Wasserwirtschaftliche Maßnahmen als Beitrag zur Sanierung und Restaurierung eines Flachsees

Dipl.-Ing. U. G. Lange/Dr. G. Gunkel
GEOPLAN Ingenieurges. für Geo- und Bautechnik mbH/TU Berlin

Zusammenfassung
Am Rangsdorfer See, einem ca. 250 ha großen Flachsee südlich Berlins, ist ein hypertropher Zustand durch erhebliche Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet (allochthon) sowie seeintern (autochthon) durch Nährstoffrücklösungen erreicht.

Ungünstige hydrologische Verhältnisse verstärkten den Prozeß der Eutrophierung:

- Der Seedurchfluß sinkt im langjährigen Mittel auf eine Austauschrate in den Monaten Juli, August und September von unter 0,1/a, 1990 bis 1992 kam es zur völligen Stagnation.

- Die Deckung des landschaftlich notwendigen Mindestabflusses Q_L von 50 l/s ist in den Monaten Juli/August und September deutlich unterschritten.

- Windinjizierte Strömungen erreichen den Seegrund und führen dort zur Resuspension von Nährstoffen.

- Das Absenken des Seeniveaus um 40 cm (HW-NW) führt zur Reduzierung des Seevolumens um ein Viertel ⇒ Schädigung des Litorals
  Stärkere Erwärmung
  Höhere Nährstoffbelastung
  Stärkere Resuspension von Nährstoffen durch windinjizierte Strömungen

- Eine Wiederauffüllung des Seekörpers nach dem Absinken während der Sommermonate ist äußerst verzögert, da die Wasserverfügbarkeit im Herbst statistisch weniger gesichert ist als im Frühjahr (Januar bis März).

Die bisherige traditionelle Nutzung des Sees als Freizeit- und Badegewässer mußte untersagt werden, die ökologischen Voraussetzungen für den Erhalt eines großen Naturschutzgebiets, das den gesamten südwestlichen Seebereich beinhaltet, waren nicht mehr gegeben. Wiederholtes Fischsterben machte den Gewässerzustand für jeden erkennbar.

In einem interdisziplinär besetzten Planungskonsortium wurde im Sommer 1991 mit der Erarbeitung eines Sanierungskonzepts begonnen.

Neben Limnologen, Biologen und Geologen mußte der Wasserwirtschaftler die Klärung aller hydrologischen, klimatischen und wasserwirtschaftlichen Grundlagen und den daraus abzuleitenden Sanierungsmaßnahmen leisten.

Einleitung

Bevor die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen im Rahmen der Sanierung eines Flachsees vorstellt werden, erscheint es angebracht, einige grundlegende hydraulische Mechanismen im Gewässerkörper und deren Auswirkung auf das Ökosystem "See" zu nennen:

In Seen kommt es nicht nur durch den Austausch von Oberflächenwasser zu Bewegungen des Wasserkörpers, sondern es erfolgt durch Sonnenstrahlung und durch Wind eine dem hydrologisch bedingten Umwälzungsprozeß überlagerte Zirkulation.

Bei tiefen Seen überwiegt dabei der Einfluß des Wärmeeintrags: Es kommt aufgrund des Dichtemaximums des Wassers bei 4°C im Frühjahr und im Herbst zur Zirkulation. Winter und Sommer sind dagegen durch thermisch bedingte Schichtungen geprägt: Während der Sommerstagnation kommt es in der lichtdurchflossenen oberen Schicht des Sees, dem Epilimnion, zum Wachstum von Wasserpflanzen in Abhängigkeit von Wärme, Licht und dem Nährstoffgehalt. Im nicht durchleuchteten, kälteren Tiefenwasser, dem Hypolimnion, findet kein Algenwachstum statt; das aus dem Epilimnion stammende abgestorbene Plankton wird durch Organismen unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut oder wird am Seegrund als Sediment abgesetzt. Über dem Grund beginnend, kommt es so zur Sauerstoffzehrung, die insbesondere bei nährstoffbelasteten Gewässern durch Reduktion Methan und Schwefelwasserstoff bilden und Nährstoffe aus dem Sediment rücklösen kann.

Bei Flachseen ist dagegen infolge der frühsommerlichen Erwärmung nur eine kurzfristige Temperaturschichtung vorhanden, das sich erwärmende Epilimnion läßt jedoch die Temperatursprungschicht (Metalimnion) alsbald die Gewässersohle erreichen, so daß bei Flachseen mikrobielle Abbauvorgänge aufgrund höherer Temperatur im gesamten Wasserkörper ablaufen.

Da bei den Abbauvorgängen die Sauerstoffverfügbarkeit einen weiteren Faktor bildet, kommt bei der Sanierung von Flachseen einer guten Durchströmung (Verweildauer < 1/a) große Bedeutung zu.

Windinjizierte Strömungen führen zur Resuspension von Sedimenten aus abgestorbenem Plankton, so daß Nährstoffe frei werden und in erneute Bioproduktion umgesetzt werden können. Die Mineralisationsraten sind sehr hoch, entsprechend ist die Sedimentbildungsrate sehr gering.

Hydrologie

Das 23,2 km² große Einzugsgebiet im Norden des Sees wird vom Blankenfelder Fließ und dessen Nebenläufen gebildet. Insgesamt befindet sich der Rangsdorfer See im Einzugsgebiet der Spree, welche der Seeabfluß über Zülowkanal, Notte Kanal und Dahme erreicht.

Die hydrogeologische Situation ist durch eine Hochflächenstruktur geprägt.

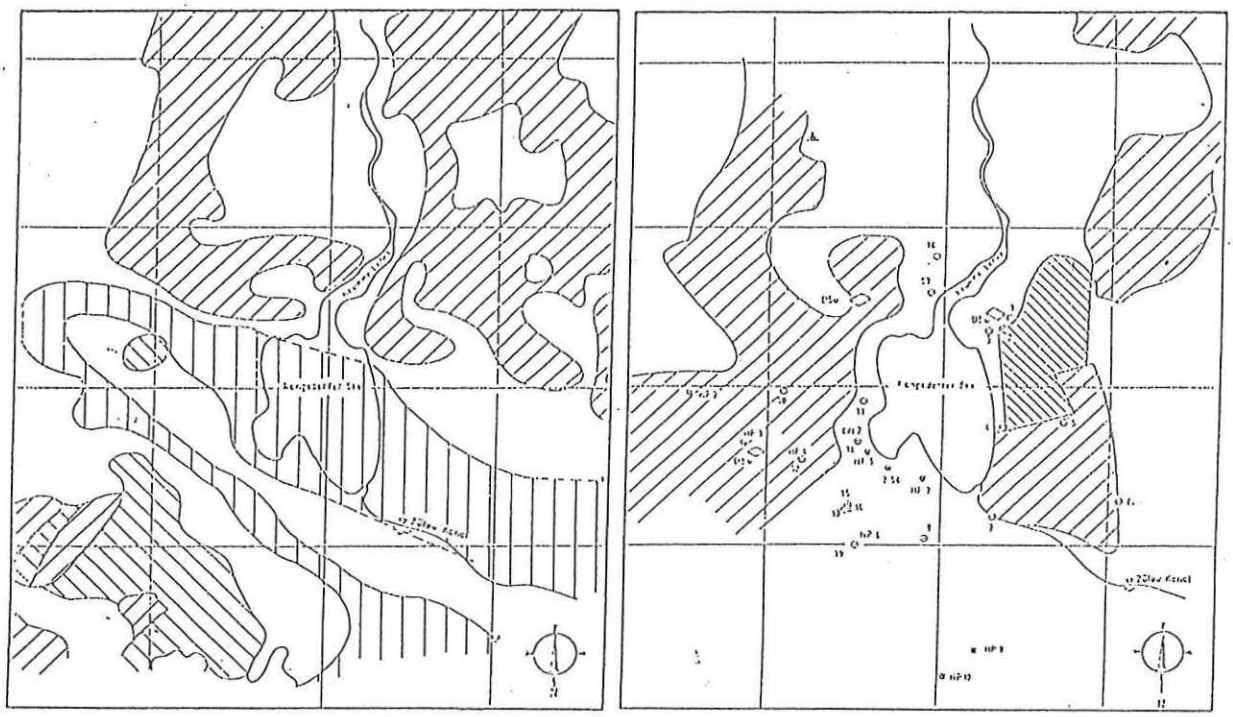

Abb. 1: Geologische Übersicht Kontaminationsquellen

Hydrogeologische Karte der oberflächennahen Grundwasserleiter

- Grundwasserleiter unter Geschiebemergelbedeckung
- hangende Decksande mit saisonbedingter Wasserführung
- unbedeckter Grundwasserleiter S2n - W
- unbedeckter Grundwasserleiter iH - W

- Grundwassermeßstelle (1973) mit Beschaffenheitsdaten
- Grundwassermeßstelle (1992) mit Probennahmen
- ungeordnete Siedlungsmülldeponien
- Güllestapelbecken
- Güllebeseitigungsflächen
- unkontrollierte Fäkaliengruben in der Ortschaft

Auf der Rangsdorfer Hochfläche ist der oberflächig anstehende Weichsel-Geschiebemergel vielerorts erodiert, so daß die Saale-2-Nachschüttsande hier einen unbedeckten, zur Alimentation des Sees beitragenden oberen Grundwasserleiter bilden, der unterhalb der Geschiebemergelverbreitungsfläche zwar bedeckt, häufig jedoch ungespannt bleibt (Abb. 1 links).

Die Grundwasserfließrichtung erfolgt aus NW bzw. NO zum See (Abb. 6), im Süden vom See weg, wobei für die Seebilanz Grundwasserzufluß und Grundwasserabstrom etwa gleich angesetzt werden können (ca. 28.000 m^3/a).

Aufgrund der Lage des Grundwasserspiegels unterhalb der Liegendfläche des Weichsel-Geschiebemergels, wodurch dieser zur Trockenrißbildung neigt, sowie aufgrund seiner sandigen Ausbildung bietet der Grundwasserleiter der Hochfläche zwar eine hohe Speicherkapazität, doch keinen Schutz gegen eindringende Schadstoffe (Abb. 1 rechts).

Die hydrogeologische Situation wirkt sich auf den Gebietswasserhaushalt (Abb. 2) durch einen relativ großen Einfluß des Speichergliedes S aus, welches durch Wasserabgabe (minus) bis zum April den Gebietsabfluß R stützt.

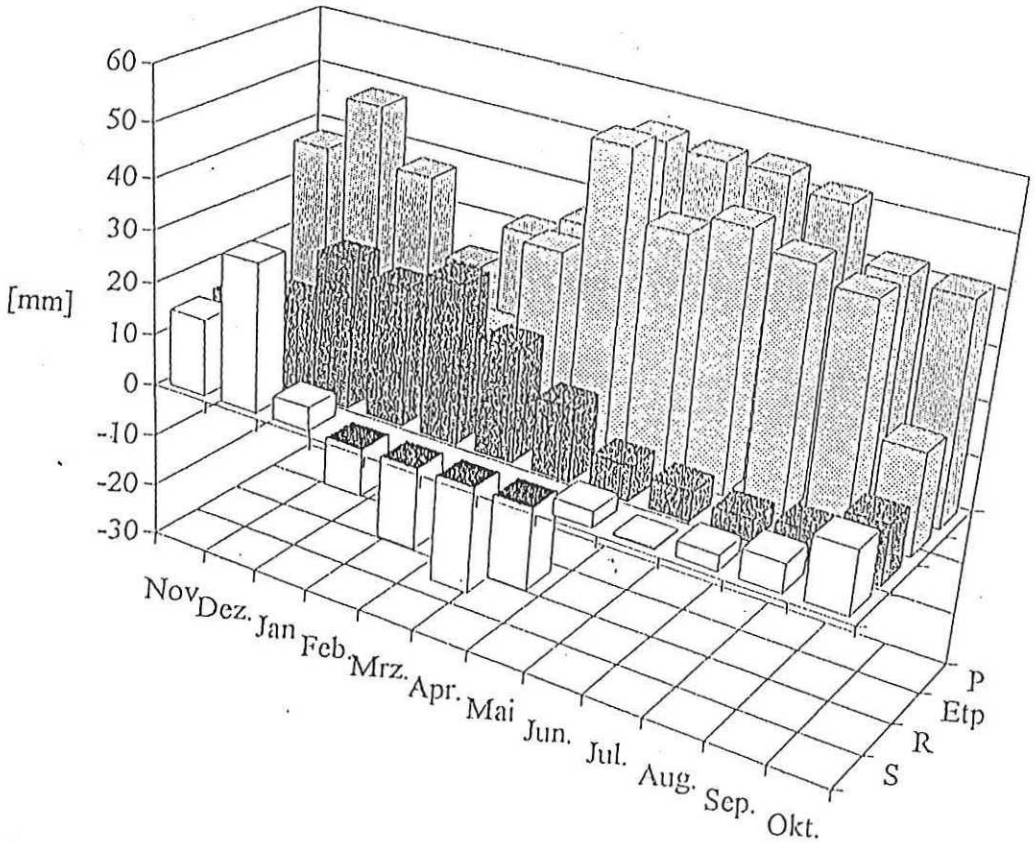

Abb. 2: Wasserbilanz des Einzugsgebietes des Rangsdorfer Sees $P = R + E_{TP} \pm S$ 1970 - 1983

Der Gebietsabfluß R des Einzugsgebietes geht in die Wasserbilanz des Rangsdorfer Sees als Seezufluß Q_Z ein, so daß sich die Seewasserbilanzgleichung wie folgt darstellt:

$$Q_Z + P = Q_A + Q_D + E_P \text{ (mit Grundwasser } G_Z = G_A)$$

Q_Z und der Niederschlag P bilden die natürlichen Zuflüsse, während die Abflußkomponenten neben dem Seeabfluß Q_A und der Seenverdunstung E_P noch einen diffusen Abfluß Q_D aufweisen, der den Wasserverlust in ein benachbartes Poldergebiet (Polder Jühnsdorf) darstellt (Abb. 6).

Der Seeabfluß Q_A (Abb. 3) stellt sich wie folgt dar.

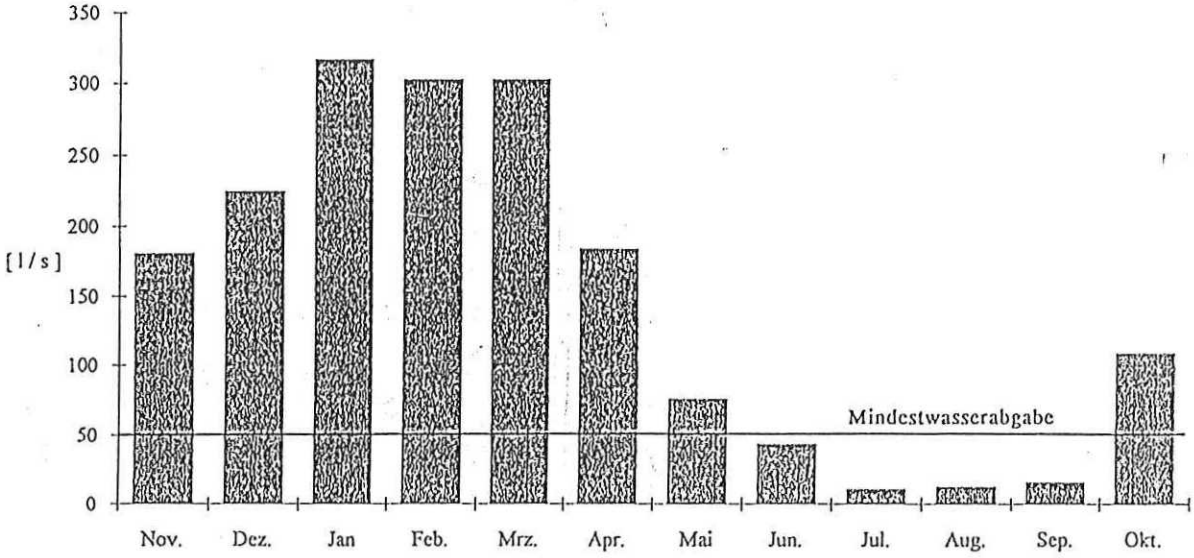

Abb. 3: Abfluß des Rangsdorfer Sees 1970 - 1983

Der Mindestabfluß an Unterlieger von 50 l/s ist für die Dauer von 4 Monaten unterschritten.

Die Austauschrate des Sees (Abb. 4) beträgt zwar im Jahresmittel 1 x pro Jahr, liegt jedoch bei Betrachtung der Monatsaustauschraten, ausgedrückt in 1/a, im hydrologischen Sommerhalbjahr deutlich darunter.

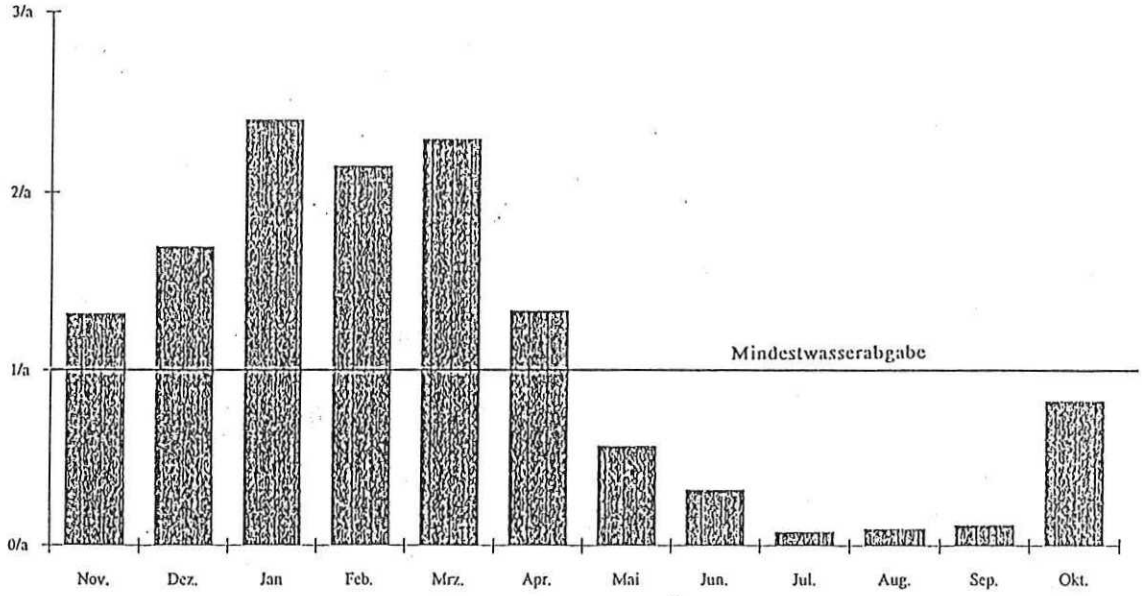

Abb. 4: Austauschraten 1970 - 1983

Windinjizierte Strömungen führen im Rangsdorfer See zur Ausbildung von Zirkulationsströmungen, deren Geschwindigkeitsprofil bis zum Seeboden ausgebildet ist (Abb. 5).

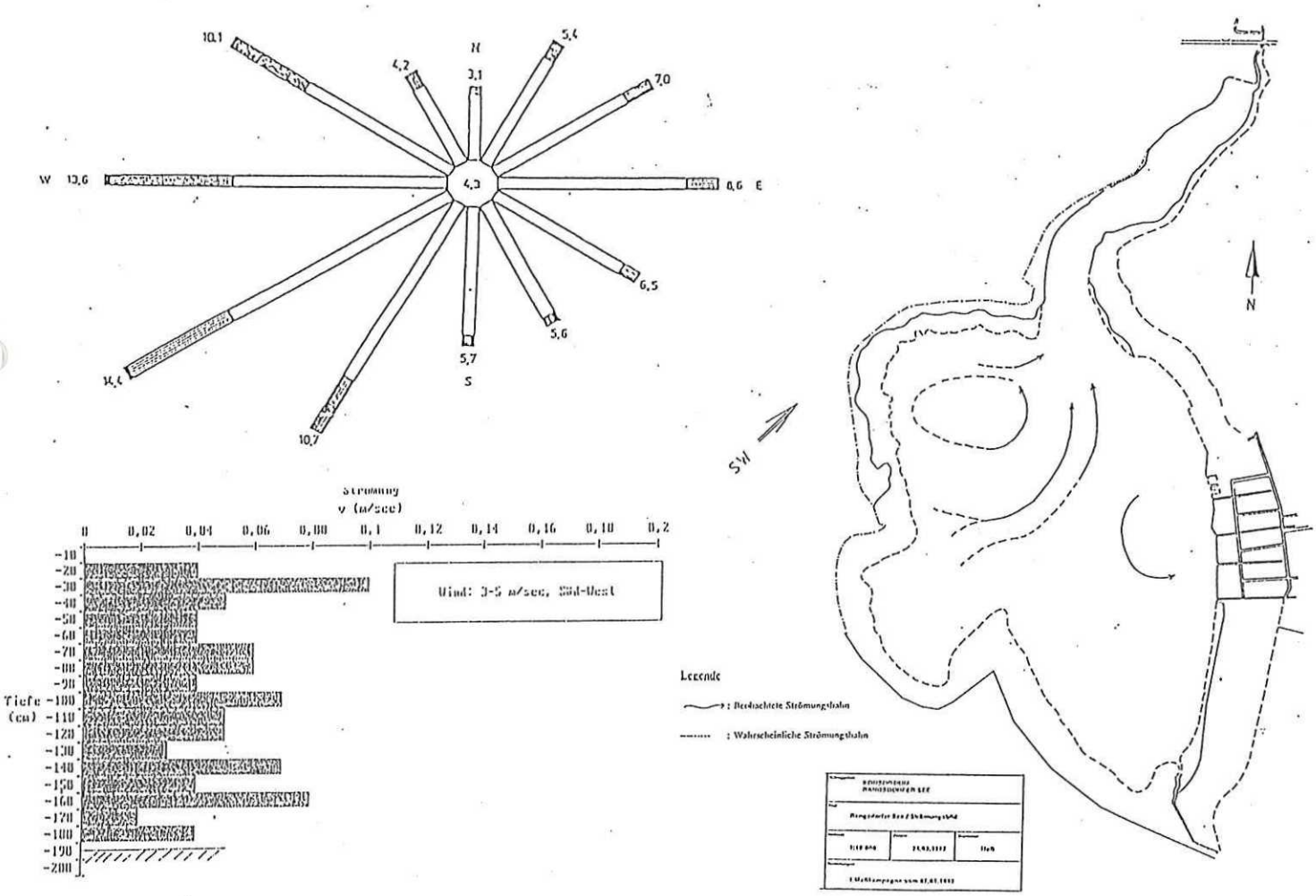

Abb. 5: Windrose der Wetterstation Flughafen Schönefeld
Geschwindigkeitsprofil der seeinternen Strömung
Strömungsbild als Ergebnis mehrerer Meßkampagnen mit tiefenvariablen Driftkörpern

Die am Seeboden befindliche Treibmudde weist einen anaeroben Charakter auf und verfügt über ein sehr hohes Reduktionspotential. Kommt es infolge windinjizierter Strömungen zur Verfrachtung und Sauerstoffanreicherung der Treibmudde, so erfolgt eine bedeutende Nährstoffrücklösung in den Seekörper.

Bei absinkendem Seespiegel infolge der Sommerstagnation (HW-NW = 40 cm) wird der Resuspensionseffekt verstärkt. Zusätzlich erfährt der verkleinerte Seekörper eine höhere Erwärmung und es kommt zum Trockenfallen der Uferzonen.

Die Bewirtschaftung des Rangsdorfer Sees im Rahmen der Sanierung erfordert deshalb folgende Maßnahmen (Abb. 6):

- Verminderung der Nährstoffbelastung durch Sanierung des Einzugsgebietes.

- Flächenhafte Entfernung der Treibmudde und des Faulschlamms (im Mittel 70 cm mächtig).

- Abtrennung und Eintiefung der Krummen Lanke als Vorsee zur Nährstoffretention. Damit erfolgt eine weitgehende Erfassung aller nährstoffbefrachteten Zuflüsse aus Oberflächen- und Grundwasser.

- Möglichst hohe Stauhaltung am Ende von Naßperioden. Ein Wehr muß so dimensioniert werden, daß bei HW ein HQ noch ohne weiteres Ansteigen des Seespiegels abgeführt werden kann.

- Einstau des uferparallelen Umleitungsgrabens im Polder Jühnsdorf/Dabendorf zur Minimierung des diffusen Wasseraustritts.

- Vernässung des Naturschutzgebietes Jühnsdorfer Polder. Dabei ist nicht an die Schaffung großer Wasserflächen gedacht, sondern an ein maximales Ausnutzen der Wasserspeicherfähigkeit der Talsande und der sie überlagernden Wiesenkalke (s.u.).

- Im Juli bis September Wahrung der seeinternen Strömung durch Zufuhr von Drainagewasser aus Jühnsdorf in die als Vorsee ausgebaute Krumme Lanke. Der Bedarf beträgt ca. 125.000 m^3/Monat. Dies entspricht bei einem Porenvolumen von 25% und einer Vernässungsfläche von 150 ha einer Grundwasser-Spiegelabsenkung von $\approx$ 1,0 m, da diese Maßnahme aller Wahrscheinlichkeit nach über die Dauer von 3 Monaten erforderlich sein wird. Somit ist der Notbedarf über diese Bewirtschaftungspraxis gedeckt.

- 125.000 m^3/Monat entsprechen außerdem Q_L, so daß der Basisabfluß des Zülowkanals selbst bei Stagnation gedeckt ist.
  Mindestabgabe Q_L durch Feinregulierung an Auslaufwehr

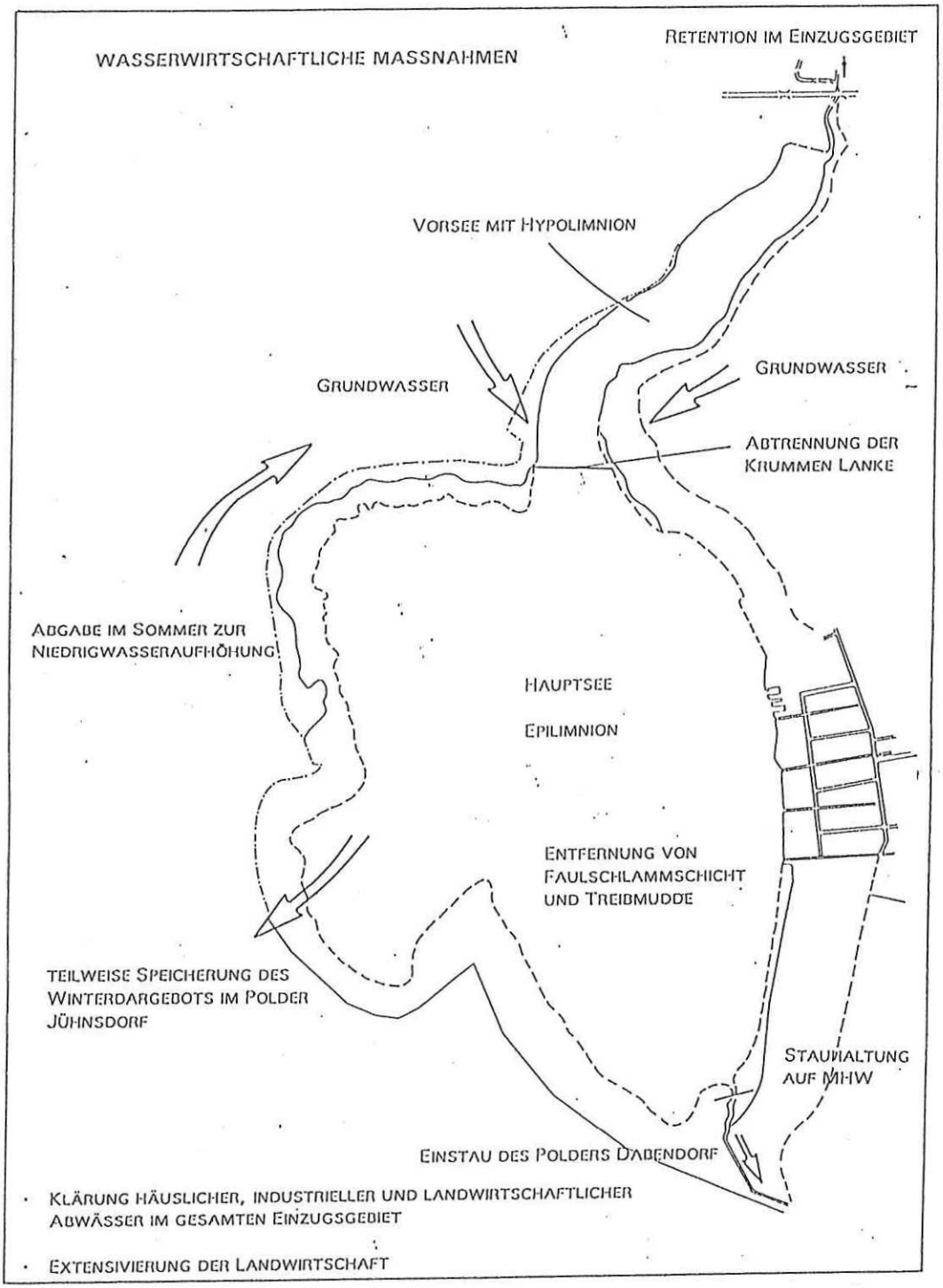

Abb. 6: Gesamtübersicht der Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. U.G. Lange
Geoplan GmbH

Reuchlinstraße 10-11
1000 Berlin 21

Dr. G. Gunkel
Technische Universität Berlin
Sekr. KF 4
Straße des 17. Juni 135
1000 Berlin 12