

1991/93

Zusammenfassung

0. Einleitung

Mit der Unterzeichnung des Vertrages am 1. Oktober 1991 zwischen der Gemeindeverwaltung Rangsdorf und dem Konsortium "Komplexsanierung Rangsdorfer See" wurde das o.g. Konsortium beauftragt, die

- Planung der komplexen Sanierung und
- Dokumentation der erforderlichen Maßnahmen

zur Sanierung des Rangsdorfer Sees bei gleichzeitiger Beseitigung der qualitätsbeeinträchtigenden Schadstoffquellen auszuarbeiten. Die Zielstellung ist eine Ausarbeitung einer Sanierungskonzeption nach deren Ausführung die Wasserqualität des Rangsdorfer Sees die Qualitätsanforderungen der Europäischen Badewasserrichtlinie 76/160/EWG vom 8. Dezember 1978 erfüllt und eine harmonische Nutzung der See- und angrenzenden Gebiete unter Beachtung der Umweltaanforderungen gewährleistet ist.

Mit der komplexen Sanierung soll dieser für viele Brandenburger Seen typische Flachsee in ein langfristig, dauerhaft und qualitativ hochwertiges Binnengewässer überführt werden.

1. Ausgangssituation

1.1 Regionale Einordnung

Der Rangsdorfer See befindetet sich

- in der Gemeinde Rangsdorf
- im Landkreis Zossen
- im Land Brandenburg

am südlichen Umlandgebiet von Berlin.

Die Gemeindestruktur entspricht mit den überwiegend Ein- und Zweifamilienhäusern dem typischen klein- und mittelstädtischen Charakter des Landes Brandenburg. Der 235,5 ha große Flachsee liegt zum größten Teil in der Ortsgemarkung Rangsdorf unterliegt den vielfältigsten direkten Einflüssen sowie Beeinträchtigungen aus seinem 41,2 km² großen Einzugsgebiet.

Diese führten in den letzten Jahrzehnten zu einer dramatischen Verschlechterung seiner Wasserqualität, die zwar teilweise akzeptable Veränderungen in seinen wertvollen Naturschutzarealen mit sich brachten, die Nutzung zum Baden nicht mehr und zum Segeln, Surfen und Rudern nur bedingt zuließen. Ohne künstliches Eingreifen ist die Entwicklung des gegenwärtigen Flachsees zum weiteren großflächigen Verlanden, Verringern der Wassertiefe und Verschlechterung der Wasserqualität vorgezeigt. Eine aufeinander abgestimmte Wahrung der Naturschutzanforderungen und wirtschaftliche Nutzung ist unter dem gegenwärtigen Bedingungen gleichzeitig nicht mehr möglich. Im Gegenteil, das Prinzip, die Bewahrung und den Ausbau des Schutzes von ökologisch wertvollen Naturschutzarealen aus "wirtschaftlicher" Nutzung zumindest teilweise zu finanzieren ist gegenwärtig in keiner Weise zu verwirklichen.

1.2 "Ist"-Zustandsanalyse

Nährstoffhaushalt und Seesedimente

Der Rangsdorfer See mit einer durchschnittlichen Wassertiefe von 1,5 m besitzt Sedimentablagerungen, die teilweise mehr als 10 m Ablagerungshöhe über dem mineralisch Liegenden erreicht haben. Von den insgesamt im See nachgewiesenen 15.100.000 m³ nacheiszeitlichen Sedimentablagerungen (meist Kalkmudden mit Übergängen zur Organomudde) sind nur die oberen 70 cm deutlich anthropogen belastet, wovon 1.100.000 m³ als Faulschlamm und aufliegend 200.000 m³ als Treibmudde mit ausgeprägtem Resuspensionsverhalten anzusprechen sind. Anhand umfangreicher Schadstoffuntersuchungen der Sedimente konnte nachgewiesen werden, daß die Einbauwerte für gereinigte Böden (Nach Abschlußentwurf der Brandenburgischen Liste) nicht überschritten werden.

Die geringe Wassertiefe hat wiederum zur Folge, daß eine natürliche Schichtung des Wasserkörpers nicht vorhanden ist, so daß die im Sediment eingelagerten Nährstoffe ständig für die Produktion zur Verfügung stehen. In Verbindung mit den windinduzierten Strömungen werden die Sedimente als sog. Treibmudde im See verfrachtet.

Die hohen Nährstoffeinträge (u.a. Wasservogel, Intensivierungswirtschaft, Überdüngung der landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet, Einleitung von Fäkal- und ungereinigtem Abwasser und in den letzten Jahren verstärkt durch im Winterhalbjahr rastende nordische Gänse usw.) haben bei der vorhandenen Abbauleistung den See so weit eutrophiert, daß die natürliche Abbaupazität weit überschritten wurde und eine Faulschlammsschicht entstand. Eine der Folgen für die in den letzten Jahren häufiger auftretenden Sauerstoffdefizite verbunden mit ständiger Gefahr des Fischsterben. Insgesamt muß der See mit seinen hohen Nährstoffkonzentrationen insbesondere bei Phosphorkonzentration (Gesamtphosphor 200 - 400 mg/m³) gegenwärtig als hypertroph (polytroph) eingestuft werden.

Das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphor (3 - 15) befindet sich im Bereich der Stickstoffeliminierung. Es bestehen ideale Bedingungen für eine Algenentwicklung (Blualgen), die wiederum den Stickstoff aus der Luft binden können, und der "tödliche Kreis" für den See schließt sich.

Wasserhaushalt

Die wasserwirtschaftlich relevanten Einzugsgebiete für den Seekörper lassen sich wie folgt untergliedern:

- Glasow-Bach (Pegelstation Blankenfelde)
- einschl. Blankenfelder Fluß (Einmündung Krumme Lanke) als einziger oberirdischer Zufluß 23,2 km²
- einschl. Auslaufwehr Rangsdorfer See und 29,8 km²
- das künstliche Einzugsgebiet des Polders Jühnsdorf, welches die Inbetriebnahme des Schöpfwerkes Jühnsdorf zur Einrechnung voraussetzt 11,4 km²
- 41,2 km²

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen hat sich weiterhin gezeigt, daß der See im wesentlichen aus verschiedenen Teilen der Rangsdorfer und Jühnsdorfer Hochfläche Grundwasserzuflüsse erhält und man von einem Gesamtzufluß von ca. 28.160 m³/a im Mittel ausgehen kann.

Die Abflüsse aus dem See untergliedern sich wie folgt:

- Oberflächenabfluß mit einem landschaftlich notwendigen Mindestabfluß von 50 l/s für den Zülowkanal (oft unterschritten)
- diffuser Abfluß im Schilfgürtel des Meliorationsgebietes Jühnsdorfer Polder
- Grundwasserabstrom in südöstlicher Richtung

Ein mittlerer Jahresabfluß von 87 l/s wurde den Planungsarbeiten zugrundegelegt.

Die vielfältigen Anforderungen an den Wasserhaushalt und die geologisch bedingten Randbedingungen gestatten für den Seekörper nur eine Bewirtschaftungslamelle zwischen

min. Stauhöhe 36.287 m ü. NN
max. Stauhöhe 36.547 m ü. NN

In Verbindung mit der nicht den bewirtschaftungstechnischen Anforderungen entsprechenden Auslaufregulierung hat das geringe Wasserdargebot zur Folge, daß der Seeabfluß in den Sommermonaten sehr häufig gleich Null ist.

Die zufließenden Nährstoffe werden im See ausgefällt und bilden mitunter mächtige Ablagerungen. Bezüglich der Temperaturverteilung ist keine Schichtung vorhanden. Es entstehen Erneuerungsraten im Seekörper, die über die Herbst- und Frühjahrszirkulation hinwegreichen. Der Abzug der nährstoffbelasteten Lamelle ist nicht gegeben. Im Gegenteil, die ausgeprägte Windbelastung führt mit Wellen einer Höhe bis zu 0,5 m dazu daß, die obenaufliegende Treibmudde im See intensiv bewegt wird und wie bereits beschrieben die eingelagerten Nährstoffe resuspendiert werden. Das natürliche Phosphatbindevermögen der Sedimentschichten ist überlastet, daß praktisch keine Wirkung mehr auf den Nährstofffestlegung existiert.

Naturschutz

Die un bebauten Uferbereiche und weitere Gebiete im Umland stellen ökologisch bemerkenswerte Lebensräume für eine Vielzahl von bedrohten Tier- und Pflanzenarten dar. Die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung, Änderungen des Wasserregimes im Einzugsbereich des Sees, die bereits beschriebene Eutrophierung des Sees und die verstärkte Frequentierung sensibler Bereiche führten zu einer wesentlichen Beeinträchtigung und Gefährdung der jeweiligen Lebensräume.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß der hohe Besatz an Wasservögeln (Rastplätze nordischer Gänse) von mehreren tausend Individuen einen erheblichen Anteil an der Gesamt-P-Belastung des Seekörpers darstellt. Die große ökologische Bedeutung des Rangsdorfer Seegebietes ist einerseits unbedingt zu erhalten, muß jedoch in verantwortungsbewußtes Verhältnis zu den anderen Nutzungsarten des Seegebietes gebracht werden. Im Ergebnis älterer und neuer Erhebungen ist festzustellen, die geplante Seesanie rung stellt eine außerordentliche Chance dar, die naturschutzrelevanten Gebiete von denen einer intensiven Seesnutzung rigoros zu trennen.

Im Interesse des Naturschutzes besteht durch die geplante Seesanie rung die Möglichkeit, den bedrohten Arten Lebensräume zu schaffen, so daß diese aufgrund ihrer qualitativ verbesserten Lebensbedingungen einen hohen Anteil zur wirtschaftlichen Attraktivität dieses Gebietes beitragen.

Zusammenfassend ist festzustellen:

Die Hauptnutzungsarten des Rangsdorfer Sees bis zum Jahre 1990

- Freizeit und Erholung (Wandern, Wassersport, Campingbetrieb)
- Badebetrieb
- Fischereiliche Nutzung (Produktivgewässer, Sportangeln)
- Naturschutz als Artenschutz; Naturschutz als Biotopschutz
- Vorflut für die Kläranlagen Blankenfelde
- Vorflut für das Drainagewasser aus dem Meliorationsgebiet Jühnsdorfer Felder
- Sedimententnahme aus der Krumpfen Lanke zur Bodenverbesserung im Umland

haben zur Überlastung des Sees geführt. In gleichem Maße entstanden Beeinträchtigungen des Ökosystems, so daß einige der Nutzungen, insbesondere Freizeit und Erholung, Badebetrieb bedingt und Naturschutz, nicht mehr sichergestellt sind, bzw. eingestellt werden mußten und eine unbedingte S a n i e r u n g s b e d ü r f t i g k e i t entstand.

2. Sanierungsfähigkeit

Aufgrund der komplexen Struktur des Sees, den verschiedenartigen Belastungen und auch aufgrund der vorliegenden Erfahrungen aus anderen Sanierungsprojekten muß das Sanierungskonzept des Rangsdorfer Sees aus verschiedenen Einzelmaßnahmen aufgebaut werden, die nur nach Realisierung aller Maßnahmen die Erreichung der eingangs genannten Zielstellung sichern; zusätzlich müssen flankierende Maßnahmen durchgeführt werden. Sie sind zur Gewährleistung des Sanierungserfolges unbedingt notwendig. Bei der Realisierung wird die Mitwirkung verschiedener Behörden (Untere Wasserbehörde, Landesumweltamt, Wasser-Boden-Verband usw.) empfohlen.

Die für die Sanierung des Rangsdorfer Sees vorgesehenen Einzelmaßnahmen sind zu unterteilen in

- * die Sanierungsmaßnahmen im Einzugsbereich des Sees
- * die Restaurierungsmaßnahmen unmittelbar im See
- * die flankierenden Maßnahmen zur Unterstützung des Sanierungserfolges
- * die notwendigen Begleituntersuchungen zur Beweissicherung und Dokumentation des Sanierungserfolges
- * Begleituntersuchungen zur Sicherung des Sanierungserfolges

In Auswertung und Analyse der vorhandenen Daten und der ergänzend durchgeführten Untersuchungen zeigt sich eindeutig, der Rangsdorfer See ist **s a n i e r u n g s f ä h i g**.

Im Ergebnis der nunmehr vorliegenden Planung zur komplexen Sanierung soll

- das Gebiet des Rangsdorfer Sees für eine naturverträgliche Erholung genutzt werden, insb. zum Wandern, Radfahren, Spielen, Campingbetrieb, zur Naturbeobachtung und für den Wassersport soll ein weitgehend intaktes Ökosystem entstehen, das aufgrund seiner strukturellen Vielfalt einen hohen Erholungswert besitzt.
- der Badebetrieb auf der Grundlage der EG Badewasserrichtlinie wiederaufgenommen werden.
- die hypotrophe Seequalität in eine **m e s o t r o p h e** überführt werden.
- eine extensive fischereiliche Nutzung durch Berufsfischerei und Sportfischerei kann beibehalten werden, ohne daß allerdings negative Auswirkungen der fischereilichen Nutzung auf die o.g. Hauptnutzungsarten Freizeit, Baden und Naturschutz entstehen, diese im Gegenteil sanierungsunterstützend wirkt.

3 Durchführung der Sanierungsmaßnahmen

3.1 Sanierungsmaßnahmen im Einzugsbereich des Sees

- a) **Behandlung kommunaler Abwässer nach dem Stand der Technik** zur Vermeidung diffuser Nährstoffeinträge in den See (Phosphatfällung, Nitrifizierung, eventuell Denitrifizierung); hierzu muß ein Kanalisationssystem aufgebaut werden, einzelne Gebäude können über Fäkalgruben (dichte Gruben, ohne Notüberlauf) und regelmäßige Abfuhr entsorgt werden. Der Rangsdorfer See und sein Zufluß können **n i c h t** als aufnehmendes Gewässer (Vorflut) für eine Kläranlage dienen.
- b) Eine **Direkteinleitung von Regenwasser** in den See auch als Ablauf eines Sedimentationsbeckens muß unterbleiben.

- c) Der Nährstoffaustrag aus dem Glasowbach muß durch wasserbauliche Maßnahmen verringert werden. Der Glasowbach kann nicht als Vorfluter genutzt werden, Einleiter müssen nach dem anerkannten Stand der Technik das Abwasser aufbereiten.
- d) Der Blankenfelder See und das Blankenfelder Fließ müssen zu einer verstärkten Nährstoffretention beitragen, indem der Basisabfluß des Glasowbaches teilweise in den Blankenfelder See eingeleitet wird.
- e) Das Wasser aus dem Polder Jühnsdorf ist über eine grundverlegte Seeleitung in den auszubauenden Sedimentationsraum im Rangsdorfer See einzuleiten, verbunden mit einer Phosphatfällung (in situ Fällung) während des Betriebes des Schöpfwerkes oder es kann eine Einleitung des Wassers aus dem Polder Jühnsdorf in die als Vorsee auszubauende Krumme Lanke erfolgen.
- f) Im nordwestlichen Uferbereich des Rangsdorfer Sees tritt nährstoffreiches Schichtenwasser in den See ein (ehemalige Gülleverbringung); dieses Schichtenwasser muß durch eine Drainage aufgefangen und in die als Vorsee auszubauende Krumme Lanke abgeleitet werden.
- g) Sicherung des Wasserhaushaltes durch die Instandsetzung und Verbesserung der Wehre, vorrangig ist die Errichtung eines exakt regelbaren Auslaufwehres. Das Wehr muß bereits in der Anlaufphase der Sanierungsmaßnahme errichtet werden.
- h) Die Umlaufgräben im Bereich Polder Jühnsdorf müssen auf MW eingestaut werden, um Wasserverluste aus dem Rangsdorfer See zu minimieren.
- i) Verbesserung des Wasserhaushaltes, insbesondere während des Sommerhalbjahres, durch Schaffung und Bewirtschaftung von Retentionsräumen (Polder Jühnsdorf, Blankenfelder Fließ). Ein Wasseraustausch des Sees (mit einem entsprechenden Nährstoffaustrag) muß auch in den Sommermonaten erreicht werden.
- j) Der Wasseraustausch in den Kanälen von "Klein-Venedig" muß durch regelmäßige Zuführung von Wasser aus dem Rangsdorfer See gesichert werden. Die Kanäle im Bereich "Klein-Venedig" müssen vom See getrennt werden durch Anlage einer Sohlschwelle mit Sedimentationsraum, um einen Wasseraustausch und Sedimentaustag mit dem Rangsdorfer See zu verhindern.
- k) Entschlammung der Kanäle im Bereich von "Klein Venedig" zur Entlastung des Nährstoff- und Sauerstoffhaushaltes in den Gräben und zur Verringerung des Nährstoffeintrages in den Rangsdorfer See. Die Ufer sind im Bearbeitungsgebiet naturnah wiederherzustellen.

3.2 Restaurierungsmaßnahmen im Rangsdorfer See

- a) **Abtrennung und Eintiefung der Krummen Lanke als Vorsee.** In dem Vorsee (analog der Vorsperre bei Stauseen) findet neben einer Sedimentation eine biologische Phosphatfällung statt. In der Krummen Lanke muß ein langgestreckter Sedimentationsraum errichtet werden, der eine Stratifikation des Wasserkörpers ermöglicht. Durch die auftretende Sauerstoff-Zehrung muß nach Errichtung des Sedimentationsraumes eine Tiefenwasserbelüftung projektiert werden. Die Trennung der Krummen Lanke vom Rangsdorfer See wird unter dem Wasserspiegel durch einen Sandrücken, stabilisiert durch eine Spundwand, erreicht.
- b) **Entfernung der oberen, nährstoffreichen Faulschlammsschichten und der Treibmudde** zur Verringerung der seeinternen P-Düngung und zur Verringerung der Sauerstoff-Zehrung. Die tieferen Sedimentschichten in Flachwasserbereichen dürfen wegen der Kolmation nicht entfernt werden.

- c) Anlage eines **Sedimentationsraumes** zur Sedimentation von Schwebstoffen im Rangsdorfer See an einem lastexponiertem Standort (nordwestliche Bucht, Rastplatz der Gänse). Die auftretende Sauerstoff-Zehrung im Tiefenwasserkörper erfordert einen Tiefenwasserabzug in die Krumme Lanke.
- d) Sicherstellung des **Oberflächenabflusses** des Rangsdorfer Sees im Rahmen der Regelung des Wasserhaushaltes (Instandsetzung von Wehren, Bewirtschaftung von Retentionsflächen).
- e) **Bewirtschaftung des Fischbestandes (Biomanipulation)**, um die Zooplankter als algenfressende Organismen zu fördern, im Sinne einer Unterstützung der Sanierungsanforderungen.

3.3 Begleituntersuchungen zur Sanierung

- Hydrologische und meteorologische Datenerhebung
- Weiterführende Untersuchung zur Naturausstattung der Uferzonen und zum Naturschutz
- Monitoring zur Gewässergüte und Grundwasserbeschaffenheit
- Limnologische Untersuchungen

4 Sedimentbehandlung- und verwertung

4.1 Sedimentbehandlung

4.1.1 Sedimentbehandlung beim Abbau mit dem Saugschiff

In Anlehnung an die durchgeführten und in den Planungsdokumenten ausführlich beschriebenen Untersuchungen zur Charakteristik der Sedimente sowie den eingelagerten Wasserschadstoffen erfordert die Herstellung eine Wasserqualität gemäß der bereits zitierten EG-Baderichtlinie ist die Entnahme von Sediment aus dem Rangsdorfer See der entscheidende Arbeitsschritt.

Die Zielstellung der Sedimententnahme kann nur darin bestehen, daß nur soviel entnommen wird wie zur Wiederherstellung des natürlichen Stoffkreislaufes notwendig ist. Gleichzeitig müssen Sedimentationsräume an den Haupteintragsstellen geschaffen werden, welche an in noch zu ermittelnden Intervallen zu beräumen sind (mehrere Jahrzehnte).

Die Struktur des Sediments in den zur Entnahme vorgesehenen Schichttiefen setzt sich bekanntlich aus:

- Faulschlamm
- Treibmudde
- Kalkmudde

zusammen, somit macht sich die Anwendung von unterschiedlichen Verfahrensprinzipien der Aufnahme und des Transports zur Weiterbehandlung notwendig, z.B.:

- Absaugen - hydraulischer Weitertransport
- Schneiden mittels Sutters - hydraulischer Weitertransport
- Wasserreinigung und maschinelle Schlammentwässerung
- Seilzugbagger - Schuten- und Achstransport
- Zwischenlagerung
- vorzugsweise anzuwendende ökologische Verwertung.

In Anlehnung an die vorhandenen Rahmenbedingungen am Rangsdorfer See wie:

- Zwischenlagerkapazität vorhandene und Möglichkeiten der Einrichtung weiterer Zwischenlagerplätze
- jährlich verwertbare aufbereitete Sedimentmenge
- Transportwege zu möglichen Verwertungsgebieten
- ökologisch vertretbare Einrichtungen von sedimententnehmenden Maschinenkomplexen auf dem See
- Abtransport- und lärmbelastete technologische Prozesse außerhalb der Naturschutzgebiete am Rangsdorfer See

ergeben sich für den Saugschiffkomplex und nachgeschalteter Seewasser- und Sedimentaufbereitung Logistik der Förderströme und Trockensubstanzgehalte gesicherte Planungsgrößen.

In Anlehnung an die durchgeführten und noch laufenden Pilotversuche zur Sedimentabsaugung und Aufbereitung der geförderten Seewasser-Sediment-Suspension hat sich gezeigt, daß ein Förderstrom von ca. 4.000 m³/d mit einem Trockensubstanzgehalt von 2 - 3 % das Saugschiff eine realistische Bilanzierungsgröße darstellt. Im Rahmen der Seesanie rung heißt das, es muß ein Volumen-Förderstrom aus dem Saugschiffkomplex zum Aufbereitungskomplex von ca. 4.633.000 m³ bzw. t gesichert und realisiert werden, um die Zielstellung zur Verbesserung der Wasserqualität langfristig zu gewähren.

Die Dimensionierung der Rohrleitungen Saugschiff Volumenstromausgleichs- und Absatzbecken muß ein Absetzen des mitgeförderten Sediments ausschließen, d.h. die Mindestfließgeschwindigkeit in den Rohren solltemehr als 3 m/s betragen.

4.1.2 Sedimentbehandlung beim Abbau mit Seilzugbagger

Das Baggerfeld wird, entsprechend dem vorgesehenen SEDimentabbauverfahren mit grabgreiferausgerüstetem SEilzugbagger, in 10 Meter breite Baggerstriche unterteilt. Die Baggerstriche werden schrittweise bearbeitet.

Der tiefgründige Sedimentabbau erfolgt durch Seilzugbagger mit Grabgreifer. Die plastisch sehr weichen bis weichen Sedimente werden bei diesem Verfahren ohne Wasserzusatz gefördert, das heißt, die Sedimente verbleiben weitgehend in ihrem natürlichen Trockenmassegehalt. Die fließfähigen, oberen Sedimentschichten werden nur in geringem Maße mitgefördert.

Die nachgeordneten Verfahrensschritte des Transportes der Seesedimente mit Schuten, des Umschlags auf der Kaianlage und des Transportes zur Polderfläche mit Muldenkippern werden leistungsmäßig durch die Baggerung bestimmt.

Das vorgeschlagene Einrichten von Polderflächen dient der Ablagerung der geförderten Seesedimente. Nach ihrer natürlichen Entwässerung werden die Sedimente auf der Fläche zu Mieten aufgesetzt und anschließend zum Beladen aufgenommen. In Ausnahmefällen kann die Aufnahme zum Verladen auch ohne das Aufsetzen zu Mieten erfolgen.

Günstig für die Polderflächen grabgreifergebaggerter Seesedimente sind leicht abschüssige Lagen, die eine für die hohen Verdunstungsraten erforderliche Windexposition aufweisen. Um einen guten Abfluß für Niederschlagswasser zu ermöglichen, sollten etwa 60 bis 70 m breite Teilflächen in hangrichtung angelegt werden.

Auf der Polderfläche ist nach dem Erreichen eines mittleren Trockensubstanzgehaltes von ab etwa 25 bis 35 % das Seesediment zu Mieten aufzusetzen.

Das Polder fungiert damit nicht nur als natürlicher Entwässerungsfaktor sondern hat darüber hinaus noch eine wesentliche Bedeutung als technologischer Puffer zwischen den leistungsdifferenten Verfahrenskomplexen Seesedimentförderung und -abtransport.

Die potentiellen Abnahmebedingungen des land-, Forst- und Gartenbaus im Umfeld des Rangsdorfer Sees werden häufig sowohl bodenseitig als auch aus der Sicht sich verändernder Nutzungsstrukturen der Bodenflächen, gemeinsam mit wissenschaftlichen Einrichtungen des Landes Brandenburg, bearbeitet.

4.2 Zwischenlagerung und Sedimentabtransport

Der Abtransport der entnommenen Seesedimente erfolgt nach ihrer Entwässerung auf etwa 30 % Trockenmasse-Gehalt. In diesem Feuchtezustand entspricht ein Kubikmeter etwa einer Tonne Schüttgut.

Ingesamt kann für die Sanierung eine Gesamtmenge an abzutransportierenden Schüttgütern aus Seesedimenten in Höhe von fast 1.100.000 t kalkuliert werden.

Die Verkehrslage und die Aufnahmefähigkeit der Region begrenzt somit die Sedimententnahme auf jährlich etwa 140 000 t Schüttgut. Diese Transportmenge verlangt den beschleunigten Bau der Umgehungsstraße um die Ortlage Jühnsdorf schon ab 1993, einschließlich einer Ampelregelung im Auffahrtbereich vom Sedimentzwischenlager. Da, bei unstetiger Verteilung des Sedimentanfalls, die Höchstmenge anfallender

Sedimente mit über 220.000 t/a ausgewiesen ist, macht sich eine zeitweilige Zwischenlagerung von entwässerten Sedimenten in einem Gesamtumfang von 200.000 t auf einer Fläche von bis zu 15,5 ha erforderlich, was insbesondere die oberflächlich abgesaugten Materialien betrifft.

Für die Zwischenlagerung von Sedimenten bis hin zur Anwendung als Bodenhilfsstoff ist folgendes zu sichern:

- Ausreichende Sauerstoffzufuhr (Wassergehalt < 70 % und Schütthöhe < 15 Dezimeter) und Sedimenttemperatur (> 9 °C) zur Gewährleistung der notwendigen Nitrifikation in den Sedimenten über zumindest 4 Wochen.
- Kontrolle der Dynamik von löslichen Stickstoffverbindungen während der Sedimentaufbereitung.

Eine Versiegelung der Zwischenlagerflächen zum Schutz des Grundwassers ist nicht erforderlich.

Als Belastungen aus dem Transport der Seesedimente sind, neben der allgemeinen Verkehrsbeeinträchtigung, sind vor allem zwei Faktoren möglich:

- der Straßenverschmutzung durch Sedimentpartikel, die an den Rädern der Fahrzeuge haften und
- der Luftverschmutzung durch Staubaufwirbelungen im Bereich der Polderflächen.

Beide Beeinträchtigungen können weitgehend vermieden werden,

- wenn eine Reifenwäsche für die beladenen Transportfahrzeuge erfolgt und
- wenn eine Fahrbahnbefechtung im Polderbereich bis hin zur Straßenauffahrt bei trockenem Wetter vorgenommen wird.

Diese Maßnahmen stellen somit einen wichtigen Beitrag zur umweltfreundlichen Gestaltung des Sedimentabtransports dar.

4.3 Aussagen zur landbaulichen Verwendung der Sedimente

Die Sedimente aus dem Rangsdorfer See können für eine Ablagerung auf Deponien

der Klasse 1 (Typ: Bodenablagerung) überhaupt nicht und auf denen der Klasse 2 (Typ: Mineralstoffdeponie) nur eingeschränkt zugelassen werden (nach Deponie-Klassen von Nordrhein-Westfalen). Eine schadlose Entsorgung kann somit nur auf Siedlungs-, Gewerbe- und Industrieabfalldeponien erfolgen.

Da die Sedimente im Rangsdorfer See schadstoffarm sind und folgende mittlere Zusammensetzung an wertbestimmenden Inhaltsstoffen aufweisen:

Merkmal	Maßeinheit	Mittelwert
Organischer Kohlenstoff	TM-%	20,05
Feinanteil < 0,06 mm	TM-%	83,36
Kalziumkarbonat	TM-%	33,05

ist ihre landbaulichen Nutzbarkeit wie folgt zu kennzeichnen:

- geeignet für die meliorative, organische Düngung von Diluvial-Standorten (sandige Böden)
- geeignet als Zuschlagstoff für die Herstellung schwach saurer bis schwach alkalischer gärtnerischer Erden und Substrate.

Die Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen sind als gering einzustufen. Die Sedimente aus dem Rangsdorfer See sind somit als Bodenhilfsstoff gut geeignet, wobei die Stickstoff- und Kalziumkarbonat-Gehalte als Maß für notwendige boden- und pflanzenspezifische Aufwandsbegrenzungen zu berücksichtigen sind.

In umfangreichen Untersuchungen wurde für eine Gesamtfläche von über 164 km² das ökologisch begründete Aufnahmepotential des transportökonomisch begrenzten (durchschnittlich 15 Last-km) Umfeldes des Rangsdorfer Sees ermittelt, weil

- die anfallenden Mengen die bislang üblichen Mengen beträchtlich überschreiten,
- eine unkontrollierte Anwendung von Seesedimenten mit umweltbelastenden Auswirkungen verbunden sein kann, insbesondere hinsichtlich einer überhöhten Stickstoff- und Kalziummobilität in sandigen Böden,
- das Umland des Rangsdorfer Sees erheblichen Boden-Sanierungsbedarf aufweist, wofür die anstehenden Seesedimente als geeignet erscheinen,
- die Umstrukturierung der Landwirtschaft, weg von der Nahrungsgüterproduktion, hin zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und zum ökologischen Landbau wesentliche Verbesserungen der vorwiegenden Sandböden verlangt und
- die verstärkte Ausgliederung landwirtschaftlicher Flächen für Erholungszwecke und die notwendige Gestaltung von kommunalen Garten- und Landschaftsanlagen einen wachsenden Bedarf an geeigneten Bodenhilfsstoffen bedingen.

Die Zusammenstellung der dabei erzielten Ergebnisse erbrachte folgendes Bild:

Anwendungsbereich	ökologisch begründetes Aufnahmepotential	
	in Tm ³	in %
Oberflächenabdichtung von Deponieflächen	250,0	11,3
landwirtschaftliche Ackerflächen	926,3	41,7
alternative Flächenbewirtschaftung	260,0	11,7
Garten- und Landschaftsbau sowie kommunaler und privater Grün- und Gartenbereich	364,0	16,4
Schwermetallfixierung auf Rieselfeldern	420,0	18,9
Endsumme	2220,3	100,0

Anhand des bilanzierten Gesamt-Aufnahmepotentials läßt sich folgende mittlere Beschickung des gesamten Einzugsgebiets berechnen:

$$2\ 220\ 300\ \text{m}^3 / 16\ 434\ \text{ha} = 135,1\ \text{m}^3/\text{ha}$$

Die in den Rangsdorfer See erodierten bodenbildenden und Nährstoffe werden auf diese Weise dem regionalen Stoffkreislauf wieder zugeführt. Nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt sind, bei Einhaltung des ökologisch begründeten Herangehens an die Sedimentanwendung, in keinem Falle zu befürchten.

Die Umsetzung des ökologisch begründeten Aufnahmepotentials der Region um den Rangsdorfer See für die bei dessen Sanierung entstehenden Sedimentabfälle geschieht unter folgenden Rahmenbedingungen:

- a) Die strukturellen Entwicklungsbedingungen der Region sind vor allem im Bereich der gesamten Landwirtschaft weitgehend ungeklärt.
- b) Für die genannten Anwendungsmöglichkeiten von Seesedimenten zur Sanierung von Deponien und Rieselfeldern gibt es bisher noch keine praktischen Vorbilder; sie tragen somit Pilotcharakter.

Anhand dieser Rahmenbedingungen kann abgeschätzt werden, daß mit dem bisher üblichen Aufwand für die Sedimententsorgung als Bodenhilfsstoff eine maximale Sedimentabnahme von etwa

500 000 m³,

bzw. 45 % der bei der Seesanieung anfallenden Abfallsedimente realisierbar ist.

Um diese Situation zu vermeiden, ist die subjektive Aufnahmebereitschaft in der Region um den Rangsdorfer See für die bei dessen Sanierung anfallenden Sedimente so zu entwickeln, daß zumindest der erforderliche Absatz von 1.100.000 m³ möglich und zugleich deren umweltgerechte Anwendung als Bodenhilfsstoff gesichert wird. Diese subjektive Aufnahmebereitschaft der Bevölkerung und Betriebe kann nur durch politische Anstrengungen in Verbindung mit fachliche Anwender-Beratungen und Entwicklungsarbeiten gefördert werden. Ein wesentlicher Teil der die Seesanieung begleitenden Öffentlichkeitsarbeit muß hier erfolgen.

5 Auswirkungen der Seesanieung

5.1 Langzeitmonitoring

Die notwendigen Begleituntersuchungen stellen eine absolute Notwendigkeit im Rahmen der Sanierung dar. Es hat sich bei der Planungsarbeit deutlich gezeigt, daß verschiedene heute existierende Belastungsschwerpunkte bei veränderter Datenlage wesentlich umfassender zur Begründung der Sanierungsbedürftigkeit und -möglichkeit herangezogen werden könnten. Dies trifft in gleichem Maße auf die Bewirtschaftung zu.

Die Gewährleistung des Sanierungszieles erfordert die unbedingte Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des Langzeitmonitorings mit folgenden Schwerpunkten:

Naturschutz

Große Bereiche des Planungsgebietes sind naturschutzrelevant. Daraus folgt die Notwendigkeit eines ständigen Nachweises der Auswirkungen des Eingriffes sowohl für das Naturschutzgebiet (NSG) Blankenfelder See als auch für das NSG Rangsdorfer See.

Dadurch besteht die Möglichkeit:

1. nicht vertretbare Einflüsse rechtzeitig zu erkennen und entsprechende Veränderungen einzuleiten,
2. sanierungsunterstützende Maßnahmen auszuführen und in den Auswirkungen abschätzen (z.B. Schilfschnitt) zu können,
3. kurzfristige Änderungen bei Einsatz technischer Anlagen oder Änderungen der Sanierungstechnologie, die im Konflikt mit den Naturschutzgebieten stehen, bewerten zu können und damit Grundlagen zur Beantragung notwendiger Zusatzgenehmigungen zu erhalten.

Limnologie

- Wasserchemisch-physikalische Parameter der Zuflüsse.
- Wasserchemisch-physikalisch-limnologische Parameter im See als räumlich-zeitliches Netz.
- Floristische Untersuchungen (Bestandsaufnahmen in den Röhrichtzonen, Feuchtwiesen und Bruchwäldern, die sich in unmittelbarem Kontakt zum See befinden).
- Erfassung der Wasservögel, insbesondere der nordischen Gänse, um die Nährstoffbelastung zu quantifizieren und um Auswirkungen auf die Populationen zu erkennen.
- Erfassung der Fischbestände zur Quantifizierung der fischereiwirtschaftlichen Eingriffe (Biomaniipulation über die Fischbestände).
- Untersuchung der oberflächennahen Sedimente während und nach erfolgter Entschlammung.
- Überwachung der Flächen im Polder Jühnsdorf und des Blankenfelder Sees zur Erfassung möglicher Effekte auf die Fauna und Flora durch die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen.

Wasserwirtschaft

Während der Sanierung sind wasserwirtschaftliche Daten zu erheben und das Gewässer ist optimal zu bewirtschaften. Des Weiteren:

- Konkretisierung der Abflußparameter im Einzugsgebiet durch Betrieb und Auswertung von Wochenpegeln
- ½-jährliche Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit und der Grundwasserhöhen, hydrogeologische Beurteilung
- Erfassung der Seepiegelstände und optimale Bewirtschaftung angepaßt an den Sanierungsfortschritt.
- Erfassung seeinterner Strömungen und Sedimentbewegungen im Zwischenzustand.
- Bewirtschaftung des Polders Jühnsdorf zur Bereithaltung von Spülwasser in Trockenperioden.
- Modelltechnische Erprobung der optimalen Durchflußsteuerung in Trockenwetterperioden unter Einbeziehung des Polders Jühnsdorf.

Sedimentationsräume

- Erfassung der Wasserbeschaffenheit, insbesondere der Sauerstoffgehalte und -zehrung sowie der Phosphatgehalte und -freisetzung, in schichtweisen Abstufungen von der Wasseroberfläche bis zur Beckensohle
- Quantitative und qualitative Erfassung der Sedimentansammlung in den Sedimentationsräumen
- Nachweisführung zur Stabilität der Abböschungen der Sedimentationsräume, einschließlich der angrenzenden (bis 30 m) horizontalen Bereiche.

Sedimentanwendung als Bodenhilfsstoff

- Feuchte-, organisch C-, Nmin- und pH-Wert-Erfassung auf allen Flächen, auf denen Seesedimente angewandt wurden
- Verfolgung der Dynamik von Bodenfeuchte, Nmin und Bodenazidität in unterschiedlichen Bodentiefen bei unterschiedlichen Sedimentanwendungen und Bodenarten,
- Ermittlung der langfristige-anteiligen Wirksamkeit des durch Seesedimentgaben in den Boden gelangten Kalziumkarbonats sowie sein Abbauverhalten im Boden
- Nachweisführung zum Einfluß der Seesedimentgaben auf die Phosphor, Kalium- und Magnesiummobilität im Boden und deren Austrag in den Untergrund
- Ermittlung der Schwermetallmobilität verschieden sediment-behandelter Rieselfeldböden in unterschiedlichen Bodentiefen
- Nachweisführung über Boden-Stickstoff-Dynamik, Stickstoffauswaschungen in den Untergrund und Nährstoffversorgung von alternativen Dauerkulturen (dargestellt am Beispiel von *Miscanthus sinensis*) bei Sedimentanwendung als Mulchmaterial zur vollen Stickstoffversorgung der Pflanzen.

6. Abschlußbetrachtung

Die Seesanieung hat eine hohe Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung der gesamten Seeregion. Sie spielt eine Schlüsselrolle bei der Steigerung der Attraktivität der Gemeinde Rangsdorf.

Nicht zu unterschätzen ist die außerordentliche Bedeutung für die Erweiterung und Festigung der ökologisch hochwertigen Areale am Seegebiet. Sie hat erhebliche Auswirkungen auf die Entwicklung des Erholungs- und Freizeitbereichs. Es wird eingeschätzt, daß in der Saison im Durchschnitt 2.500 Naherholungssuchende, Urlauber und Touristen pro Tag angezogen werden, was wiederum Anforderungen an die Entwicklung des Beherbergungs-, Gaststätten- und Freizeigtewerbes und den Ausbau der Infrastruktur stellen wird.

Insgesamt wird die wirtschaftliche Entwicklung zu einem höheren Aufkommen für die Gemeinde an Steuern, Gebühren u.a. Abgaben führen.

Der gegenwärtige Arbeitsstand zeigt, daß es richtig war, alle den See beeinflussenden Faktoren einzubeziehen und Limnologie, Ökologie und Ökonomie als Einheit zu betrachten. Das bringt eine qualitativ neue Herangehensweise der Seesanieung zum Ausdruck.

Es wurde eine Dokumentation erarbeitet, die vor allem eine langfristige Sicherung der Sanierung gewährleistet, auf quantitative Werte orientiert und damit sicher einen gewissen Pilotcharakter für ähnliche Verhältnisse aufweist.

ehem. Blankenfelder See

Umgestaltung zu nährstoffeliminierendem BIOTOP



Berliner Ring

Blankenfelder Fließ

empfohlener Standort der Sedimentbehandlungsanlage mit Wasseraufbereitung

KRUMME LANKE

Zuflußgebiet Rangsdorfer See

Vergrößerung der Wassertiefe auf 6-8 m

Ausbau zur Nährstoffalle mit Tiefenwasserableitung

Chemische Aufbereitung des Tiefenwassers und Rückführung in den See

Wassertiefe 6-8 m Bereiche fungieren als Nährstoffalle mit Tiefenwasserableitung

vorherrschende Winrichtung

Anordnung von hydraulischen Wehren zur Rückhaltung und Zuggliederung der Schlämme

Rangsdorfer

Vergrößerung der Wassertiefe um durchschnittlich 1-1,5 m

See

Fischereiliche Bewirtschaftung:

Manipulation mit dem Hecht-Schlei-See

Entlastung Kanalsystem Kleinvenedig

Abwasserbehandlungsanlage