegangenen Arbeitsschritten kann die Maßnahmenkombination bestimmt werden, die im Verhältnis zu den Kosten zeitnah die höchste ökologische Wirkung bringt. Auf diese Weise kann nachvollziehbar dargestellt werden, mit welchen Investitionen und in welchem Zeitraum die ökologischen Zielsetzungen erreicht werden können.

Bei der Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen ist ein Abwägungsprozess zwischen den folgenden Kriterien vorzunehmen:

- Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung bis 2015
- ökologische Wirksamkeit der Maßnahme (Instrument)



- Zeithorizont bis zur Wirksamkeit der Kombination,
- direkte Kosten
- indirekte volkswirtschaftliche Kosten

Für die Maßnahmenkombination muss abgeschätzt werden, ob der gute ökologische Zustand bis 2015 erreicht werden kann. Das erfolgt mittels einer 3-stufigen Einteilung:

<b>Sehr wahrscheinlich</b>	Die Ziele werden innerhalb der Frist erreicht.
<b>Wahrscheinlich</b>	Das Risiko des Verfehlens der Ziele innerhalb der Frist ist mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gegeben.
<b>Unwahrscheinlich</b>	Die Ziele werden bis 2015 nicht erreicht

Zur Ableitung der kosteneffizientesten Maßnahmenkombination für die Sysa wurden die Informationen zu den 5 Kriterien zusammengestellt

Tabelle 26 Ableitung kosteneffizienteste Maßnahmenkombination für die Sysa

Kombination	Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung bis 2015	Ökologische Wirksamkeit der Maßnahme	Zeithorizont bis zur Wirksamkeit der Kombination	Direkte Kosten
2.1 + 2.2	Wahrscheinlich	Hoch	kurz – mittel	1.860.250 – 1.910.250
2.2 + 2.3	Wahrscheinlich	Hoch	kurz – mittel	1.082.250 – 1.132.250
2.2 + 5.3	Unwahrscheinlich	Hoch	lang	902.250 – 1.372.250

Die Maßnahmenkombination 2.2 + 5.3 scheidet aufgrund der unwahrscheinlichen Erreichung der Ziele bis 2015 aus. Die Maßnahmenkombination 2.1 + 2.2 und 2.2 + 2.3 sind in ihrer ökologischen Wirksamkeit und dem Zeithorizont bis zur Wirkung der Maßnahme identisch. Das entscheidende Kriterium zur Ableitung der kosteneffektivsten Maßnahme sind deshalb die direkten Kosten. In diesem Fall ist die Kombination 2.2 + 2.3 die kosteneffizienteste Maßnahmenkombination.

## **5 Ableitung von Maßnahmen für das Haff**

### **5.1 Charakterisierung des derzeitigen Zustands**

Das Kurische Haff bildet ein Übergangsgewässer zur Ostsee. Die Gesamtfläche beträgt 1.584 km<sup>2</sup>, davon gehören etwa 26 % zum litauischen Territorium. Hauptzufluss zum Kurischen Haff ist der Nemunas. Etwa 98 % des gesamten Einzugsgebietes des Kurischen Haffs (100.500 km<sup>2</sup>) werden über den Nemunas entwässert. Die Frischwasserzufuhr in das Kurische Haff liegt bei durchschnittlich 23 km<sup>3</sup> pro Jahr. Der nördliche Bereich des Kurischen Haffs (Hafen von Klaipeda) ist aufgrund der morphologischen Veränderung als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB) einzustufen.

Das Kurische Haff ist charakterisiert durch eine geringe Wassertiefe von durchschnittliche 3,8 m und einen geringen Wasseraustausch mit der Ostsee. In Verbindung mit dieser natürlichen Eigenschaft des Kurischen Haffs haben die erhöhte Zufuhr von Nährstoffen über den Nemunas und die Minija, verursacht insbesondere durch die Landwirtschaft und Abwassereinleitungen, zu einer starken Eutrophierung des Gewässers geführt. Der intensive Algenwachstum und die damit verbundene Sauerstoffzehrung führt in den Sommermonaten zu einer starken Beeinträchtigung der biologischen Gewässerqualität. Im Rahmen des Projektes wurde der Zustand des Kurischen Haffs ausführlich vom Marine Research Centre charakterisiert (**Anhang 2**).

Zusätzlich führen die direkten Einleitungen in das Kurische Haff zu einer Beeinträchtigung der Gewässerqualität durch die Emission von Nährstoffen und anderen Schadstoffen. Im Vergleich zu den zu den in Phase I des Projektes ermittelten Stofffrachten die über den Nemunas und die Minja eingetragen werden, haben diese Einleitungen aber nur lokale Bedeutung.

Die morphologischen Veränderungen im Kurischen Haff, durch lokalen Uferverbau und Freihaltung der Fahrrinne für die Schifffahrt, sind nicht signifikant für die Gefährdung der Zielerreichung gemäß WRRL.

Das Kurische Haff ist ein stark eutrophierter Gewässerkörper. Das Ziel eines guten Zustands gemäß WRRL wird wahrscheinlich bis zum Jahr 2015 nicht erreicht werden.

### **5.2 Voraussetzung zur Festlegung von Maßnahmen**

Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität im Kurischen Haff lassen sich prinzipiell in direkte und indirekte Maßnahmen unterscheiden. Unter Berücksichtigung der Größe des Kurischen Haffs beschränken sich direkte Maßnahmen ausschließlich auf die Erhöhung der Reinigungsleistung von Kläranlagen sowie Minimierung der Einleitungen von Schmutzwasser in das Kurische Haff. Eine Verbesserung der Gewässerqualität ist dadurch aber nur lokal begrenzt möglich.

Im Rahmen der Erstellung der Bewirtschaftungspläne nach Artikel 13 der WRRL besitzen die indirekten Maßnahmen eine entscheidende Bedeutung bei der strategischen Planung zur langfristigen Verbesserung der Gewässerqualität. Die indirekten Maßnahmen konzentrieren sich dabei auf eine Verminderung der diffusen und punktuellen Nähr- und Schadstoffeinträge im Einzugsgebiet des Kurischen Haffs, d.h. sie sind im Rahmen eines internationalen Flussgebietsmanagements mit den Anrainerstaaten abzustimmen.

Nichtsdestoweniger kommt dabei den festzulegenden Maßnahmenprogrammen auf litauischem Territorium, aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Kurischen Haff, eine entscheidende Bedeutung zu.

Eine wesentliche Voraussetzung zur wirksamen und zielgerichteten Einleitung von Maßnahmen zur Minimierung der diffusen Nährstoffeinträge im Einzugsgebiet des Kurischen Haffs ist das Verständnis über die Eintragspfade und die z.T. Jahrzehnte bis Jahrhunderte maßgebenden Prozesse des Stoffrückhalts und Stoffabbaus beim Transport in die Gewässer. Beim Abflussprozess kann grundsätzlich zwischen dem Oberflächenabfluss und Grundwasserabfluss einschließlich Interflow unterschieden werden.

Der Oberflächenabfluss ist gekennzeichnet durch geringe Stoffumsätze und kurze Verweilzeiten (Minuten, Stunden). Ein Eintrag von Nährstoffen erfolgt überwiegend partikulär gebunden an Sedimente (Erosion). Im Gegensatz dazu können beim Grundwasser und Interflow nur gelöste Nährstoffe transportiert werden. Die Nährstoffe werden bei stattfindender Grundwasserneubildung aus der Wurzelzone ausgewaschen und dem Grundwasser zugeführt. Im Grundwasser unterliegen die eingeführten Nährstoffen in Abhängigkeit von der Transitzeit und dem chemischen Milieu Abbauprozessen. Der stattfindende Transport zum Oberflächenwasser dauert Jahre bis Jahrhunderte. Der Eintrag in die Gewässer besteht aus einer Mischung von Grundwasser unterschiedlichen Alters und damit auch unterschiedliche Emissionsstandorte und – Zeiträume. Die gemessenen Stofffrachten in den Gewässern sind nur ein Bruchteil der am Emissionsstandort eingetragenen Stofffrachten. Beim Stickstoff erfolgt z.B. infolge reduktiver Verhältnisse im Grundwasserleiter ein Abbau zu  $\text{NH}_4$  bis hin zur Freisetzung von  $\text{N}_2\text{O}$ .

Ein weiterer wesentlicher Austragspfad sind Drainagen. Dieser Austragspfad scheint aufgrund des hohen Anteils von landwirtschaftlich drainierten Flächen für Litauen von besonderer Bedeutung zu sein. Durch die künstliche Entwässerung erfolgt eine Beschleunigung des Abflussprozesses natürlicher Feuchtgebiete. Daran geknüpft sind auch beschleunigte Stofftransportvorgänge. Ein weiterer Nachteil drainierter Flächen ist die Verringerung von Abbauprozessen in der Wurzelzone sowie die Mineralisierung der Böden von Mooren und der damit bedingten Nährstofffreisetzung. Die Bewirtschaftung von Poldersystemen gehört zu diesen künstlichen Entwässerungssystemen. Poldersysteme, wie z.B. am Nemunas, wirken sich in doppelter Hinsicht negativ aus. Einerseits kann dadurch der Nemunas nicht mehr sein natürliches Überschwemmungsgebiet nutzen. Dieses stellt aber einen natürlichen Retentionsraum für Stofffrachten bei Hochwasser (Sedimente) dar. Andererseits werden zusätzliche Stofffrachten aus den Poldergebieten dem Nemunas und damit dem Kurischen Haff zugeführt. Im natürlichen Zustand würden diese Flächen nicht entwässern.

Stoffausträge aus diffusen Quellen erfolgen vornehmlich aus gewässernahen Flächen mit relativ kurzen Transitzeiten und geringer Stoffretention. Unter Berücksichtigung der genannten Prozesse sollten sich Maßnahmenstrategien auf folgende Flächen konzentrieren:

- Erosionsgefährdete landwirtschaftlich genutzte Standorte
- Gedrainte landwirtschaftliche Flächen auf Stauwasserstandorten
- Niederungsstandorte mit künstlichen Entwässerungsmaßnahmen (Polderbewirtschaftung)
- Landwirtschaftliche Flächen in Gewässernähe mit geringen Austragszeiten (< 10 a)

Zur Identifizierung dieser Flächen sind detaillierte Einzugsgebietsstudien erforderlich, um flächendifferenzierte Gefährdungspotentiale und geeignete Maßnahmen ausweisen zu können.

### **5.3 Potenzielle Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Nährstoffeinträge**

Bei der Errichtung von Maßnahmenprogrammen zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen in das Gewässer und damit in das Kurische Haff sind Kenntnisse zu den einzugsgebietspezifischen Verhältnissen der oben beschriebenen Austragspfade und ablaufenden Prozesse zwingend erforderlich. Die Wirksamkeit von Maßnahmen ist dabei eine wesentliche Voraussetzung zur Auswahl der kosteneffektivsten Kombination von Maßnahmen. Unter Berücksichtigung der Austragspfade und Prozesse sowie aus der Kenntnis der natürlichen und anthropogenen Verhältnisse in Litauen sind nachfolgend beispielhaft folgende mögliche Maßnahmen zu Reduzierung der diffusen Stoffeinträge im Einzugsgebiet des Kurischen Haffs dargestellt:

- Ackerbauliche Maßnahmen
- Flächenumnutzung
- Einrichtung von Gewässerrandstreifen
- Reduzierung der Drainagen und Wasserrückhalt in Feuchtgebieten
- Reduzierung Polderentwässerung

#### ***Ackerbauliche Maßnahmen***

Ackerbauliche Maßnahmen mit einer kurz- bis mittelfristigen Wirksamkeit sind insbesondere auf erosionsgefährdeten und Versickerungsstandorten umzusetzen. Die Maßnahmen sollten sich auf Standorte mit Austragsfristen kleiner 10 Jahre konzentrieren. Durch die Einhaltung geltender Richtlinien (z.B. Nitratrichtlinie) und die Einführung einer guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft können diffuse Stoffeinträge damit minimiert werden. Grundsätzlich sollte immer eine standort- und bedarfsgerechte Anwendung von Düngemitteln erfolgen. Des Weiteren ist ein Verbot der Anwendung von Düngemitteln außerhalb der Vegetationsperiode und die Einführung einer ganzjährigen Bodenbedeckung (Mulchsaat) geeignet, um die Stoffeinträge aus diesen Flächen zu minimieren.

#### ***Flächenumnutzung***

Die Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Die Aufforstung von brach liegenden Flächen würde zu einer deutlichen Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit der Stoffausträge führen.

#### ***Einrichtung von Gewässerrandstreifen***

Die Errichtung von Gewässerrandstreifen ist insbesondere auf gewässernahen Ackerbauflächen mit größerer Hangneigung und damit erhöhter Erosionsgefahr nützlich, um diffuse Einträge zu verringern. Zusätzlich führt eine naturnahe Anpflanzung der Ufer zu einer morphologischen Aufwertung der Gewässer.

### ***Reduzierung von Drainagen und Wasserrückhalt in Feuchtgebieten***

Ein großer Anteil diffuser Einträge in Gewässer erfolgt aus landwirtschaftlich drainierten Flächen. Der Anteil drainierter Flächen an der gesamten landwirtschaftlichen Flächennutzung ist dabei besonders hoch (>80 %). Durch die Drainagen wird Sickerwasser über Rohre und Gräben gesammelt und direkt in die Vorflut abgeleitet. Drainagesysteme besitzen keine Regulierung des Wasserstandes, d.h. nach der Frühjahrsentwässerung und Starkniederschlägen erfolgt zumeist eine ungedrosselte Entwässerung des Gebietes und damit ein erhöhter Nährstoffaustrag. Grundsätzlich ist die weitere Drainage von extensiv oder brach liegenden landwirtschaftlichen Flächen zu überdenken. Auf Flächen, die weiterhin drainiert werden müssen, ist die Anwendung der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft erforderlich. Dazu gehört ein Anwendungsverbot von Düngemitteln außerhalb der Vegetationsperiode sowie eine ganzjährige Bodenbedeckung.

Eine weitere mögliche Maßnahme zur Reduzierung der Stofffrachten ist der Wasserrückhalt und Wiedervernässung von derzeit als Grünland genutzten Standorten und ehemaligen Feuchtgebieten. Durch Verzicht von Entwässerung kann der Abfluss aus diesen Gebieten um bis zu 60 % reduziert werden. Dadurch ist eine weitere Reduzierung der Stofffrachten möglich.

### ***Reduzierung der Polderentwässerung***

Die Errichtung von Poldern für den Hochwasserschutz am unteren Nemunas und die damit verbundene Binnenentwässerung tragen zu den Nährstoffeinträgen aus diffusen Quellen bei. Einerseits werden durch die Eindeichung erhebliche Nährstofffrachten insbesondere bei Hochwasser direkt in das Kurische Haff transportiert. Die Senkenfunktion der natürlichen Überschwemmungsgebiete steht nicht mehr zur Verfügung. Zusätzlich werden die Polderflächen künstlich entwässert, d.h. natürlich abflusslose Gebiete werden künstlich an den Nemunas angebunden. Dadurch erfolgt ein zusätzlicher Stoffeintrag in den Nemunas und damit in das Kurische Haff.

Durch teilweisen Rückbau von Poldern und Reduzierung der Entwässerungsaktivitäten kann ein bedeutender Anteil von Nährstoffen aus diesen Bereichen zurückgehalten werden.

## **5.4 Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge aus Punktquellen**

Die Abwasserbehandlung und Kanalisation ist bei der Mehrzahl von Städten größer 2000 EW in einem schlechten Zustand. Das Wasser wird zumeist nur mechanisch gereinigt. Die Republik Litauen ist mit dem EU Beitritt verpflichtet, die Vorgaben der Abwasserrichtlinie (91/271/EEC) zu erfüllen. Die schrittweise Umsetzung der Abwasserrichtlinie ist eine weitere wichtige Maßnahme zur Reduzierung der Nährstofffrachten und Minimierung der Emission von sauerstoffzehrenden Stoffen. Zusätzlich sind Anreize für einen sorgfältigen Umgang mit Wasser zu fördern, um den Wasserverbrauch zu reduzieren. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Umsetzung der kostendeckenden Wasserpreise für Wasserdienstleistungen gemäß Artikel 9 der WRRL.

Des Weiteren ist die Emission von gefährlichen Schadstoffen aus industriellen Einleitungen weitestgehend zu reduzieren.

## 5.5 Zusammenfassung der möglichen Maßnahmen zur Verbesserung des Zustands im Kurischen Haff

Zur Verbesserung des Gewässerzustandes im Kurischen Haff sind direkte und indirekte Maßnahmen möglich. Die direkten Maßnahmen zielen auf die Reduzierung der Abwassermenge und Verbesserung der Abwasserqualität von direkten Einleitungen in das Kurische Haff. Sie besitzen nur eine lokale Bedeutung. Entscheidend für die mittelfristig bis langfristige Verbesserung der Gewässerqualität im Kurischen Haff ist die Umsetzung von indirekten Maßnahmen zur Reduzierung der Stofffrachten im Einzugsgebiet. Wichtige Voraussetzung ist die Kenntnis zu den ablaufenden Prozessen und Zeitdauer, um kosteneffizient die wirksamsten Maßnahmen umzusetzen. Unter Berücksichtigung der Zeitdauer bis zur Wirkung von Maßnahmen erscheint die Zielerreichung eines „guten Zustands“ für das Kurische Haff bis 2015 nicht möglich. Vielmehr ist eine Fristverlängerung oder sogar eine Festlegung von geringeren Umweltzielen gemäß Artikel 4 (4) und 4 (5) anzustreben. Dazu sind gezielte Detailuntersuchungen im Einzugsgebietsmaßstab erforderlich.

Aufgrund der geographischen Lage zum Haff besitzt die Maßnahmenumsetzung auf litauischem Territorium eine entscheidende Bedeutung, um die Nährstoffeinträge in das Haff zu reduzieren. Nichtsdestoweniger sind Vereinbarungen mit den anderen Anrainerstaaten erforderlich, um gemeinsam Maßnahmenprogramme zu vereinbaren. Die nachfolgende Tabelle fasst die möglichen Maßnahmen zusammen.

Tabelle 27 Direkte und Indirekte Maßnahmen für Verbesserung Gewässersituation im Kurischen Haff

Direkte Maßnahmen	Indirekte Maßnahmen
<i>Punktquellen</i>	
- Reduzierung der Abwassermenge und Verbesserung der Abwasserqualität von direkten Einleitungen (Umsetzung 91/271/EEC)	- Schrittweise Umsetzung der RL 91/271/EEC zur Verbesserung der Abwassereinleitungen im Einzugsgebiet des Kurischen Haffs
<i>Diffuse Quellen</i>	
	- Ackerbauliche Maßnahmen - Flächenumnutzung - Einrichtung von Gewässerrandstreifen - Reduzierung der Drainagen und Wasserrückhalt in Feuchtgebieten - Reduzierung Polderentwässerung