

2003

Zur vertraulichen Diskussions-Vorlage bei der Gemeindeverwaltung Amt Rangsdorf

**Machbarkeitsstudie zur Sanierung des Rangsdorfer Sees,  
Gemeinde Rangsdorf, Brandenburg**

← 2 Gründe  
(wird auf C. trifft)  
Nutzung der  
Sedimente mit  
pleistozäne generellen  
Sanierung (Verlan-  
dung des Verlan-  
dung) des R. Sees.

Erstellt am 21. Januar 2003 von:  
Dr. Bernd Wünnemann, FB Geowissenschaften FU Berlin  
Kai Hartmann, FB Geowissenschaften FU Berlin  
Ronald Varlemann, Terra4 – Gesellschaft für Geosystemanalyse mbH  
Gerhard Geschwinder, Geschwinder Consult GbR, Weißwasser  
Hartmut Kern, KMI GmbH, Görlitz/Hagenwerder

**1 Projektbezeichnung:**

Pilotstudie/Machbarkeitsstudie zur Sanierung des Rangsdorfer Sees, Land Brandenburg

**2 Angaben zum Antragsteller**

Amt Rangsdorf

**3 Ziel des Vorhabens**

**Vorbemerkungen**

Der Rangsdorfer See stellt für die Gemeinde Rangsdorf und die umliegenden Gemeinden ein attraktives Landschaftselement dar, das nicht nur für die ansässige Bevölkerung, sondern auch für Naherholungssuchende aus dem Berliner Stadtgebiet und dem näheren Umland häufig Anlass für Aufenthalte ist. Sowohl den Rangsdorfer Bürgern als auch den politisch Verantwortlichen ist seit längerem bekannt, dass sich die Wasserqualität (Eutrophierung) des Rangsdorfer Sees in den letzten Jahrzehnten erheblich verschlechtert hat, so dass die Nutzungsmöglichkeiten stark eingeschränkt sind und ein Badebetrieb nicht mehr möglich ist.

Unter Berücksichtigung der aktuellen außerordentlich hohen Sediment-Akkumulationsraten ließe sich jetzt schon absehen, dass der See innerhalb der nächsten 100-150 Jahre in das Endstadium seiner Verlandung und damit Trockenfallen bzw. Vermoorung treten würde. Mehrere gutachterliche Untersuchungen und erarbeitete Konzepte für eine „Komplexsanierung“ des Rangsdorfer Sees liegen mehr als 10 Jahre zurück. Die im umfangreichen Gutachten von 1992 (Konsortium Rangsdorfer See) vorgeschlagenen und teilweise umgesetzten Maßnahmen haben leider nicht den gewünschten Erfolg – nämlich eine Reduzierung und Entlastung des Nährstoffangebotes – gebracht, sicherlich auch deshalb, weil die vorgeschlagenen Maßnahmen weder konsequent durchgeführt worden sind noch auf ausreichend gesicherten Erkenntnissen über den Nährstoffhaushalt des Sees basierten.

**Ziel der Machbarkeitsstudie** ist die Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes für den Rangsdorfer See, welches von einer Tieferlegung der Gewässersohle (Schlammmentnahme) auf ca. 12m Wassertiefe im zentralen Bereich des Sees ausgeht. Unter Einbeziehung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP nach dem UVPG) und unter Berücksichtigung, dass ein Teil des Sees als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist, sollen folgende Fragenkomplexe untersucht werden, damit eine Durchführung der Sanierung mit Abschluss der Machbarkeitsstudie sofort umgesetzt werden kann:

- 1) Genaue quantitative und qualitative Erfassung der Sedimente einschließlich Porenwasser und Ermittlung der optimalen (ökologisch vertretbaren) Bereiche einer Tieferlegung des Seebodens, unterstützt durch Modellierung relevanter Seeparameter.
- 2) Analysen der Sedimentinhaltsstoffe im Bereich der prospektierten Schlammernahme einschließlich der Ermittlung von Belastungsmustern (u.a. Schwermetalle, organische Umweltchemikalien, Nährstoffe), Nährstoffbilanzierung und Klärung der Frage von wirtschaftlich realisierbaren Phosphateliminierungsmöglichkeiten.
- 3) Untersuchung und Quantifizierung von Rücklösungsvorgängen der Nährstoffe (besonders Phosphat) während und nach der Schlammernahme.
- 4) Fortlaufende Prüfung der ökologischen Reaktionen des Sees auf eine Tieferlegung.
- 5) Lösungen zur Frage der Erhöhung des Wasserdargebotes und der Wasseraustauschrate sowie Klärung möglicher Grundwasserentnahmen.
- 6) Wirtschaftlichkeitsberechnung zur technischen Durchführbarkeit der Schlammernahme durch private Unternehmen
- 7) Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Lösungen zur Entsorgung bzw. Verwertung des Schlammes durch private Unternehmen.
- 8) Überprüfung der ökologischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

### Maßnahmenkatalog

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollen zunächst die hydrologischen, geochemischen und ökologischen Rahmenbedingungen erfasst werden, welche die Basis für ein Sanierungskonzept bilden. Es gilt zu klären, welche Maßnahmen für eine nachhaltige Verbesserung der Wasserqualität geeignet sind. Diese sind in Abhängigkeit zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit zu erörtern.

Auf der Basis von umfangreichen Voruntersuchungen durch die Arbeitsgruppe Geoökologie unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. Bernd Wünnemann von der Freien Universität Berlin sind folgende Überlegungen zur Sanierung des Rangsdorfer Sees erarbeitet worden, deren Wirksamkeit und Nachhaltigkeit evaluiert werden müssen:

- ξ Die Wassertiefe des See sollte erheblich vergrößert werden, um wieder ein ökologisch wirksames Zirkulationssystem zu erreichen. Eine Wassertiefe von ca. 12-14 m wäre anzustreben. Dies hat eine erhebliche Volumenzunahme des Freiwassers zur Folge und müsste nicht nur einen Verdünnungseffekt von Nährstoffen bewirken, sondern auch zu einer Verminderung der Rücklösungsprozesse an der Sediment-Wassergrenze (= Erhöhung der Nettosedimentation an Phosphor) führen.
- ξ Eine Erhöhung des Wasseraustausches pro Jahr führt zu einer geringeren Verweilzeit von Nährstoffen und damit auch zu einer Verringerung des Algenwachstums und der Schlammernahme. Letztlich ist dadurch eine Verbesserung der Durchlichtung (bessere Sichttiefe) und des Sauerstoffgehaltes möglich.
- ξ Durch die Vertiefung des Sees kann nachhaltig die Wasserqualität und damit auch die Sichttiefe verbessert werden, so dass langfristig ein Badebetrieb wieder möglich sein sollte. Da trotz der Entnahme noch erhebliche Mengen an Schlamm im See verbleiben, welche wasserstauende Wirkung haben, wird ein Austausch des Seewassers mit dem Grundwasserleiter nicht zu befürchten sein.
- ξ Da die aktuellen Uferzonen des Sees, insbesondere der Schilfgürtel im Naturschutzgebiet von den Vertiefungsmaßnahmen weitgehend ausgeklammert werden müssen, sind Veränderungen im Naturschutzgebiet nur insofern zu erwarten, als das weitere Schilf- und Algenwachstum, welche den Verlandungsprozess fördern, deutlich reduziert werden kann. Die Nist- und Siedelplätze der Vogelwelt werden erhalten bleiben. Es ist zu erwarten, dass sich eine Verbesserung der Wasserqualität (Reduktion der Eutrophierung) sowohl positiv für die Entwicklung planktonfressender

Organismen (Muscheln, Schnecken, Kleinkrebse) wie auch auf den Fischbestand auswirken wird.

- ξ Begleitende Untersuchungen während der Eingriffsmaßnahmen sowie ein Monitoring danach müssen erfolgen um sicherzustellen, dass die Maßnahmen zum angestrebten Ergebnis führen, d.h. zu ökologisch stabileren Verhältnissen als dies gegenwärtig der Fall ist.

Hieraus folgt auch, dass neben den hydrologischen und ökologischen Rahmenbedingungen insbesondere die stoffliche Zusammensetzung der Sedimente (Nähr- und Schadstoffe, Kalk- und Organikgehalte, etc.) qualitativ genauer untersucht werden müssen, um deren wirtschaftliche Verwertbarkeit beurteilen zu können.

Hinsichtlich der technischen und wirtschaftlichen Durchführbarkeit der Sanierung sind im Rahmen der Machbarkeitsstudie folgende Überlegungen zu berücksichtigen:

- ξ Die Schlammentnahme muss in einer Form realisiert werden, die eine Resuspension der Sedimente weitestgehend verhindert, um etwaige Rücklösungsmechanismen besonders in Hinblick auf Nähr- und Schadstoffe zu vermeiden.
- ξ Das Entnahmeverfahren sollte den weitgehenden Verbleib des Porenwassers im See aus Wasserhaushaltsgründen gewährleisten. Weiterhin ergeben sich durch die Entnahme möglichst wasserarmer Sedimente deutlich reduzierte Transportkosten.
- ξ Die Wahl des Entnahmeverfahrens muss sich an den oben genannten Vorgaben orientieren und eine langfristig realisierbare Kostengestaltung gewährleisten.
- ξ Nach Vorgabe der wissenschaftlichen Ergebnisse sind evtl. notwendige flankierende Maßnahmen (Biotopschutz, Wasserhaushalt, etc.) zu berücksichtigen.
- ξ Für den Abtransport der entnommenen Sedimente müssen die bau- und verkehrstechnischen Voraussetzungen (ggf. Stichkanal) geklärt werden. Für den Weitertransport per LKW/Schiene sind tragfähige Lösungen zu erarbeiten.
- ξ Es ist zu klären, in welchem Zeitrahmen die Sanierung abgeschlossen werden kann.

Als notwendige Voraussetzung zur Realisierung sind tragfähige Finanzierungskonzepte unter Berücksichtigung möglicher Fördermittel zu entwerfen, die eine zügige Umsetzung der Maßnahmen gewährleisten.

#### **4 Partner:**

Die Untersuchungen werden in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Geoökologie, Dr. Wünnemann (FU Berlin, FB Geowissenschaften), Gschwinder Consult GbR (Weißwasser), KMI GmbH (Görlitz/Hagenwerder) und Terra4 – Gesellschaft für Geosystemanalyse mbH (Blankenfelde) durchgeführt.

#### **5 Erfolgsaussichten:**

Aus wissenschaftlicher Sicht haben die Partner von der Freien Universität Berlin langjährige Erfahrung in der Untersuchung limnischer Systeme im Berlin-Brandenburger Raum. Terra4 – Gesellschaft für Geosystemanalyse ist eine neu gegründete Kapitalgesellschaft mit Sitz in Blankenfelde, welche die wissenschaftliche Durchführung der Untersuchungen garantiert. Die Freie Universität zeichnet für die wissenschaftliche Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten sowie für die Konzeptentwicklung verantwortlich. Weitreichende Erfahrungen beziehen sich vor allem auf die Gewinnung, Beprobung und die chemische Analyse des Wassers und der Sedimente sowie die Erhebung und Beurteilung der ökologischen Rahmenbedingungen.

Bei einem positiven Ergebnis der Studie ließe sich ein ökologisch, technisch und wirtschaftlich tragfähiges Demonstrationsverfahren am Standort Rangsdorf realisieren. Aufgrund des Seenreichtums im Land Brandenburg mit vergleichbarer Problematik könnte das Verfahren landesweit mehrfach angewandt werden.

Die über mehrere Jahre projizierte Schlammentnahme und Verwertung wird von wissenschaftlicher Seite durch eine parallel laufende Qualitätskontrolle der geborgenen Schlämme sowie durch ein Langzeit-Monitoring begleitet, um die ökologischen Veränderungen im Rahmen der sukzessiven Vertiefung des Sees zu verfolgen und auszuwerten.

## 6 Stand der Wissenschaft/Technik

Bereits in den 90er Jahren wurden Gutachten in Auftrag gegeben, um Konzepte für eine Sanierung des Sees zu erarbeiten (Konsortium Rangsdorfer See 1992). Eine teilweise Ausbaggerung der Krümmen Lanke zur Entwicklung eines „Vorklärbeckens“ für Schad- und Nährstoffe sowie die Errichtung einer Spundwand im Bereich des Strandbades haben leider nicht die erhoffte Wirkung, d.h. nachhaltige Verbesserung der Wasserqualität gebracht. Das Umweltamt Brandenburg hat im Rahmen des Seenkatasters Brandenburg ökologische Untersuchungen zur Gewässerqualität des Rangsdorfer Sees durchgeführt, ohne jedoch die Sedimente (insbesondere Wasser-Sediment-Grenzzone) zu berücksichtigen.

In der Seemitte sind bis zu 30 m Sediment (Kalkmudde/Gyttja) auf Sanden abgelagert worden. Diese große Mächtigkeit erstreckt sich auf einen etwa 200 m breiten Streifen über eine Strecke von ca. 1000m von der Ausmündung der Krümmen Lanke im Norden bis zur Südseite des Sees.

Es wurde seit etwa 14.000 Jahren (Meiendorf-Interstadial der ausgehenden Weichsel-Eiszeit, pollenanalytisch belegt, frdl. Mitt. Frau Susanne Jahns, Berlin) eine schmale Schmelzwasserrinne mit organik- und kalkhaltigen Sedimenten sukzessive verfüllt. Ausgehend von der Seemitte erreichen die Sedimentmächtigkeiten ost- und westwärts noch in ca. 250 m Entfernung mehr als 14 m, d.h. auf einer Breite von 500 m und einer Länge (Nord-Süd-Ausdehnung) von 1000 m sind mindestens 10 Mio. m<sup>3</sup> wasserhaltige Sedimente deponiert. Das entspricht einer Trockenmasse von ca. 4-5 Mio. m<sup>3</sup>. 95% der Sedimente bestehen aus Feinstpartikeln in der Korngröße von siltigem Ton (< 0,063 mm Durchmesser). Chemische Analysen der Sedimente (Konsortium Rangsdorfer See, 1992) und vor allem Detailanalysen durch die FU Berlin zeigen, dass der Seeschlamm einer wirtschaftlichen Verwertung als „Bodenverbesserer“ zugänglich ist, zumal die Gehalte an Schwermetallen sowie organischen Umweltchemikalien, so weit bekannt, sehr gering sind.

Untersuchungen zum Nährstoffgehalt des Freiwassers im Rangsdorfer See zeigen hohe Phosphatkonzentrationen an allen Stellen des Wasserkörpers, die zu eutrophen bis hypertrophen Verhältnissen führen (Umweltamt Brandenburg 2001, Albrecht 2002.). Ungeklärt ist gegenwärtig noch, wie hoch das Freisetzungs- bzw. Rücklösungspotential von Phosphat aus dem Interstitialwasser ist, wenn der See um mehrere Meter vertieft wird und alte Sedimentschichten angeschnitten werden. Extrem starke Algenblüten (insbesondere Blaualgen) ab Frühjahr sind eine Folge der extremen Nährstoffkonzentration im Wasser und tragen zu außergewöhnlich geringen Sichttiefen insbesondere während der Badesaison bei. Eine extreme Sauerstoffzehrung im Sommer führt dabei häufig zu plötzlichem Fischsterben im See.

Besonders ungünstig erweist sich die geringe Wassertiefe des Sees von durchschnittlich 1,5 m (Maximum 2,5 m in Seemitte; Minimum 0,3 m in der westlichen Bucht). Bei Starkwindwetterlagen werden durch die Wellenbewegung bereits sedimentierte Feststoffe resuspendiert und Nährstoffe (vor allem Phosphor) freigesetzt, so dass es zeitweise zu einer

erheblichen Aufkonzentration kommt, welche bis zu dreifach höhere Werte im Freiwasser verursachen. Angesichts der sehr geringen Wasseraustauschrate verbleiben diese im See. Eine nur geringe Ableitung des Seewassers über den Zülowgräben (im Mittel: 0,237 m<sup>3</sup>/sec, Konsortium Rangsdorfer See, 1992) trägt nicht zur Verminderung der Nährstoffverhältnisse bei.

## 7 Arbeitsplan:

Laufzeit: 14 Monate

- **Monat 1-8:** Probennahme und Analytik der Schlämme, Erfassung der hydrologischen Parameter,
- **Monat 6-14:** Bewertung der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Machbarkeit der Sanierung, nach Maßgabe der wissenschaftlichen Befunde.
- **Monat 8-14:** Erstellung einer Umweltverträglichkeitsprüfung nach UVPG bzw. VwUVPG, Anfertigung des Berichtes.

## 8 Kostenkalkulation

Die Kostenkalkulation basiert auf Analysen aller notwendigen geochemischen Standardparameter. Mögliche Änderungen im Analysegang ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben, welche insbesondere bei der Verwertung/Entsorgung des Schlammes zu berücksichtigen sind. Die Analytik wird an akkreditierte Labore vergeben. Die Probennahme, Datenbearbeitung und -auswertung erfolgt durch Terra4 - Gesellschaft für Geosystemanalyse und FU Berlin.

### Phase 1. Analyse und Bewertung des Faulschlammes 0-3m Sedimenttiefe

Hierbei handelt es sich um die quantitative und qualitative Analyse der organikreichen Schlämme bis 3m unterhalb der Wasser-Sediment-Grenzschicht. Dabei müssen berücksichtigt werden: Nährstoffgehalt, Schwermetallbelastung und organische Schadstoffe im Sediment und im Porenwasser. Es ist zu erwarten, dass diese Sedimente seit dem Beginn der Industrialisierung abgelagert wurden. Durch den Eintrag im Laufe der industriellen Entwicklung ist mit stark schwankenden Konzentrationen von Umweltchemikalien und Nährstoffen zu rechnen. Entsprechend ist hier eine tiefengerechte Probennahme mittels Vereisungstechnik erforderlich.

*Probennahme mittels Vereisungstechnik, geochemische Analytik der Sedimente und des Porenwassers, Präsentation und Beurteilung der Ergebnisse in Hinblick auf etwaige Kontaminationen und wirtschaftliche Verwertbarkeit* 30.000,- €

### Phase 2: Massenbilanzierung und qualitative Analyse der Seesedimente bis zur sandigen Basis

Zur Stabilisierung des Nährstoffhaushaltes erscheint eine Tieferlegung der Sohle auf eine Tiefe von ca.12-13m im zentralen Bereich notwendig. Zur Ermittlung der Sedimentmächtigkeiten werden Rammkernsondierungen bis zur sandigen Basis durchgeführt. Im Zentralen Bereich werden Kernbohrungen bis zur vorgesehenen Entnahmetiefe durchgeführt und analog zu Phase 1 die Sedimente und Porenwässer in Hinblick auf eine Entsorgung bzw. Verwertbarkeit auf ihre Inhaltsstoffe untersucht.

Rammkernsondierungen, Kernbohrungen, geochemische Analytik der Sedimente und des Porenwassers, Zusammenstellung und Auswertung der Ergebnisse 30.000,- €

Phase 3: Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit

Ingenieurstudien für die technischen Anlagen (Schlammentnahme, -transport und -aufbereitung, Erstellung von Investitions- / Rentabilitätsberechnungen (vergl. Punkt 3 – Maßnahmenkatalog) 100.000,- €

Phase 4: Bewertung des Gesamtvorhabens und Begutachtung im Sinne einer UVP

Auswertung vorhandener Daten, Begutachtung der Auswirkungen der geplanten Sanierungsmaßnahmen nach UVPG 40.000,- €

Summe	200.000,- €
Umsatzsteuer (16%)	32.000,- €
<b>Summe</b>	<b><u>232.000,- €</u></b>