

Fachhochschule Eberswalde
Fachbereich 2: Landschaftsnutzung und Naturschutz

**Der Kleine Rhin -
Geschichte, Struktur und Gewässergüte**

Diplomarbeit zur Erlangung des Grades eines
"Diplom-Ingenieurs (FH) für Landschaftsnutzung und Naturschutz"
vorgelegt von

Reinhard Müller
(Matr.-Nr. 229402)
geb. am 11. März 1963 in Bonn

Betreuer: Prof. Dr. Antje Stöckmann
1. Gutachter: Prof. Dr. Antje Stöckmann
2. Gutachter: Dr. Ulrich Schulz

Tag und Ort der Abgabe: Berlin, den 24.11.1998

Danksagung

Besonders herzlich möchte ich mich bei Ursula Thomas und Edeltraud Walde vom Labor unseres Fachbereichs bedanken, die mich bei der Wasseranalytik unterstützten und dabei niemals auf die Uhr schauten.

In gleicher Weise möchte ich dem Leiter der Außenstelle Neuglobsow vom Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Prof. Rainer Koschel, und seinem Laborteam, Johanna Dallchow und Uta Mallok, danken, die mir die Untersuchung des Chlorophyll-a- und des Gesamtphosphorgehalts ermöglichten.

Dr. Detlef Knuth und Ulrich Rothe vom Museum Potsdam waren freundlicherweise bereit, anlässlich dieser Arbeit mit mir den Fischbestand der Fließgewässer zu untersuchen.

Initiatorin und große Unterstützerin dieser Arbeit war Silke Wall vom Naturpark Uckermärkische Seen. Fritz Meschzan von der Naturwacht Templin sorgte für ein Boot für die Untersuchung der Stillgewässer. Durch die Hilfe der Mitarbeiter der Naturwachtstationen Menz und Zippelsförde konnten die umfangreichen Vermessungsarbeiten realisiert werden.

Für die Nachbestimmung schwer bestimmbarer Arten danke ich Dietrich Braasch, Eva Schmidt, Alexandra Hoesch und Dr. Werner Krause.

Für die kostenlose Bereitstellung von Daten möchte ich dem Deutschen Wetterdienst, dem Landesumweltamt Brandenburg, dem Landesvermessungsamt Brandenburg, dem Gewässerkataster und angewandte Gewässerökologie e.V., dem Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin, dem Gewässerunterhaltungsverband Oberer Rhin/Temnitz, den Umweltämtern der Landkreise Oberhavel und Ostprignitz-Ruppin und der Landesanstalt für Geologie und Rohstoffkunde meinen Dank aussprechen.

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich Susanne Schilp und Dr. Peter Kasprzak.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Untersuchungsgebiet	11
2.1	Lage und Verlauf der Untersuchungsgewässer	11
2.2	Naturraum	13
2.3	Einzugsgebiet des Kleinen Rhins	15
2.4	Klima	15
3.	Geschichte der Untersuchungsgewässer	16
3.1	Stillgewässer	16
3.2	Fließgewässer	17
4.	Methoden	21
4.1	<i>Datenaufnahme</i>	21
4.1.1	Stillgewässer	21
4.1.1.1	Flächenermittlung	21
4.1.1.2	Tiefenermittlung	21
4.1.1.3	Ermittlung der Höhenlagen	21
4.1.1.4	Ermittlung der Trophie	21
4.1.1.5	Ermittlung der Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O ₂ -Sättigung	22
4.1.1.6	Untersuchung der submersen Makrophyten	23
4.1.2	Fließgewässer	23
4.1.2.1	Abflußverhältnisse	23
4.1.2.2	Gewässerstruktur	23
4.1.2.2.1	Strukturgütekartierung	23
4.1.2.2.2	Nivellierung der Sohlhöhe des Unterlaufs des Kleinen Rhins	25
4.1.2.3	Untersuchung chemisch-physikalischer Parameter	25
4.1.2.3.1	Monatliche Beprobungen	25
4.1.2.3.2	O ₂ - und Temperaturtagesgänge	27
4.1.2.4	Untersuchung des Makrozoobenthons	27
4.1.2.5	Errechnung der Saprobienindices	28
4.1.2.6	Untersuchung der Ichthyofauna und der Unionidae	29
4.1.3	Grundwasser	29
4.1.3.1	Untersuchung chemischer Parameter	29
4.2	<i>Bewertung der Naturnähe</i>	29
4.2.1	Stillgewässer	29
4.2.1.1	Gewässerflächen	29
4.2.1.2	Gewässertiefen	29

4.2.1.3	Höhenlagen der Wasserspiegel	30
4.2.1.4	Trophie	30
4.2.2	Fließgewässer	30
4.2.2.1	Abflußverhältnisse	30
4.2.2.2	Gewässerstruktur	31
4.2.2.3	Chemische Parameter	32
4.2.2.4	Makrozoobenthon	32
4.2.2.5	Saprobie	33
4.3	<i>Vereinheitlichung der Bewertungssysteme</i>	33
5.	Ergebnisse	35
5.1	Stillgewässer	35
5.1.1	Flächen, Tiefen und Wasserstände	35
5.1.2	Trophie	35
5.1.3	Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O ₂ -Sättigung	35
5.1.4	Submerse Makrophyten	36
5.2	Fließgewässer	
5.2.1	Abflußverhältnisse	38
5.2.2	Gewässerstruktur	38
5.2.3	Sohlhöhe am Unterlauf des Kleinen Rhins	49
5.2.4	Temperatur	49
5.2.5	Chemische Parameter	49
5.2.6	Makrozoobenthon	60
5.2.7	Saprobie	65
5.2.8	Ichthyofauna und Unionidae	65
5.3	Grundwasser	67
5.3.1	Chemische Parameter	67
6.	Diskussion	69
6.1	Stillgewässer	69
6.1.1	Primärtrophie der Untersuchungsgewässer	69
6.1.2	Aktuelle Trophie	71
6.1.3	Ursachen der Eutrophierung	72
6.1.4	Entwicklung der Trophie seit 1992/93	76
6.2	Fließgewässer	77
6.2.1	Abflußverhältnisse	77
6.2.2	Profilstruktur	78
6.2.3	Durchgängigkeit	80
6.2.4	Ufervegetation	81
6.2.5	Temperatur	81
6.2.6	Chemische Parameter	82
6.2.7	Fauna	85

6.2.8	Saprobie	87
7.	Entwicklungsempfehlungen	89
7.1	Stillgewässer	89
7.2	Fließgewässer	90
8.	Zusammenfassung	94
9.	Quellen	97
10.	Verzeichnis der Tabellen, Karten, Abbildungen und Bilder	102
11.	Anhang	105

In dieser Arbeit werden folgende Abkürzungen verwendet:

BfG:	Bundesanstalt für Gewässerkunde
DWD:	Deutscher Wetterdienst
GStA:	Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz
GuG:	Gewässerkataster und angewandte Gewässerökologie e.V.
IGB:	Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
BLHA:	Brandenburgisches Landeshauptarchiv
LAWA:	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LGR:	Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
LUA:	Landesumweltamt Brandenburg
MUNR:	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg
VEBMEL:	VEB Meliorationsprojektierung Bad Freienwalde

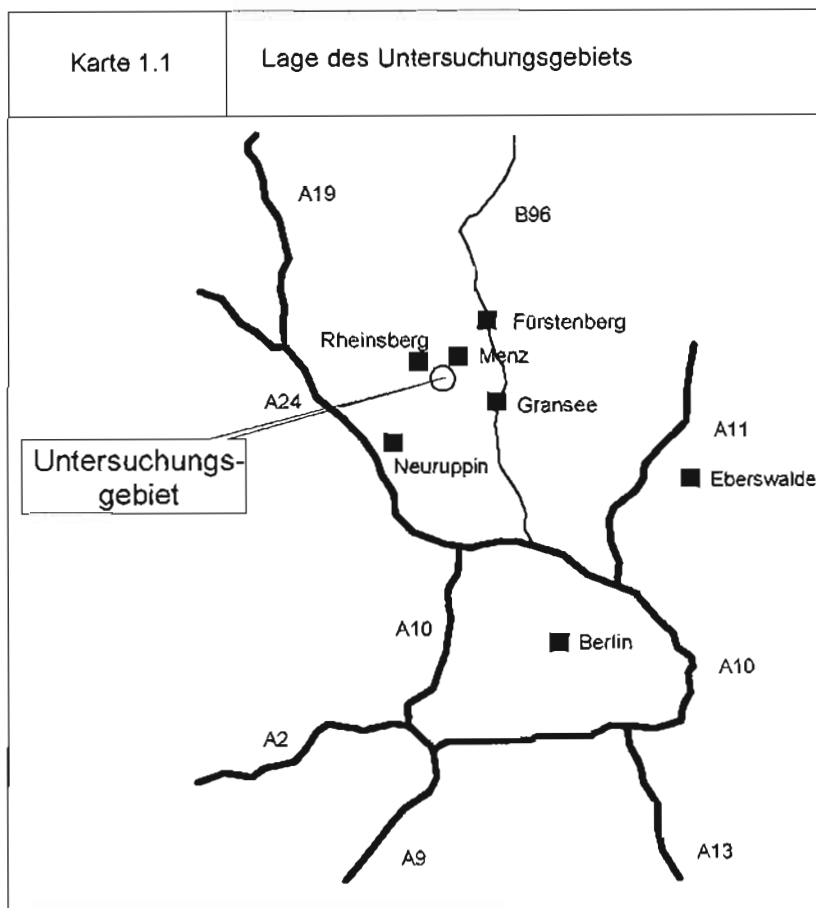
1. Einleitung

Der Kleine Rhin - gelegentlich auch als Köperner Rhin bezeichnet - ist ein bislang wenig untersuchtes kleines Fließgewässer im nördlichen Brandenburg (vgl. Karte 1.1).

Neben dem Kleinen Rhin werden auch seine Zuflüsse und die größeren Seen seines Einzugsgebiets untersucht. In Karte 1.2 sind die Untersuchungsgewässer abgebildet. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung der benachbarten Seen und Fließgewässer verzichtet.

Die Untersuchung wurde dringend erforderlich, weil im Einzugsgebiet des Kleinen Rhins die Belange des Naturschutzes einen hohen Stellenwert besitzen und hier ein großer Handlungsbedarf zu erkennen ist. Das Einzugsgebiet befindet sich im geplanten Naturpark "Stechlin-Ruppiner Land". Große Teile gehören zum einstweilig gesicherten Erweiterungsbereich des Naturschutzgebiets "Stechlin". Der Törnsee-Graben und der Kleine Rhin sind Bestandteil des Europäischen Vogelschutzgebiets (Special Protection Area) "Stechlin".

Der größte Teil des Einzugsgebiets des Kleinen Rhins befindet sich im Landkreis Oberhavel. Im Entwurf zum Landschaftsrahmenplan des Altkreises Gransee (1996) wird die Renaturie-



rung von Kleinem Rhin und Dollgower Seegraben empfohlen. Beide Bäche werden als übermäßig ausgebaut bezeichnet. Als weiteres Ziel benennt der Landschaftsrahmenplan die Sanierung des Zeutensees. Dort wurde zwanzig Jahre lang eine große Entenmastanlage betrieben, die zur Eutrophierung des Gewässersystems beitrug. Daneben wird die Sicherung des Dollgower Sees als lokales Badegewässer sowie die Pflege und Entwicklung der Moore, Röhrichte und der naturnahen Feuchtwiesen und Verlandungsgesellschaften angestrebt.

Unter- und Mittellauf des Kleinen Rhins liegen im Landkreis Ostprignitz-Ruppin. Im Landschaftsrahmenplan Neuruppin (1995) wird als Entwicklungsziel die Verbesserung der Wasserqualität des Köpemitzer Sees genannt.

Die Nährstoffgehalte von Kleinem Rhin und Törnseeegraben wurden bereits in den Jahren 1986-90 durch eine Schülerexpedition unter Anleitung von JACOBSEN stichprobenartig untersucht. Die Belastung der Untersuchungsgewässer war zu diesem Zeitpunkt außerordentlich hoch. Der Abschlußbericht benennt als Hauptverursacher die kurz darauf abgebaute Entenmastanlage. Die damalige Situation des Zeutensees wird darin folgendermaßen geschildert: "Bei Regen wird der gesamte Anteil des Entenkotes, der Mauser- und Futterreste in das Gewässer abgespült. Im Bereich der Anlage treiben im oberflächennahen Wasser weißlich-graue Schwaden auf den Aldrovandagraben zu (Anmerkung des Verfassers: Aldrovandagraben ist eine der Bezeichnungen für den nördlichen Teil des Törnseegrabens zwischen Zeutensee und Großem Törnsee) (...) Das Sediment besteht aus einem graugrünen, gallertartigen, kalkhaltigen Seenschlamm. In der Nähe der Entenmastanlage ist der Schlamm wie Abwasserschlamm schwarzgrau und stinkend" (JACOBSEN 1990: 13).

Im Bericht wird auch eine Niedermoordegradierung am Törnseeegraben beschrieben: "Durch Wasserspiegelabsenkungen (...) litten die am Kleinen Törnsee und am Aldrovandagraben gelegenen Randwiesen durch Vermüllung des oberflächennahen Torfkörpers. In Auswirkung werden diese Wiesen zunehmend durch Brennesselfluren und Queckengesellschaften eingenommen."

Trotz seiner Eutrophierung beherbergt zumindest der Unterlauf des Kleinen Rhins noch relativ anspruchsvolle Arten. Über diesen Teil schrieb BRAASCH et al. (1994: 16) "Mit dem Kleinen Rhin zeigen besonders Bachforelle und Bachneunauge einen sensiblen rhithralen Bereich an." Sie ordnen den Unterlauf als wichtiges Gewässer für den Fließgewässer-Biotopverbund ein. Aufgrund der von ihnen gefundenen Arten der Ichthyofauna und des Makrozoobenthons erhielt dieser Teil nach der Konzeption zur Erfassung sensibler Fließgewässer in Brandenburg die Schutzwertstufe 3. Gewässer dieser Schutzwertstufe sind geschützte Biotope nach § 32 des Brandenburger Naturschutzgesetzes (MUNR 1997: 49).

Ziele der Diplomarbeit

In dieser Diplomarbeit soll untersucht werden, an welchen Gewässern aus der Sicht des Naturschutzes Sicherungs- und Entwicklungsbedarf besteht. Die Vorgaben der Landschaftsrahmenplanung sollen konkretisiert und nötigenfalls ergänzt werden. Das zentrale Anliegen der Arbeit ist die Bewertung der Naturnähe der Gewässer. Alle naturnahen unverbauten Bäche und Kleingewässer sind nach dem Brandenburger Naturschutzgesetz geschützte Biotope.

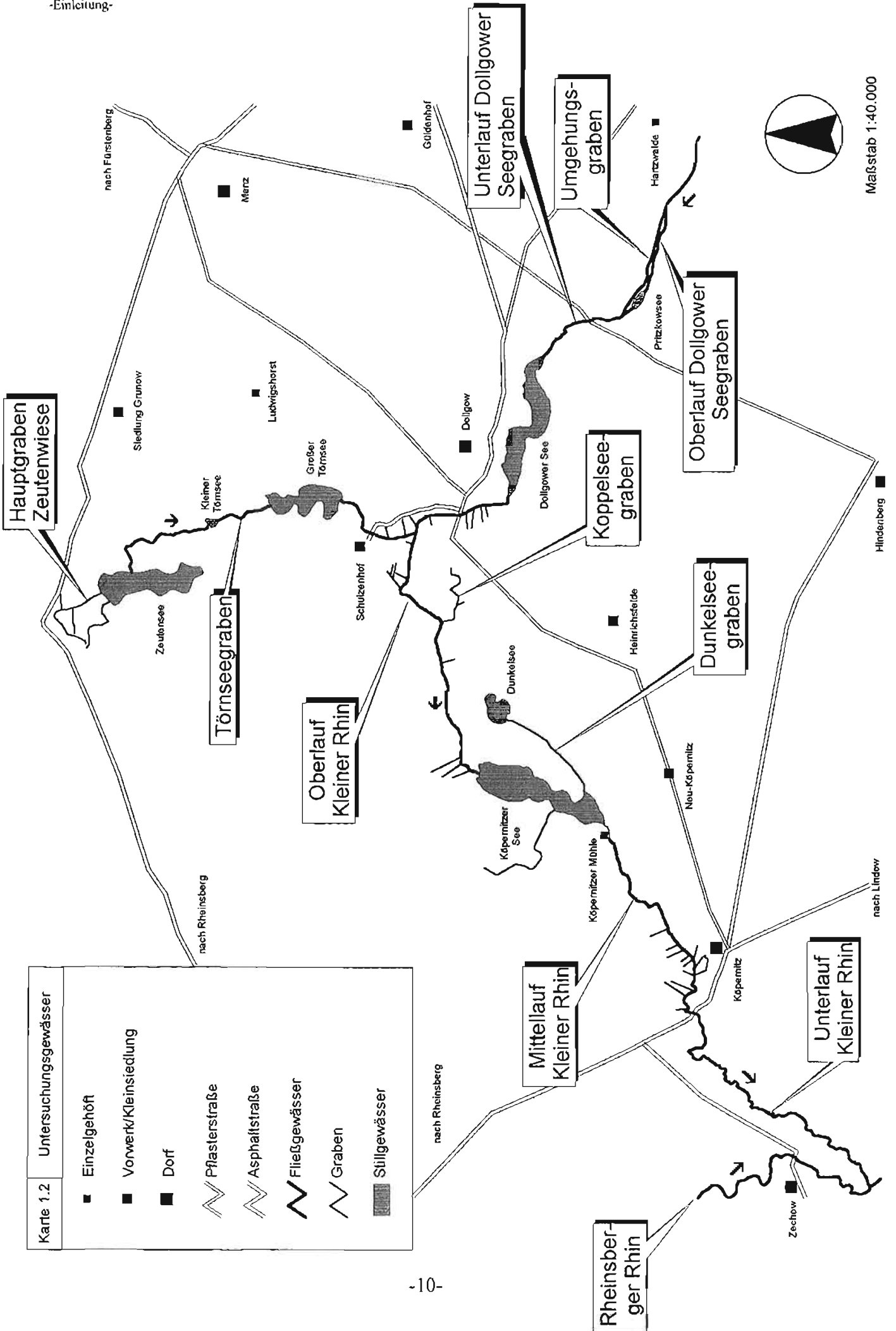
Die Arbeit soll diese Gewässer und Gewässerteile benennen, damit hier gezielte Schutzmaßnahmen angestrengt werden können. Andererseits sollen auch die besonders naturfernen Teile des Gewässersystems ermittelt werden, um Prioritäten für die Sanierung und Restaurierung der Seen und die Renaturierung der Bäche setzen zu können.

Das Leitbild wird durch den Vergleich mit den früheren Gewässerzuständen und den naturnahen Gewässern und Gewässerteilen des Einzugsgebiets entwickelt.

Die historischen Aufzeichnungen über die Untersuchungsgewässer werden im Rahmen dieser Arbeit zusammengetragen und interpretiert. Erstmals wird in größerem Umfang die Struktur, die Nährstoffbelastung, der O₂-Haushalt, das Makrozoobenthon und die Ichthyofauna der Fließgewässer untersucht. Im Gegensatz zu den Stillgewässern wird die Naturnähe hier überwiegend mit formalen Methoden bewertet. Weil kein Bewertungssystem alle der hier untersuchten Kriterien berücksichtigt, werden sie einzeln nach den Methoden verschiedener Autoren beurteilt. Diese Bewertungsmodelle benutzen unterschiedliche Begriffe für den Grad der Naturnähe und eine uneinheitliche Zahl von Bewertungsstufen. Zur besseren Vergleichbarkeit werden sie in ein einheitliches 7-stufiges System - von natürlich bis extrem naturfern - transformiert.

Die Stillgewässeruntersuchungen sollen die Bewertung der Naturnähe der heutigen Trophie ermöglichen. Hier kann nicht auf formale Bewertungssysteme zurückgegriffen werden, weil über die Beckenmorphometrie der Seen zu wenig bekannt ist. Im Rahmen der Arbeit wird die aktuelle Trophie und die Besiedlung durch submerse Makrophyten ermittelt und mit älteren Angaben verglichen. Durch Höhenvermessungen soll untersucht werden, in welcher Größenordnung sich die von JACOBSEN (1990: 15) beschriebene Wasserstandssenkung der Seen bewegt, die potentiell eine höhere Trophie begünstigt.

Die Trophie der Stillgewässer wurde in den Jahren 1992/93 bereits durch das GuG untersucht. Durch den Vergleich der im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Daten mit den Daten des GuG sollen Entwicklungstendenzen nach dem Abbau der Entenmastanlage vor acht Jahren aufgezeigt werden.



Karte 1.2 Untersuchungsgewässer

■	Einzelgehöft
■	Vorwerk/Kleinstiedlung
■	Dorf
—	Pflasterstraße
—	Asphaltstraße
—	Fließgewässer
—	Graben
■	Stülgewässer

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und Verlauf der Untersuchungsgewässer

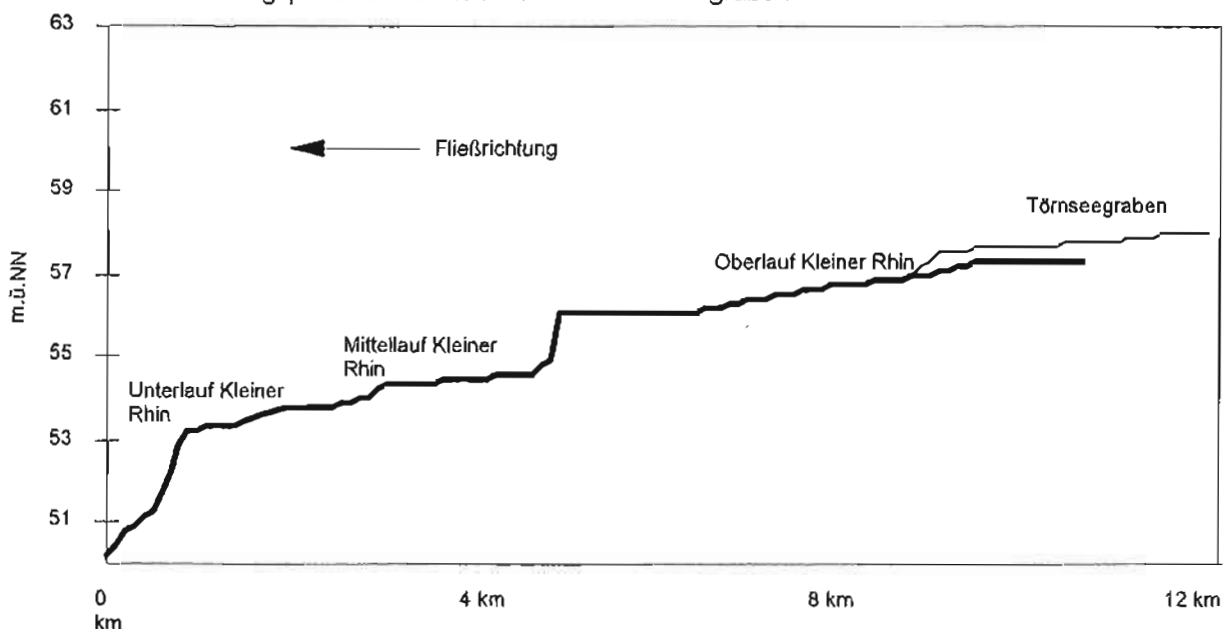
Der Kleine Rhin verläuft im Neuruppin-Rheinsberg-Fürstenberger Wald- und Seengebiet von Nordosten nach Südwesten. Er entspringt dem Dollgower See und mündet nach einer Fließstrecke von 8,4 km südöstlich der Stadt Rheinsberg in den Rheinsberger Rhin, der über Havel und Elbe in die Nordsee entwässert. Als Oberlauf wird hier das Teilstück vom Dollgower See bis zum Köpernitzer See bezeichnet. Der Mittellauf ist der Abschnitt vom Köpernitzer See bis zur Straßenbrücke in Köpernitz. Der unterhalb der Straßenbrücke gelegene Teil wird hier Unterlauf genannt.

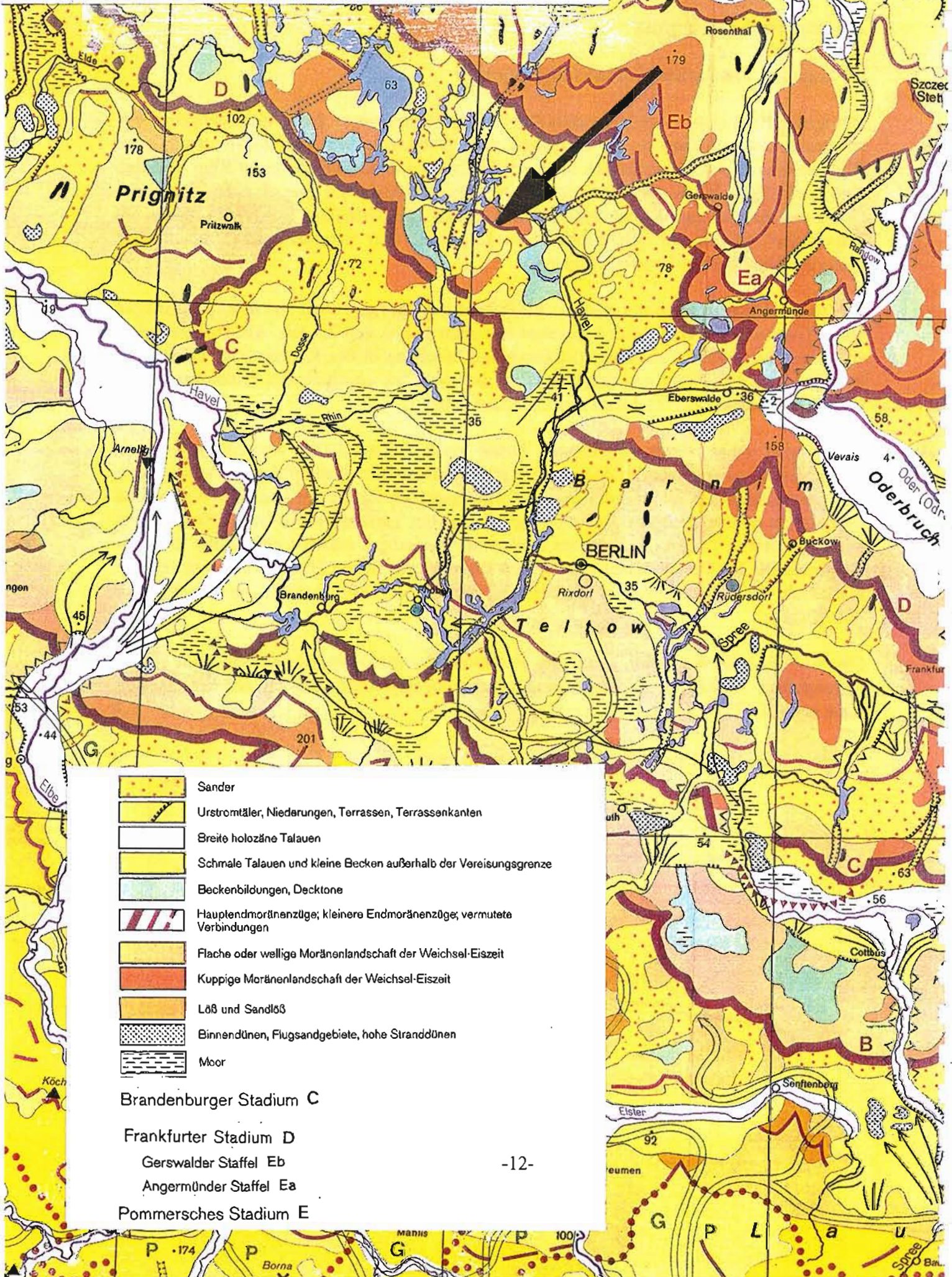
Die beiden Hauptzuflüsse des Kleinen Rhins sind der Törnseeegraben mit einer Fließstrecke von 2,1 km und der Dollgower Seegraben mit einer Länge von 2,5 km. Als Törnseeegraben wird hier der Abschnitt zwischen Zeutensee und Mündung in den Kleinen Rhin bezeichnet. Der Oberlauf des Dollgower Seegrabens ist das Teilstück oberhalb des Pritzkowsees, der unterhalb anschließende Teil wird hier Unterlauf genannt.

Der Kleine Rhin erhält oberirdisch ferner noch beträchtliche Wassermengen vom Koppelseegraben und von den Meliorationsgräben hinter dem Auslauf des Dollgower Sees. Der Dunkelseegraben und die übrigen Meliorationsgräben führen nur temporär Wasser und besitzen nur geringe Abflüsse. Der wichtigste Zufluß des Törnseeegrabens ist der Hauptgraben der Zeutenwiese. In den Oberlauf des Dollgower Seegrabens münden eine Reihe kleinerer Quellrinnsale. Im Einzugsgebiet des Kleinen Rhins liegen sieben Flachseen und ein kleiner Fischteich. Mit Ausnahme des Dunkelsees werden alle Stillgewässer im Hauptschluß durchflossen.

Die Abflußverhältnisse sind durch die Retention der zwischengeschalteten Seen relativ ausgeglichen, Schäden durch Hochwässer traten dementsprechend am Kleinen Rhin bislang nicht auf (LETTOW 1998).

Abb. 2.1: Längsprofil von Kleinem Rhin und Törnseeegraben





- Sander
- Urstromtäler, Niederungen, Terrassen, Terrassenkanten
- Breite holozäne Talauen
- Schmale Talauen und kleine Becken außerhalb der Vereisungsgrenze
- Beckenbildungen, Decktone
- Hauptendmoränenzüge; kleinere Endmoränenzüge; vermutete Verbindungen
- Flache oder wellige Moränenlandschaft der Weichsel-Eiszeit
- Kuppige Moränenlandschaft der Weichsel-Eiszeit
- Löß und Sandlöß
- Binnendünen, Flugsandgebiete, hohe Stranddünen
- Moor

Brandenburger Stadium C

Frankfurter Stadium D

Gerswalder Staffel Eb

Angermünder Staffel Ea

Pommersches Stadium E

In Abb. 2.1 ist das Längsprofil des Kleinen Rhins und Törnseegrabens dargestellt. Als Datengrundlage dienten Vermessungsdaten des VEBMEL (1965, 1971). Der Kleine Rhin besitzt ein mittleres Gefälle von 0,09 %. Das mittlere Gefälle des Törnseegrabens beträgt 0,05 %. Die Gefälle der Teilstücke sind in Karte 11.1 abgebildet. Das Gefälle des Dollgower Seegrabens ist nicht genau bekannt. Aus der Höhenlage seiner Quelle und der Höhenlage des Dollgower Sees ergibt sich ein mittleres Gefälle von 0,17 %.

Das Untersuchungsgebiet ist dünn besiedelt. Die Fließgewässer berühren nur die beiden Ortschaften Dollgow und Köpernitz und den zu Dollgow gehörenden Ortsteil Schulzenhof. Direkteinleitungen von Abwässern in den Kleinen Rhin und seine Zuflüsse gibt es nicht. Allerdings sind noch heute weder Köpernitz, noch Schulzenhof oder Dollgow an eine Kläranlage angeschlossen.

Der touristische Erschließungsgrad ist gering. Die Wanderwege des Gebiets werden nur sporadisch begangen, die Gewässer werden nicht für den Wassersport genutzt. Lediglich eine Landesstraße, die Verbindung Lindow-Rheinsberg, wird bei Köpernitz unterquert. Insbesondere der Törnsee, der Dollgower Seegraben und der Unterlauf des Kleinen Rhins besitzen aufgrund ihrer Unzugänglichkeit einen hohen Wert für den Naturschutz, der sich auch im Vorkommen von Kranich und Fischotter ausdrückt.

2.2 Naturraum

Das nördliche Brandenburg gehört zum weichseleiszeitlich geprägten Jungmoränenland. Der größte Teil der Einzugsgebiete der untersuchten Gewässer befindet sich im äußersten Süden der naturräumlichen Haupteinheit "Neustrelitzer Kleinseenland" (SCHOLZ 1962: 84). Sie gehört zur Brandenburg-Mecklenburgischen Seenplatte und besteht überwiegend aus wald- und gewässerreichen Sanderschüttungen. Kleiner Rhin und Dollgower Seegraben erhalten jedoch auch Zufluß von der südlich anschließenden Grundmoränenlandschaft, der "Granseer Platte". Die Gewässer des Jungmoränenlandes sind mit wenigen Ausnahmen karbonatreich.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Hinterland der Frankfurter Staffel, in der Sanderschüttung der Fürstenberger Endmoräne. Diese relativ isolierte Endmoräne befindet sich etwa in der Mitte zwischen den beiden Haupteisrandlagen, der Pommerschen Staffel im Norden und der Frankfurter Staffel im Süden (vgl. Karte 2.1). Ihre Sanderschüttung besitzt im Nordosten eine Mächtigkeit von bis zu fünfzig Metern, die nach Südwesten hin stetig abnimmt (GINZEL & HANDKE 1995: 3). Entsprechend sinkt das Höhenniveau von 85 bis 100 m.ü.NN im Norden des Großen Stechlinsees bis auf 55 m.ü.NN an der Talkante des Rheinsberger Rhins. Die Sanderschüttungen bilden im Gebiet den unbedeckten Hauptgrundwasserleiter. Bis auf wenige Ausnahmen haben die Seen hydraulischen Kontakt zum Grundwasserleiter und stellen damit Grundwasserblänken dar.

Nährstoffarme Seen sind im Hinterland der Frankfurter Staffel wegen der armen Böden und der geringen Besiedlungsdichte weit häufiger als im Hinterland der Brandenburger oder der Pommerschen Staffel. Heute sind 34% der Seen der Frankfurter Staffel, 14% der Gewässer der Pommerschen Staffel und nur 4% der Seen des Brandenburger Stadiums oligo- oder mesotroph (MIETZ et al. 1996).

Auch in direkter Umgebung des Untersuchungsgebiets liegen viele nährstoffarme Gewässer. Das bekannteste ist der bereits erwähnte oligotrophe Große Stechlinsee. Viele der den

Farben- und Zeichensymbolklärung

Wasser

Ausbeulungen

Fließboden
Eisenerde, Ton, Schluff oder Wurmkaste

Flachmoosort b. u. Gr.
Flachmoosort auf Sand bei A. Grunde.

Flachmoosort auf tonner. Grund. M. K. bei A. Grunde.
Flachmoosort auf tonner. Grund. M. K. bei A. Grunde.

Moorgründe auf Sand

Sand
Sand bei A. Grunde.

Dünensand
Sand, meist trocken.

Abmiltch- und abmiltchlos. Mergel
Vergleichen Sie nach dem Ursprung.

Sand
S. T. schwach humoser Sand, meist trocken.

Sand
Sand, bei meist nicht diesem Grundwasser.

Sand
Sand, meist trocken.

Sand bei Quarzleitungsmitz
Sand auf schwer durch. Lehm und Mergel, meist trocken.

Kies
Sandiger Kies, trocken.

Sand
Mussler Sand, trocken.

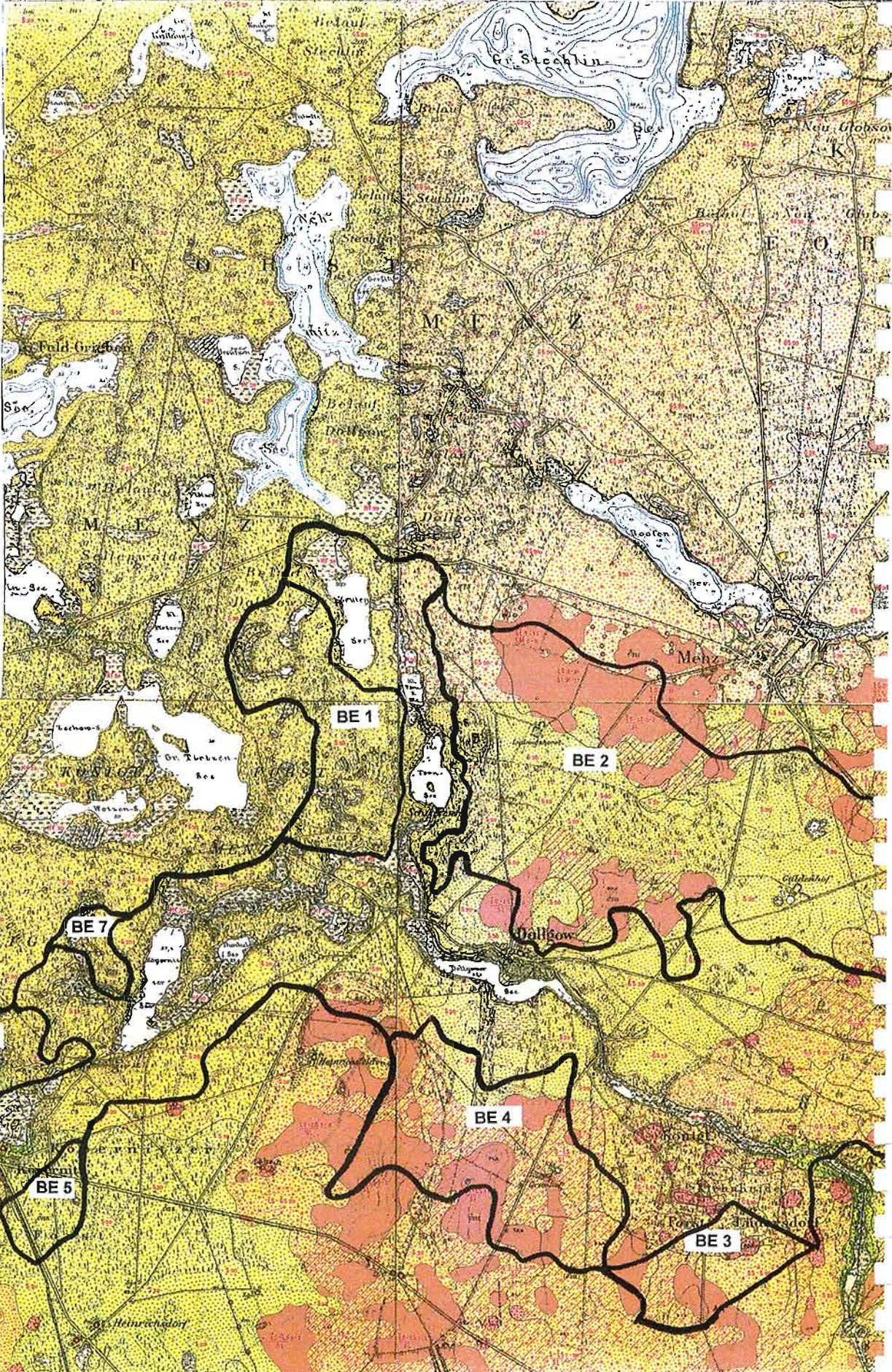
Sand
Sand, trocken.

Sand auf trockener Mergel
Sand auf schwer durch. Lehm und Mergel.

Tonmergel
Felsendiger Ton auf unzureichendem Tonmergel.

Gemalte Mergel oberflächlich mitz
Lehmiger Sand und Lehm auf schwer durch. Lehm und Mergel.

Sand
Nur vertritt.



Untersuchungsgewässern benachbarten Seen - Nehmitzsee, Plötzensee, Roofensee und Kleiner Tietzensee - sind mesotroph.

Das Relief ist kleinräumig stark bewegt. Durch austauendes Toteis entstanden zahlreiche abflußlose Senken. Sie bilden die für das Jungmoränenland charakteristischen Binneneinzugsgebiete. In die Sanderflächen hat das abfließende Schmelzwasser tiefe Rinnen eingeschnitten. Im Falle der Untersuchungsgewässer liegt der Talgrund etwa zehn Meter unter den umgebenden Hochflächen. Häufig liegen in den Talrinnen mehrere Seen hintereinander und werden - wie auch im Untersuchungsgebiet - durch Fließgewässer perlenkettenartig miteinander verbunden. Die Täler der Untersuchungsgewässer sind relativ eng und steilwandig, das schmalste ist mit einer Breite von ein- bis zweihundert Metern das Tal des Dollgower Seegrabens.

Aufgrund der nach Süden hin nachlassenden Mächtigkeit des Sanders ragen im Bereich der Untersuchungsgewässer bereits einzelne Lehmplatten der Grundmoräne heraus. Sie liegen in der Nähe der Ortschaften Menz, Dollgow und Heinrichsfelde. Am südlichen Rand des Untersuchungsgebiets finden sich auch einige kleinere Endmoränenkuppen der Zerfallsphasen des Frankfurter Stadiums (SCHOLZ 1962: 84). Der Dollgower Seegraben entspringt am Rande einer solchen Kuppe, der Groß-Woltersdorfer Endmoräne. Die natürliche Waldgesellschaft ist ein meist relativ kiefernreicher Eichen-Buchenwald, auf besonders armen Standorten auch reiner Kiefernwald (SCHOLZ 1962: 84).

2.3 Einzugsgebiet des Kleinen Rhins

Karte 2.2 zeigt die geologischen Verhältnisse im oberirdischen Einzugsgebiet und den dem Kleinen Rhin zugeordneten Binneneinzugsgebieten. Das oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Rhins besitzt eine Fläche von 19,6 km² (LUA, schriftl. Mitt. 1996), es ist fast ausschließlich von Sand- und Niedermoorböden geprägt. Die Sanderhochflächen werden überwiegend von Kiefernforsten eingenommen. Dort sind schwach bis mäßig podsolierte Waldböden der vorherrschende Bodentyp (SCHOLZ 1962: 84). Die acht Binneneinzugsgebiete besitzen eine Gesamtfläche von 18,5 km² (LUA, schriftl. Mitt. 1996). Sie enthalten auch die bereits beschriebenen landwirtschaftlich genutzten Lehmplatten. In den abflußlosen Senken der Sanderflächen entstanden stellenweise Hochmoore. Im Talgrund bildeten sich Niedermoore. Schlagbohrungen am Törnseegraben und am Oberlauf des Kleinen Rhins erbrachten eine Moormächtigkeit von bis zu 3,5 m. In den Verlandungszonen der Seen ist der Niedermoorhorizont von Kalkmudde unterlagert, am Oberlauf des Kleinen Rhins wurde fast durchgängig Kalkmudde erbohrt (VEBMEL 1971).

2.4 Klima

Großklimatisch befindet sich das Untersuchungsgebiet in der warmgemäßigten, feuchten Westwindzone Mitteleuropas. Regional ist das Gebiet dem maritim stärker beeinflussten Binnentieflandklima Ostdeutschlands zuzuordnen (DWD 1997: 5). Alle folgenden Werte sind die Jahresmittelwerte der Wetterstation im nahegelegenen Neuglobsow im Zeitraum 1961-90. Die Jahresniederschläge sind für Brandenburger Verhältnisse relativ hoch, sie betragen 593 mm. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8 °C, die Mitteltemperatur des Juli 17,1 °C, die des Januar -1,1 °C. Im Durchschnitt hat das Jahr 28,3 Sommertage mit Tagesmaxima über 25 °C und vier heiße Tage mit Tagesmaxima über 30 °C sowie 94,2 Frosttage mit Tagesminima unter 0 °C und 25,5 Eistage mit Tagesmaxima unter 0 °C.

3. Geschichte der Untersuchungsgewässer

3.1 Stillgewässer

Die erste systematische Beurteilung der Seen erfolgte 1950 im Rahmen der Seenbonitierung durch das Institut für Binnenfischerei nach dem System von BAUCH. Bonitierungen dienen der Beurteilung der fischereilichen Nutzbarkeit. Die wichtigsten Kriterien sind die Größe und die Tiefe der Seen. Daneben wurden aber auch Angaben zur Sichttiefe und zur submersen Vegetation gemacht, die Hinweise auf die damalige trophische Situation der Seen geben können. Die im folgenden zitierten Ergebnisse der Untersuchung des Jahres 1950 entstammen Unterlagen des IGB (schriftl. Mitt. 1998). Bei der zweiten Bonitierung durch das Institut für Binnenfischerei in den Jahren 1967/68 wurden die Gewässer nach dem System von MÜLLER klassifiziert. Die Ergebnisse dieser Bonitierung wurden durch ANWAND (1973) zusammengefaßt.

Tab. 3.1: Merkmale (Auszüge) zur Typisierung von Seen (ANWAND 1973)

Gewässertyp	Sommerliche Kennzeichen
System von BAUCH	
Hecht-Schleisee II c	Sichttiefen von 2-5 m, fast nur Characeen
Hecht-Schleisee II b	Sichttiefen von 2-5 m, viel Seerosen, viel Ceratophyllum, Myriophyllum und Characeen
Hecht-Schleisee III c	Sichttiefen von 0,5-2 m, mäßig-viel Seerosen, wenig submerse Vegetation
Bleisee IV	Sichttiefen von 2-5 m, wenig submerse Vegetation
Zandersee II c	Sichttiefen von 0,1-0,8 m, wenig submerse Vegetation
System von MÜLLER	
Aal-Hecht-Schleisee	Sichttiefe >1,5 m
Aal-Zandersee	Sichttiefe <0,5 m

Der Zeutensee wurde im Juni 1950 als Hecht-Schleisee III c eingestuft. Bei der Bonitierung wurde eine sommerliche Sichttiefe von 1,1 m gemessen. Von 1964 bis 1970 wurde der See als Karpfenintensivgewässer genutzt. Die Getreidezufütterung betrug ca. 15-20 t/a (BÖTTCHER 1998). Im Jahre 1967/68 wurde das Gewässer als Aal-Hecht-Schleisee klassifiziert. In den folgenden zwanzig Jahren wurde am nordöstlichen Ufer die bereits erwähnte Entenmastanlage betrieben. In 3-4 Durchgängen pro Jahr, mit einer jeweiligen Dauer von 4-5 Wochen, wurden bei freiem Zugang zum Wasser jeweils rund 7.000 Tiere aufgezogen. Bezogen auf die Größe des Sees handelte es sich dabei um eine Anlage überdurchschnittlicher Größenordnung (BÖTTCHER 1998). Im Jahre 1990 wurde die Anlage schließlich abgebaut. Das GuG stufte den Zeutensee kurz nach dem Abbau der Entenmastanlage im Jahre 1992 als polytrophes Gewässer ein.

Der Große Törnsee wurde im August 1950 als Hecht-Schleisee II b eingeordnet. Die gemessene Sichttiefe betrug hier 1,75 m. JACOBSEN (1990: 16) beschreibt den Zustand des Großen Törnsees zu Beginn der 60er Jahre als mesotroph-eutroph. Bei der Bonitierung 1967/68 wurde der See als Aal-Hecht-Schleisee klassifiziert. Vom GuG wurde der See im Jahre 1993 als hocheutroph eingestuft.

Der Dollgower See wurde im August 1950 als Zandersee II c klassifiziert. Die gemessene Sichttiefe betrug 0,4 m. Im Juli 1968 wurde der See als Aal-Zander-See klassifiziert. Einzige vermerkte submerse Art ist die *Kanadische Wasserpest (Elodea canadensis)*. In der Zeit von 1964 bis 1976 wurde auch im Dollgower See Karpfenintensivhaltung betrieben. Die Getreidezufütterung bewegte sich in derselben Größenordnung wie beim Zeutensee (BÖTTCHER 1998). Bei der Untersuchung des GuG im Jahre 1992 war der See schwach polytroph.

Der Köperner See wurde im Jahre 1950 als Bleisee IV klassifiziert. JACOBSEN (1990: 17) hat bei Sedimentbohrungen Reste von *Characeen* gefunden. Im Jahre 1992 wurde der See vom GuG als polytroph eingestuft.

Der Dunkelsee wurde 1950 als Hecht- und Schleisee II c eingeordnet. Nach der Untersuchung des GuG im Jahre 1993 wurde der Dunkelsee als mesotroph eingestuft.

3.2 Fließgewässer

Kleiner Rhin

Im Jahre 1525 wird erstmalig eine wüstgefallene Mühle bei Köpertz erwähnt (BECK 1970). 1618 wird sie neu erbaut und 1719 als Mahl- und Schneidemühle beschrieben. Nach längerem Leerstand erfolgt im Jahre 1922 der Eintrag der Staurechte ins Wasserbuch, mit einer Winterstauhöhe von 57,4 m und einer Sommerstauhöhe von 57,1 m.ü.NN (BLHA o.J. b). Das Mühlenwehr wird heute nicht mehr zur Wasserstandsregulierung benutzt (LETTOW 1998).

Auf der Karte von Schmettau (vgl. Karte 11.2) aus der Zeit von 1767 bis 1787 ist der gesamte Kleine Rhin noch kurvig dargestellt. Auf dem Urmeßtischblatt von 1825 (vgl. Karte 11.3) ist der untere Mittellauf wesentlich geradliniger und entspricht ungefähr dem heutigen Verlauf. In den Berichten der Meliorationsbauämter finden sich für den Zeitraum von 1848-1930 keine Anhaltspunkte für Ausbaumaßnahmen am Kleinen Rhin (GStA o.J.).

Für den Ausbau des Oberlaufs gründet sich 1936 die "Wassergenossenschaft Kleiner Rhin". Im begleitenden Gutachten (BLHA o.J. a) wird erwähnt, daß eine Melioration zwischen Köperner See und Einmündung des Koppelseegrabens nur sinnvoll sei, wenn eine Absenkung des Köperner Sees um 0,1-0,3 m realisiert werden könne. Die Absenkung wird durch die Charlottenburger Hofkammer als Eigentümerin der Köperner Mühle verhindert. Das Gutachten unterstreicht aber die Bedeutung der Maßnahme zur Schaffung dringend benötigter Arbeitsplätze, unabhängig von der wasserbaulichen Effektivität. Im Mai des Jahres 1938 beginnt der Ausbau:

- Verbreiterung und Vertiefung um 0,3 m auf den ersten 1.200 m oberhalb des Köperner Sees, dann Vertiefung um 0,8-1,0 m bis zum Dollgower See
- Laufverkürzung um 384 m
- Herstellung eines Trapezprofils

Im Juli 1938 werden die Bauarbeiten nach Fertigstellung der ersten 1.000 m eingestellt, da die Arbeiter an die Westfront beordert werden. Auf der Luftbildkarte von 1939 (vgl. Bild 3.1)

ist diese erste Ausbaustrecke deutlich zu erkennen. Erst 1946 werden Gelder für die Vollendung der Baumaßnahmen bereitgestellt (BLHA o.J. d).

Im Jahre 1965 erfolgt eine Hauptinstandsetzung des Unter- und Mittellaufs des Kleinen Rhins. Das Gewässer wurde bis zu 0,4 m vertieft, aber nicht begradigt. Alle Gehölze im Abstand von 2 m zur Böschungsoberkante werden gerodet (VEBMEL 1965), unter anderem die ausgedehnten Erlengalerien am Mittellauf, die auf dem Luftbild von 1953 abgebildet sind. Sechs Jahre später wird die Instandsetzung des Oberlaufs mit einer mittleren Räumungstiefe von 0,2 m durchgeführt.

Törnseeegraben

Auch am Törnseeegraben wurde eine Mühle errichtet, das Mühlenwehr ist heute jedoch nicht mehr erhalten. Die Dolgowsche Schneidemühle wurde erstmalig 1664 erwähnt. Sie liegt unterhalb des Großen Törnsees in Schulzenhof. Nach Fertigstellung des Polzowkanals mußte der Mühlenbetrieb 1751 aufgegeben werden (BECK 1970). Kurz darauf wurde das zur Mühle gehörende Land vermessen. Auf der Karte "Land der Witwe Schultze" (vgl. Karte 11.5) von 1753 sind die beiden Törnseen - damals Teerenseen - abgebildet, vermutlich benannt nach dem auf der Karte eingezeichneten Teerofen, der sich zwischen beiden Seen am westlichen Ufer des Törnseeegrabens befand.

Durch die Fertigstellung des Polzowkanals im Jahre 1751 wurde das oberirdische Einzugsgebiet des Törnseeegrabens beträchtlich verkleinert. Der Törnseeegraben war der ursprüngliche Abfluß des nördlich gelegenen Nehmitzsees. Heute entwässert der Nehmitzsee in östlicher Richtung über den Roofensee zur Havel. Noch heute ist nördlich der Straße Rheinsberg-Menz ein trockengefallenes Teilstück des alten Törnseeegrabens erhalten.

Den Zustand vor dem Bau des Polzowkanals zeigt die Karte "Seen und Lücher in der Menzer Heide" von 1741 (vgl. Karte 11.6). Sie ist erstaunlich genau, aber falsch genordet. Bemerkenswert ist die beachtliche Größe des Kleinen Törnsees (hier Maegelitz) und die nur sehr schmale Landbrücke zwischen beiden Törnseen.

In den 60er Jahren wurde der Törnseeegraben vom Großen Törnsee bis zur Mündung in den Kleinen Rhin ausgebaut (ZEUSCHNER 1998). Im Jahre 1971 fand eine Hauptinstandsetzung des Törnseeegrabens statt. Die Räumungstiefe betrug zwischen 0,2 und 0,3 m, der Wasserspiegel des Zeutensees sollte dadurch um 0,3 m abgesenkt werden (VEBMEL 1971).

Dollgower Seegraben

Im Jahre 1988 wurde der Dollgower Seegraben unterhalb des Pritzkowsees vertieft und erheblich verbreitert (BACKHAUS 1998). Um den Pritzkowsee abzusenken, wurde der See abgekoppelt und nördlich umgangen (vgl. Karte 11.12). Der bis zu fünf Meter breite Umgehungsgraben wurde dann oberhalb des Sees über eine große Strecke parallel zum Dollgower Seegraben weitergeführt. Im nördlichen Teil der Wiesen wurde ein Randgraben angelegt, der über eine Verrohrung an den Umgehungsgraben angeschlossen wurde.

Fünf Jahre später wurde versucht, den Ausbau teilweise wieder rückgängig zu machen. Unterhalb des Pritzkowsees wurden am Dollgower Seegraben zur Sohlaufhöhung drei Stüttschwellen angelegt. Der Umgehungsgraben wurde an vier Stellen aufgestaut. Etwa 300 m

Bild 3.1

Luftbildkarte Deutsches Reich (1939)
Landesvermessungsamt Brandenburg



oberhalb des Pritzkowsees wurde das Wasser aus dem Umgehungsgraben wieder in das alte Bett zurückgeleitet, so daß der See heute wieder im Hauptschluß durchflossen ist (WALL 1998).

Gewässerunterhaltung

Von 1965 bis 1990 fanden neben zwei jährlichen Krautungen durchschnittlich alle drei Jahre Grundräumungen mit Räumungstiefen bis zu 0,3 m in den Untersuchungsgewässern statt. In unzugänglichen Bereichen wurde die Räumung teilweise auch vom Boot aus durchgeführt (BACKHAUS 1998).

Heute beschränkt sich die Gewässerunterhaltung auf eine jährliche Krautung im Herbst. In maschinell nicht zugänglichen Bruchwaldabschnitten und Schluchten werden Hindernisse manuell geräumt. Grundräumungen fanden seit 1989 nicht mehr statt und sind auch nicht geplant (LETTOW 1998).

Frühere faunistische Besiedlung

Über die frühere faunistische Besiedlung der Untersuchungsgewässer ist wenig bekannt. In der Mitte dieses Jahrhunderts war der Kleine Rhin ein wichtiges Laichgewässer für die *Bachforellen* des Rheinsberger Rhins (THIEL 1998). Ende der 80er Jahre wurden bei Befischungen des Deutschen Anglervereins wenige Exemplare des *Bachneunauges* am Unterlauf des Kleinen Rhins und der *Steinbeißer* unterhalb des Köperner Sees nachgewiesen (AHLERS 1998). Bei einer Elektro-Befischung im Jahre 1989 im Bereich der Ortschaft Köpernitz konnten *Bachneunauge* und *Steinbeißer* nicht gefunden werden (KNUTH 1998).

4. Methoden

4.1 Datenaufnahme

4.1.1 Stillgewässer

4.1.1.1 Flächenermittlung

Die Seenumrisse der topographischen Karte AV 1:10.000 von 1985 wurden bereits überwiegend durch das GuG digitalisiert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ergänzend die Fläche des Pritzkowsees nach der gleichen Karte planimetriert. Zusätzlich wurden die Flächengrößen von Zeutensee, Großem Törnsee, Dollgower See, Köperner See, Dunkelsee und Pritzkowsee nach den Seenumrissen der topographischen Karte 1:25.000 von 1932 vermessen. Die Flächenvermessung erfolgte mit einem elektronischen Digitalplanimeter von HAFF.

4.1.1.2 Tiefenermittlung

An Zeutensee, Großem Törnsee, Dollgower See, Köperner See und Dunkelsee wurde im Juli 1998 die maximale Tiefe der Seen gemessen. Es wurde eine Secchischeibe als Lot verwendet, weil durch den großen Durchmesser von 200 mm der weiche Grund sicherer erfaßt werden konnte.

4.1.1.3 Ermittlung der Höhenlagen

Die Höhenangaben der Wasserspiegel in den topographischen Karten von 1985 waren nicht aktuell. Schon bei der Vermessung 1971 (VEBMEL 1971) wurden wesentlich niedrigere Wasserstände angetroffen, als in den Karten vermerkt. Beim Zeutensee konnte auf Pegelablesungen des DWD (1998 b) zurückgegriffen werden. Hier wurde der Mittelwert des Jahres 1997 verwendet.

Großer Törnsee, Dollgower See, Köperner See und Pritzkowsee wurden im Zeitraum von Feb.-Mai 1998 neu vermessen. Die Vermessungen erfolgten als Schleifennivellements mit einem Nivelliergerät des Typs NI 040A der Freiburger Präzisionsmechanikwerke. Der maximal tolerierte Meßfehler betrug 3 cm. Die Höhen der Lagefestpunkte wurden der topographischen Karte AS 1:25.000 (TK/AS 25) von 1985 entnommen. Da die Höhenangaben in dieser Karte auf den Kronstädter Pegel (HN) bezogen sind, wurden zur Anpassung an den Amsterdamer Pegel (NN) 15 cm zu den Werten addiert. Die Hoch- und Rechtswerte der Lagefestpunkte wurden auf der TK/AS 25 ausgemessen. Ihre Lagen und Höhen sind in Tab. 11.1 dargestellt.

4.1.1.4 Ermittlung der Trophie

Untersucht wurden Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See, Köperner See und Dunkelsee. Die Trophie wurde nach dem System des GuG in Anlehnung an die TGL 27 885/01 (1982) ermittelt. Das GuG benutzt bei ungeschichteten Seen eine leicht veränderte Klasseneinteilung für die Chlorophyll-a-Gehalte. Die Sauerstoffverhältnisse werden wegen ihrer Unbeständigkeit in ungeschichteten Seen vom GuG nicht berücksichtigt.

Folgende Kriterien wurden untersucht:

- Nährstoffverhältnisse: Gesamtphosphorgehalt (TP) im Frühjahr und Sommer
- Bioproduktionsverhältnisse: Sichttiefe (ST) und Chlorophyll-a-Gehalt (Chl-a) im Sommer

Die Wasserproben wurden am 18.2., 26.5. und 18.8.1998 aus einer Tiefe von 0,3 m in der Mitte der Seen entnommen. Die Analysen wurden im Labor des IGB in Neuglobsow durchgeführt. Die TP-Proben wurden am Tage der Probenahme eingefroren. Der Aufschluß der aufgetauten Proben erfolgte durch Zugabe von $K_2O_8S_2$ und anschließendes Autoklavieren. Danach wurden die Proben mit dem Flow-Injection-Analyzer von TECATOR photometrisch gemessen. Die Chl-a-Proben wurden sofort nach der Probenahme gefiltert. Die Membranfilter wurden anschließend bis zur Verarbeitung eingefroren. Nach Aceton-aufschluß wurde der Chl-a-Gehalt photometrisch mit PERKIN ELMER LAMBDA II gemessen. Die Sichttiefe wurde mit einer Secchi-Scheibe ermittelt.

Der mittlere sommerliche TP- und Chl-a-Gehalt und die mittlere sommerliche Sichttiefe wurden aus dem Mittelwert der Mai- und Augustmessungen gebildet.

Tab. 4.1: Klassengrenzen der trophischen Kriterien (GuG o.J.)

Klasse	1	2	3	4	5
Nährstoffverhältnisse					
TP Frühjahr (mg/l)	0-0,015	>0,015-0,045	>0,045-0,3	>0,3-1,5	>1,5
TP Sommer (mg/l)	0-0,015	>0,015-0,04	>0,04-0,3	>0,3-0,5	>0,5
Bioproduktionsverhältnisse					
ST (m)	>6	>4-6	>1-4	>0,5-1	<0,5
Chl-a (mg/m ³)	<3	>3-20	>20-40	>40-60	>60

Zur Berechnung der Trophieklasse wird zunächst jeweils ein Mittelwert für die Nährstoff- und die Bioproduktionsverhältnisse gebildet, der dann anschließend nochmals zu einem Mittelwert zusammengefaßt wird und die Gesamtbewertung ergibt.

Tab. 4.2 : Trophieklassen (TGL 27 885/01 von 1982)

Gesamtbewertung	1,0-1,4	1,5-2,4	2,5-3,4	3,5-4,4	4,5-5,0
Trophie	oligotroph	mesotroph	eutroph	polytroph	hypertroph

4.1.1.5 Ermittlung der Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O_2 -Sättigung

Untersucht wurden Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See, Köpermitzer See und Dunkelsee. Die Messung wurde in Anlehnung an TGL 27 885/01 (1982) bei hochsommerlichem Wetter und Windstille mit der O_2 -Elektrode WTW OXI 196 durchgeführt. Sie erfolgte am 20.8.1998 um 6.00 Uhr und 16.00 Uhr als Ufermessung in einer Tiefe von 0,3 m.

4.1.1.6 Untersuchung der submersen Makrophyten

Untersucht wurden Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See, Köperner See und Dunkelsee. In den vier erstgenannten Seen war aufgrund der geringen Sichtweiten eine Tauchkartierung nicht möglich. An diesen Seen wurde das Litoral im Juni 1998 mit einem Krautanker vom Boot aus untersucht. Am Dunkelsee wurden die submersen Makrophyten im Juni und Aug. 1998 mittels einer Tauchkartierung aufgenommen. Dabei wurde der See entlang der 1,5 m- und der 2,5 m-Isobathe umrundet. Die Tiefenmessung erfolgte mit einem Tiefenmesser von UWATEC. Die Angabe der Artmächtigkeit erfolgt nach BRAUN-BLANQUET (1964):

Tab. 4.3: Artmächtigkeit (BRAUN-BLANQUET 1964)

Individuenzahl	1	1-5	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig
Deckung	<1%	<1%	1-5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-100%
Kategorie	R	+	1	2	3	4	5

Die gefundenen Characeen wurden herbarisiert. Die Nachbestimmung von Arten der *Chara hispida*-Gruppe erfolgte durch W. KRAUSE (Verfasser des Charophyceen-Bands der Süßwasserflora Mitteleuropas). In dieser Arbeit wird seiner Auffassung zur Systematik der Characeen (KRAUSE 1997) gefolgt.

4.1.2 Fließgewässer

Die Meß- und Probenahmestellen werden in dieser Arbeit mit dem vorangestellten Buchstaben "U" und der jeweiligen Nummer der Meßstelle bezeichnet. Alle Meßstellen sind in Karte 4.1 dargestellt.

4.1.2.1 Abflußverhältnisse

Am 23.3., 26.4., 17.7. und 20.8.1998 wurde an 6 Meßstellen (U1, U3-U6, U8) der Durchfluß von Kleinem Rhin, Törnseegraben und Dollgower Seegraben gemessen. Der Mittelwert der vier Monate wird in dieser Arbeit als mittlerer Jahresdurchfluß zugrundegelegt. Die Nachweisgrenze liegt beim verwendeten Meßflügel Nr. 4-125960 von OTT-Hydrimetrie bei 0,02 m/s. Die Durchflußbestimmung erfolgte an Durchlässen, je nach Querschnitt wurde an 3-9 Punkten gemessen. Der Mittelwert der Fließgeschwindigkeit wurde anschließend mit dem durchströmten Querschnitt multipliziert.

4.1.2.2 Gewässerstruktur

4.1.2.2.1 Strukturgütekartierung

Im Juli 1997 wurde im Rahmen dieser Arbeit die Gewässerstruktur von Kleinem Rhin und Törnseegraben, im März 1998 die des Dollgower Seegrabens und des Umgehungsgrabens kartiert. Die Kartierung erfolgte nach Absprache mit dem LUA und GuG in Anlehnung an die Anleitung des niedersächsischen Landesamts für Ökologie (RASPER et al. 1991).

Folgende Kriterien wurden ermittelt:

- Linienführung
- Profiltiefe
- Wasserspiegelbreite
- Wassertiefe
- Sohlsubstrat
- Fließgeschwindigkeit
- Strukturelemente der Gewässersohle und des Profils
- Beschattungsgrad
- Ufervegetation und Hydrophyten
- Bauwerke
- Abgetrennte Bachschlingen

Ein neuer Abschnitt wurde begonnen, wenn sich einer der Parameter Linienführung, Profiltiefe, Wasserspiegelbreite und Beschattungsgrad erheblich veränderte. Den Karten 11.7-11.11 sind die Lagen der Abschnitte und Bauwerke zu entnehmen. Als Grundlage der Karten 11.7-11.10 diente die topographische Karte AV 1:10.000 von 1985. Beim Dollgower Seegraben (Karte 5.1 und Karte 11.11) wurde das CIR-Luftbild 1:10.000 verwendet, weil hier ein Gewässerausbau nach dem Erscheinen der topographischen Karte erfolgte.

Die Wasserspiegelbreite, Wassertiefe und Profiltiefe wurde alle 100 m mit dem Meterstock gemessen. Sohlsubstrat und Beschattungsgrad wurden halbquantitativ aufgenommen:

Tab. 4.4: Häufigkeitsstufen der Strukturgütekartierung (RASPER et al. 1991):

Häufigkeit	<1%	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%
Häufigkeitsstufe	0	1	2	3	4

Die Erfassung der Strukturelemente erfolgte nur qualitativ, weil die starke Wassertrübung am Oberlauf des Kleinen Rhins und am Törnseegraben eine halbquantitative Aufnahme nicht ermöglichte.

Die Fließgeschwindigkeit wurde an 16 Punkten gemessen. Die Meßstellen sind ebenfalls in den Karten 11.7-11.11 dargestellt. Die Messungen erfolgten im Bereich der Hauptströmung. Zum verwendeten Meßflügel und der Nachweisgrenze vgl. 4.1.2.1. Die Messungen erfolgten am 23.3. und 19.8.1998. Es wurde jeweils ein Mittelwert aus zwei Messungen mit einer jeweiligen Dauer von 120 s gebildet. Eine Messung erfolgte knapp über dem Grund, eine weitere dicht unter der Wasseroberfläche. Konnte eine Fließgeschwindigkeit mit dem Meßflügel nicht nachgewiesen werden, wurde für die Bildung des Mittelwertes der Wert 0 eingesetzt. Bei Abschnitten mit Tiefen unter 0,1 m wurde nur eine Messung durchgeführt. In den Abschnitten R7 und R9 (vgl. Karte 11.8 und Karte 11.9) wurde wegen ihrer Länge jeweils an zwei Orten gemessen. Die Ergebnisse beider Messungen wurden dann nochmals zu einem Abschnittsmittelwert zusammengefaßt.

Der Durchmesser und die Länge der Durchlässe, der verbleibende Luftraum in den Durchlässen und die Breite der Brücken wurden mit dem Meterstock gemessen. Die Höhe der Brücken, die Stauhöhen der Schwellen und die Absturzhöhe des Köpernerzer Mühlenwehres wurden abgeschätzt.

Die Angaben über die Länge der Abschnitte und die Lage der Bauwerke am Kleinen Rhin und Törnseeegraben wurden den Vermessungsunterlagen der Instandsetzungen (VEBMEL 1965, 1971) entnommen. Beim Dollgower Seegraben wurden die Entfernungen auf dem Colour-Infrared (CIR) -Luftbild 1:10.000 von 1992 ausgemessen. Die Lage bezeichnet die Entfernung bis zur Mündung in den Vorfluter. Lage und Länge beziehen sich auf den Gewässerverlauf. Dabei wurden die durchflossenen Stillgewässer nicht berücksichtigt.

4.1.2.2 Nivellierung der Sohlhöhe des Unterlaufs des Kleinen Rhins

Beim Vergleich der Angaben zur Profiltiefe in den Vermessungsunterlagen von 1965 (VEBMEL 1965) mit den Ergebnissen der Strukturgütekartierung deutete sich an, daß es am Unterlauf des Kleinen Rhins im Gegensatz zu Mittel- und Oberlauf zu einer starken Profileintiefung seit 1965 gekommen war. Daher wurde hier die Sohlhöhe nivelliert. Zum Nivelliergerät und den verwendeten Lagefestpunkten vgl. 4.1.1.3.

Vermessen wurden die Abschnitte R2-R9 (vgl. Karte 11.8 und Karte 11.9). Die Sohlhöhe wurde im Bereich der Hauptströmung gemessen. Die Entfernungsmessung erfolgte durch Schrittmaß. Die Vermessung wurde in drei Teilstücken durchgeführt. Bei den ersten beiden Nivellierungen wurden, ausgehend von zwei verschiedenen Lagefestpunkten, die Abschnitte R2 und R9 mit einem Schleifennivellement vermessen. In einem zweiten Schritt wurde ein Streckennivellement von R3 bis R8 durchgeführt, das die beiden für die ersten Vermessungen verwendeten Lagefestpunkte als Anschlußpunkte benutzte. Nachdem zwei Vermessungen den gleichen (hohen) Meßfehler ergeben hatten, wurden die beiden verwendeten Festpunkte, ausgehend von den benachbarten Festpunkten, auf ihre Höhe ü. NN untersucht. Die Kontrollvermessungen ergaben, daß der Festpunkt Nr. 440900 bei Zechow nicht mehr die angegebene Höhenlage besitzt, während die Höhe des zweiten Festpunkts, Nr. 440700 bei Köpernitz, bestätigt werden konnte. Die Höhe des Lagefestpunkts Nr. 440900 beträgt demnach nicht 57,47 m. ü. NN, sondern 57,23 m. ü. NN.

Die Vergleichsdaten in den Vermessungsunterlagen von 1965 enthalten nur relative Höhenangaben. Im Gegensatz dazu sind die Angaben der Vermessungsunterlagen vom Oberlauf von 1971 auf NN bezogen. Um die relativen Höhen auf NN umrechnen zu können ist ein Anschluß an die Vermessung des Oberlaufs nötig. Der Anschluß erfolgte über die Brücke an der Köpernitzer Mühle, deren Höhe bei beiden Vermessungen ermittelt wurde.

4.1.2.3 Untersuchung chemisch-physikalischer Parameter

4.1.2.3.1 Monatliche Beprobungen

Die Wasserprobenentnahme erfolgte einmal monatlich von Okt. 1997 bis Aug. 1998 an den in Karte 4.1 dargestellten Untersuchungsstellen. Die Wasserstände an den Meliorationsgräben ließen eine Beprobung in den Sommermonaten allerdings nicht mehr zu.

Folgende Parameter wurden untersucht:

- O₂-Gehalt und -Sättigung
- Temperatur
- Leitfähigkeit
- pH-Wert
- Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₂)

-Methoden-

- Gesamtphosphor	(TP)
- Orthophosphat-Phosphor	(o-PO ₄ -P)
- Ammonium	(NH ₄)
- Nitrat	(NO ₃)
- Nitrit	(NO ₂)

Die Parameter O₂-Gehalt, Temperatur und pH-Wert wurden erst ab November 1997 untersucht. Im Juni 1998 konnte der O₂-Gehalt wegen einer defekten Elektrode nicht gemessen werden.

Die Wasserproben wurden am Tage der Entnahme eingefroren.

Die Analyse des TP-Gehalts erfolgte in der Außenstelle des IGB in Neuglobsow. Zur Bestimmungsmethodik vgl. 4.1.1.4.

Der NO₂-Gehalt der Proben wurde als NO₂-N im Labor der forstlichen Versuchsanstalt in Eberswalde bestimmt. Die Proben wurden nach dem Auftauen durch Faltenfilter filtriert. Die Bestimmung erfolgte mit dem Flow-Injection-Analyzer LAB II von MLE. Die Nachweisgrenze beträgt 0,01 mg/l.

Alle weiteren Analysen wurden im Labor der Fachhochschule Eberswalde durchgeführt. Die o-PO₄-P-Konzentrationen wurden in Anlehnung an die TGL 254 18/07 bestimmt. Die Proben wurden mit Mischreagenz nach MURPHY & RILEY versetzt und photometrisch mit UVIKON 390 von KONTON gemessen. Die NH₄-Bestimmung erfolgte mit der ORION-Ammoniakelktrode 95-12, die NO₃-Bestimmung mit der ionenselektiven Elektrode INGOLD 15 222 3000. Die Nachweisgrenzen lagen bei NH₄ bei 0,02 mg/l und bei NO₃ bei 0,1 mg/l. Die Bestimmung der Leitfähigkeit erfolgte mit WTW LF 196. Der pH-Wert wurde mit METTLER TOLEDO 355 gemessen.

Zur Bestimmung des BSB₂ wurden die Proben nach dem Messen mit WTW OXI 196 in Winkler-Flaschen gefüllt und luftdicht verschlossen. Nach einer Aufbewahrungszeit von 48 Stunden bei 20°C und unter Lichtausschluß wurde mit demselben Gerät erneut gemessen.

Die O₂-Gehalte und Temperaturen wurden vor Ort in einer Tiefe von 0,1 m mit WTW OXI 196 gemessen.

Datenaufbereitung

Die NO₂-N-Werte wurden auf den NO₂-Gehalt umgerechnet.

Um jahreszeitliche Schwankungen zu verdeutlichen, wurden die Werte der Monate Mai-Aug. 1998 jeweils zu Sommermittelwerten, und die Werte der Monate Okt.1997 (bzw. Nov.1997)-April 1998 zu Wintermittelwerten zusammengefaßt. Im folgenden wird zur Abgrenzung von diesen Werten vereinfacht von Jahresmittelwerten gesprochen, wenn die Gesamtheit der Meßwerte gemeint ist, obwohl der September nicht beprobt wurde und einzelne Meßreihen nicht verwendet werden konnten. Bei der Bildung von Mittelwerten wurden Ergebnisse unterhalb der Nachweisgrenze gleich Null gesetzt.

Die Schwankungsbreite der Meßwerte wird durch die Mittelabweichung angegeben. Sie drückt die durchschnittliche (mittlere) Abweichung der Meßwerte vom Mittelwert aus.

Für die Berechnung der $N_{\text{anorg.}}$ - und TP-Frachten wurde der Jahresmittelwert mit dem mittleren Durchfluß der Untersuchungsstelle multipliziert. Dabei wurden die NH_4 -, NO_3 - und NO_2 -Gehalte auf das Reinelement N umgerechnet. Da keine Durchflußmessungen an U2 erfolgten, wurde hier der Wert aus den mittleren Durchflüssen von U1 und U3 interpoliert.

Behandlung von Meßfehlern

Die $\text{o-PO}_4\text{-P}$ -Werte von April 1998 waren vermutlich aufgrund einer fehlerhaften Eichreihe negativ. Bei der Meßreihe im Juli und Aug. 1998 waren die $\text{o-PO}_4\text{-P}$ -Werte in einigen Fällen höher als die TP-Werte. Der Vergleich mit den Daten der Vormonate legte den Schluß nahe, daß die $\text{o-PO}_4\text{-P}$ -Werte zu hoch ausfielen. Die $\text{o-PO}_4\text{-P}$ -Werte der Monate April, Juli und Aug. 1998 wurden bei der Auswertung daher nicht berücksichtigt.

Bei der TP-Meßreihe des Februars 1998 kam es zu einer doppelten Vergabe von Probennummern, so daß diese Meßreihe gelöscht werden mußte.

Erst nach Abschluß der BSB_2 -Messungen stellte sich heraus, daß bei aufgetauten Wasserproben angesichts der darin reduzierten Keimzahl eine Impfung mit häuslichem Abwasser zweckmäßig ist. Bei den Meßreihen vom Nov. 1997 und Mai und Aug. 1998 wurden vermutlich aus diesem Grunde nach der Aufbewahrungszeit gleiche oder höhere O_2 -Werte als vor dem Verschließen der Proben gemessen. Diese Meßreihen wurden daher bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

4.1.2.3.2 O_2 - und Temperaturtagesgänge

Am 3. Juni und am 20. August 1998 wurden an den Untersuchungsstellen U1-U6 und U8-U10 die Tagesschwankungen der O_2 -Gehalte und der Temperatur mit dem WTW OXI 196 in einer Tiefe von 0, 1 m gemessen. Die erste Messung erfolgte kurz nach Sonnenaufgang, danach folgten weitere Messungen um 11.00 Uhr, 16.00 Uhr und 20.00 Uhr.

4.1.2.4 Untersuchung des Makrozoobenthons

Es wurden 8 Probenahmestellen ausgewählt (U1-U8). Die Untersuchungsstellen sind überwiegend hartgrundig und besitzen Fließgeschwindigkeiten von 0,1-0,2 m/s. Ausnahmen bilden die Untersuchungsstelle U1 mit einer deutlich höheren und U6 mit einer geringeren Fließgeschwindigkeit. Der überwiegende Teil der Untersuchungsstellen wurde dreimalig beprobt, im Juli/Aug. 1997, im Sept. 1997 und im April 1998. U6 und U7 wurden nur zweimalig, U2 nur einmalig untersucht. Die Untersuchungstermine sind in Tab. 11.15 enthalten.

Folgende Gruppen wurden untersucht:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| - Muscheln | (Bivalvia, außer Unionidae) |
| - Käfer | (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Scirtidae) |
| - Krebstiere | (Crustacea: Amphipoda, Isopoda) |
| - Zuckmücken der Gattung Chironomus | (Diptera: Chironomidae: Chironomus spp.) |
| - Eintagsfliegen | (Ephemeroptera) |
| - Schnecken | (Gastropoda) |
| - Egel | (Hirundinea) |

- Schlammfliegen (Megaloptera)
- Libellen (Odonata)
- Steinfliegen (Plecoptera)
- Köcherfliegen (Trichoptera)
- Strudelwürmer (Tricladia)

Aufgrund ihres hohen Wertes für den Naturschutz wurde auch das Vorkommen der Grundwanze (*Aphelocheirus aestivalis*) berücksichtigt. Fänge von Imagines der merolimnischen Arten erfolgten nicht. Die Unionidae wurden im Rahmen der ichthyofaunistischen Untersuchung aufgenommen (vgl. 4.1.2.6).

Das Makrozoobenthon wurde auf einer Strecke von 50 m über einen Zeitraum von einer Stunde gesammelt. Steine, Schrott und Holz wurden mit der Pinzette abgesammelt. Submerse Pflanzen und die Röhrichtvegetation wurden abgekeschert sowie ausgespült und abgesiebt. Schlamm wurde aufgeschlämmt und gesiebt, Sand und Kies wurden mit der Kick-Sampling-Methode (SCHWOERBEL 1994: 185) beprobt.

Die Fänge wurden mit etwas Wasser in eine weiße Kunststoffschale gegeben. Dann wurden die Taxa in die Häufigkeitsklassen nach DIN 38 410 (1991) eingeteilt. Bei den substratgebundenen Arten wurde dabei die Häufigkeit des jeweiligen Substrattyps berücksichtigt.

Tab. 4.5: Häufigkeitsklassen Makrozoobenthon (DIN 38 410 von 1991)

Häufigkeit	Einzelfund	wenig	wenig-mittel	mittel	mittel-viel	viel	massenhaft
Klasse	1	2	3	4	5	5	7

Von jeder gefundenen Art wurden einige Exemplare, von vor Ort schwer zu bestimmenden Arten (z.B. Baetidae, Hydropsychidae, Limnephilidae) etwa jeweils 25 Tiere in 70%igem Spiritus konserviert. Bei letztgenannten wurde vor Ort zunächst die Häufigkeitsklasse der Familie bzw. Gattung angegeben. Nach Bestimmung wurde den einzelnen Arten ihre Häufigkeitsklasse - gemäß ihrer Häufigkeit innerhalb der Probe - zugeteilt.

Die Determination der meisten Arten wurde am Binokular mit maximal 90facher Vergrößerung, die der Baetidae am Mikroskop bei 400facher Vergrößerung durchgeführt. Kritische Arten der Coleoptera und Trichoptera wurden von D. BRAASCH (Zuständiger Mitarbeiter für die Erfassung des sensiblen Fließgewässer beim LUA) durchgesehen. Die Nachbestimmung der juvenilen Stadien der Gastropoda erfolgte durch E. SCHMIDT (Biologisch-technische Assistentin an der BfG) durchgesehen. Die Bestimmungsliteratur ist im Literaturverzeichnis gesondert aufgeführt.

4.1.2.5 Errechnung der Saprobienindices (SI)

Die SI wurden separat für jeden Untersuchungstermin nach DIN 38 410 (1991) ermittelt. Die notwendige Summe der Häufigkeitsklassen von 15 und ein Streuungsmaß von $<0,2$ wurde bei allen Probenahmen erreicht.

Tab. 4.6: Einstufung der Saprobienindices in die Gewässergüteklassen (DIN 38 410)

Saprobienindex	Güteklasse	Grad der org. Belastung	Saprobie
1,0-1,5	I	unbelastet	oligosaprob
>1,5-1,8	I-II	gering belastet	Zwischenstufe
>1,8-2,3	II	mäßig belastet	beta-mesosaprob
>2,3-2,7	II-III	kritisch belastet	Zwischenstufe
>2,7-3,2	III	stark verschmutzt	alpha-mesosaprob
>3,2-3,5	III-IV	sehr stark verschmutzt	Zwischenstufe
>3,5-4,0	IV	übermäßig verschmutzt	polysaprob

4.1.2.6 Untersuchung der Ichthyofauna und der Unionidae

Am 18.5.98 wurde anlässlich dieser Arbeit von D. KNUTH (Abteilungsleiter des Bereichs Natur & Umwelt am Potsdam-Museum) und U. ROTHE an 6 Stellen (U1-U4, U7, U8) eine Elektrofischerei durchgeführt, bei der auch die Fluß- und Teichmuscheln stichprobenartig aufgenommen wurden.

Es wurde jeweils eine Abschnittslänge von 200 m durch paralleles Abschreiten der Gewässersohle mit zwei tragbaren elektrischen Fanggeräten untersucht. Die Häufigkeitsangabe erfolgt hier in absoluten Zahlen. Am Dollgower Seegraben wurden nur die offenen Stellen befischt, große Teile waren zum Untersuchungszeitpunkt vegetationsbedeckt.

4.1.3 Grundwasser

4.1.3.1 Untersuchung chemischer Parameter

Am 8.11., 23.11. und 15.12.1998 wurden 3 Brunnen im nordöstlichen Teil des Einzugsgebiets beprobt. Ihre Lage ist in Karte 4.1 dargestellt. Untersucht wurden Leitfähigkeit, NO₂, NO₃, NH₄ und TP. Die Brunnentiefen sind in Tab. 11.14 enthalten. Beim Dollgower Brunnen erfolgte die Probenahme als Schöpfprobe. Bei den anderen Brunnen wurden die Proben aus der Leitung entnommen. Zur Bestimmungsmethodik vgl. 4.1.2.3.1.

4.2 Bewertung der Naturnähe

4.2.1 Stillgewässer

4.2.1.1 Gewässerflächen

Die Gewässerflächen der topographischen Karte 1:10.000 von 1985 werden mit den Angaben von SAMTERS (1912), den Gewässerflächen der topographischen Karte 1:25.000 von 1932 und den Angaben der Seenbonitierung der Jahre 1967/68 (ANWAND 1973) verglichen.

4.2.1.2 Gewässertiefen

Die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Gewässertiefen werden mit den Angaben von SAMTERS (1912), den Daten der Seenbonitierung im Jahre 1950 (IGB, schriftl. Mitt. 1998),

den Angaben der Bonitierung von 1967/68 (ANWAND 1973) und den Daten von JACOBSEN (1990) verglichen.

4.2.1.3 Höhenlagen der Wasserspiegel

Die heutigen Höhenlagen werden mit den Angaben von SAMTERS (1912), den Angaben der topographischen Karte 1:25.000 von 1932, den Daten der Vermessung im Jahre 1938 (BLHA o. J. a) und den Daten der Vermessung von 1971 (VEBMEL 1971) verglichen.

4.2.1.4 Trophie

Die heutige Trophie der Seen wird mit den früheren Beschreibungen der Gewässerzustände und mit der heutigen Trophie der unbelasteten Gewässer der nahen Umgebung verglichen.

Der frühere Zustand wird aus den Klassifizierungen der Seen bei den fischereilichen Bonitierungen in den Jahren 1950 (IGB schriftl. Mitt. 1998) und 1967/68 (ANWAND 1973) und Angaben von JACOBSEN (1990) rekonstruiert. Wichtige Kriterien sind dabei die damals festgehaltenen Sichttiefen und die damalige submerse Vegetation.

Die trophieanzeigenden Eigenschaften der submersen Makrophyten wurden von MELZER (1988) beschrieben. Er entwickelte analog zum Saprobienindex der Fließgewässer für die bayerischen Seen einen Makrophytenindex (MI). Zur Anpassung an die Verhältnisse in Brandenburg wurden die MI einiger Arten anschließend von KRAUSCH & HOESCH (1994 unveröff.) leicht verändert. In dieser Arbeit werden zur Bewertung der einzelnen Arten die Brandenburger MI benutzt. Die verwendete Klasseneinteilung entspricht den Trophieklassen, ein MI von 2,0 bedeutet einen Verbreitungsschwerpunkt der betreffenden Art in mesotrophen Gewässern. Auf die Errechnung der MI der Seen wurde verzichtet, weil dafür prozentuale Angaben zu den Deckungsgraden vorliegen müssen, deren Ermittlung umfangreiche Tauchkartierungen erfordert.

Tab. 4.7: Einstufung der Makrophytenindices in die Trophieklassen (HOESCH & BUHLE 1996)

Makrophytenindex	1,0-1,4	1,5-2,4	2,5-3,4	3,5-4,4	4,5-5,0
Trophieklasse	oligotroph	mesotroph	eutroph	polytroph	hypertroph

Zur Beschreibung der Entwicklung seit dem Abbau der Entenmastanlage werden die heutigen Nährstoff- und Bioproduktionsverhältnisse mit den Daten des GuG aus den Jahren 1992/93 verglichen.

4.2.2 Fließgewässer

4.2.2.1 Abflußverhältnisse

Die Bewertung der Naturnähe der Abflußverhältnisse erfolgt in Anlehnung an NIEHOFF (1996: 43). In dieser Arbeit werden die Merkmale folgendermaßen definiert:

Tab. 4.8: Bewertung der Naturnähe des Abflußregimes

Kategorie	Merkmale
Unverändert	Abflußregime vom Menschen nicht beeinflusst
Wenig verändert	Veränderung des Abflußregimes beschränkt sich auf kleinere Eingriffe
Mäßig verändert	Deutliche Veränderungen der Abflußmengen oder Verschiebung der Abflußspitzen
Stark verändert	Abflußregime weitgehend überprägt, z.B. bei Ableitung erheblicher Wassermengen in Mühlengraben
Sehr stark verändert	Abflußregime nahezu vollkommen verändert

4.2.2.2 Gewässerstruktur

Bewertet werden nur natürlich entstandene Gewässer. Der Umgehungsgraben und der Hauptgraben der Zeutenwiese sind künstlich angelegte Gewässer. Hauptkriterien der Bewertung sind Linienführung, Profiltiefe, Wasserspiegelbreite, die Regelmäßigkeit des Profils und die Ufervegetation. Das Sohlsediment und die Strukturelemente der Sohle werden nicht vergleichend bewertet, da sie in hohem Maße vom Gefälle abhängen. Die Bewertung der Naturnähe des Profils erfolgt in Anlehnung an BRUNKEN (1986). In vorliegender Arbeit werden die Merkmale der Kategorien folgendermaßen definiert:

Tab. 4.9: Bewertung der Naturnähe des Profils

Kategorie	Merkmale
Natürlich	Quer- und Längsprofil nicht erkennbar verändert
Naturnah	Quer- und Längsprofil wenig verändert
Bedingt naturnah	Quer- oder Längsprofil deutlich verändert
Naturfern	Quer- und Längsprofil deutlich verändert
Sehr naturfern	Quer- und Längsprofil deutlich verändert, befestigte und aufgestaute Gewässer
Extrem naturfern	Ufer und Sohle durchgehend mit toten Baustoffen befestigt

Die Leitbilder werden aus historisch belegten Gewässerzuständen und naturnahen Abschnitten der untersuchten Fließgewässer abgeleitet.

Die Bewertung der Naturnähe der Ufervegetation erfolgt in Anlehnung an KRAUSE (1992: 14). Die Merkmale der Kategorien werden in vorliegender Arbeit folgendermaßen definiert:

Tab. 4.10: Bewertung der Naturnähe der Ufervegetation

Kategorie	Merkmale
Natürlich	Laubwald mit standorttypischen Baumarten, Beschattung >75%
Naturnah	Gehölzsäume mit standorttypischen Baumarten, Beschattung >50%
Bedingt naturnah	Gehölzsäume mit überwiegend natürlichem Artenbestand, Beschattung >50%
Naturfern	Beschattung <50%, natürlich untergeordnete Pflanzen gelangen zur Dominanz
Naturfremd	Ufervegetation aus gewässerfremden Arten
Künstlich	Keine Ufervegetation

4.2.2.3 Chemische Parameter

Die Bewertung der O₂- und NH₄-Werte erfolgt nach den Anhaltswerten der LAWA (aus SCHWOERBEL 1993). Zur Einordnung des NH₄-Gehalts wird der Jahresmittelwert verwendet.

Tab. 4.11: Charakteristische O₂- und NH₄-Werte der Gewässergüteklassen (LAWA)

Güteklasse	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
O ₂ -Minima (mg/l)	>8	>8	>6	>4	>2	<2	<2
NH ₄ (mg/l)	Spuren	um 0,1	<0,3	<1	0,5-mehrere	mehrere	mehrere

Die Bewertung der Jahresmittelwerte der NO₃⁻, NO₂⁻ und o-PO₄⁻-Gehalte erfolgt nach den Anhaltswerten von BARNDT et al. (1992):

Tab. 4.12: Charakteristische NO₃⁻, NO₂⁻ und o-PO₄⁻-Werte der Gewässergüteklassen

Güteklasse	I bis I-II	II bis II-III	III bis III-IV	IV
NO ₃ (mg/l)	<1	1-5	>5	keine Angaben
NO ₂ (mg/l)	<0,1	0,2-0,5	4-6	um 8
o-PO ₄ (mg/l)	<0,015	0,015-0,15	0,15-1,5	>1,5

4.2.2.4 Makrozoobenthon

Die Bewertung der Naturnähe des Artenspektrums erfolgt anhand der Anzahl rheotypischer Arten nach HOLM (1989). In Tab. 11.24 sind die zur Bewertung herangezogenen Arten mit ihren Gewichtungen dargestellt. Entscheidend ist das Vorkommen der Art, die Häufigkeitsklassen werden nicht berücksichtigt. Einzelfunde werden nicht in die Bewertung aufgenommen. Die Gewichtungen der vorkommenden Arten werden addiert und folgendermaßen bewertet:

Tab. 4.13: Bewertung der Naturnähe des Makrozoobenthons (HOLM 1989)

Kategorie	Wertzahl	Summe der Gewichtungen
Naturnah	5	>34
Weitgehend naturnah	4	24-34
Deutlich beeinträchtigt	3	14-23
Erheblich gestört	2	7-13
Extrem gestört	1	0-6

4.2.2.5 Saprobie

Die Bewertung der Saprobie erfolgt nach MAUCH (1992):

Tab. 4.14: Bewertung der Naturnähe der Saprobienindices (MAUCH 1992)




Kategorie	Saprobienindex
Natürlich	1,0-<1,5
Fast natürlich	1,5-<1,8
Naturnah	1,8-<2,3
Bedingt naturnah	2,3-<2,7
Naturfern	2,7-<3,2
Weitgehend naturfremd	3,2-<3,5
Völlig naturfremd	3,5-4,0

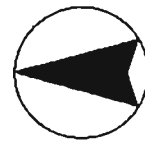
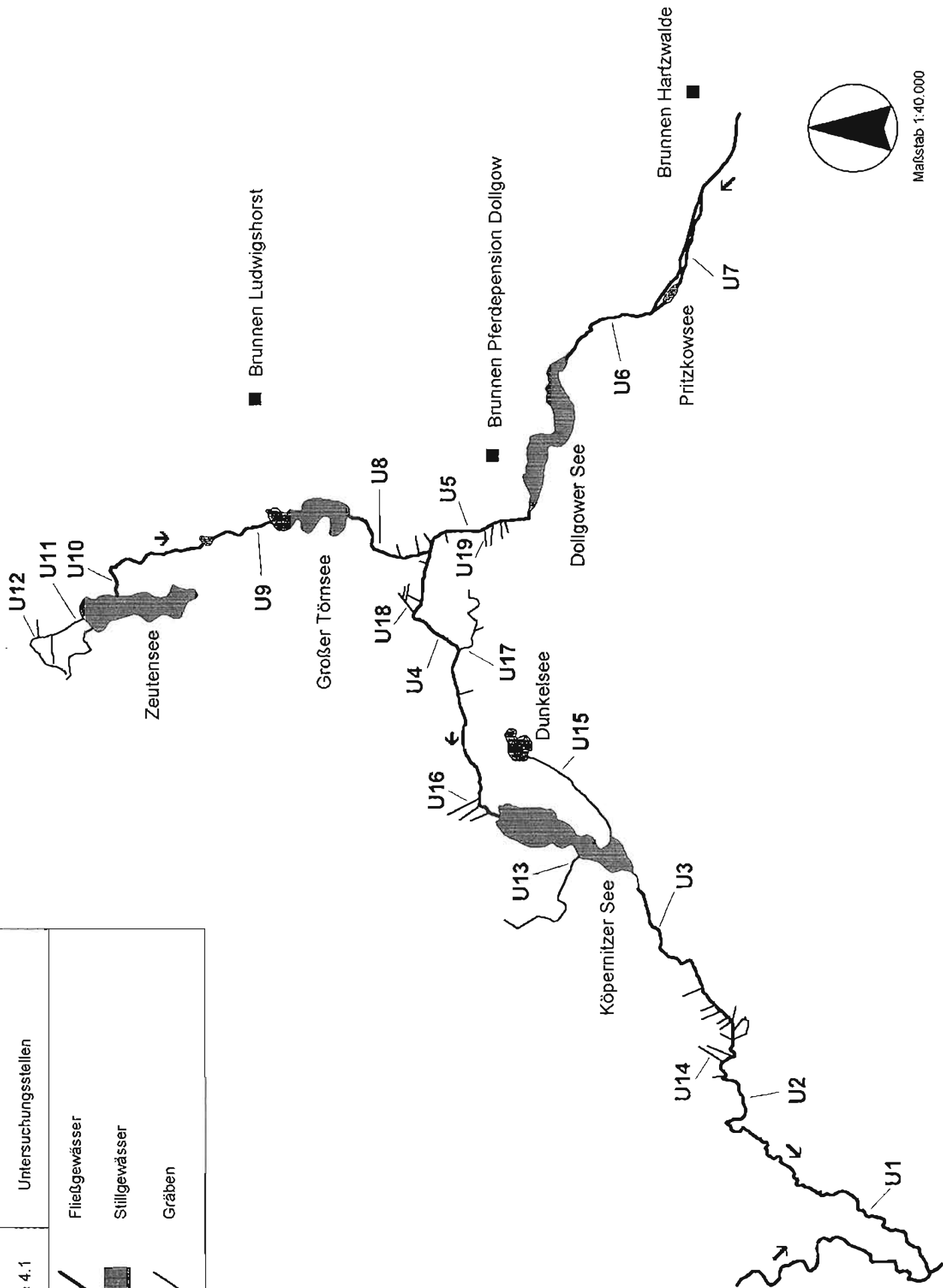
4.3 Vereinheitlichung der Bewertungssysteme

Die Bewertung der Naturnähe der einzelnen Kriterien erfolgt nach verschiedenen Autoren. Die Anzahl der Bewertungskategorien schwankt zwischen 5-7. Auch die Begriffe zur Beschreibung der Naturnähe sind nicht einheitlich. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die verschiedenen Bewertungsskalen in ein einheitliches Bewertungssystem nach Tab. 4.15 überführt. Diese Begriffe werden nicht bei den chemischen Parametern benutzt, weil eine sichere Zuordnung von Meßwerten zu den Güteklassen nicht immer gewährleistet ist.

Tab. 4.15: Vereinheitlichung der Bewertungssysteme

Kriterium	Autoren	Begriffe der verschiedenen Autoren						
		unverändert	-	wenig verändert	mäßig verändert	stark verändert	-	sehr stark verändert
Abfluß	NIEHOFF 1996	unverändert	-	wenig verändert	mäßig verändert	stark verändert	-	sehr stark verändert
Ausbauzustand	BRUNKEN 1986	natürlich	-	naturnah	bedingt naturnah	naturfern	sehr naturfern	extrem naturfern
Ufervegetation	KRAUSE 1992	natürlich	-	naturnah	bedingt naturnah	naturfern	naturfremd	künstlich
Rheotyp. Arten	HOLM 1989	-	-	naturnah	weitgehend naturnah	deutlich beeinträchtigt	erheblich gestört	extrem gestört
Saprobie	MAUCH 1992	natürlich	fast natürlich	naturnah	bedingt naturnah	naturfern	weitgehend naturfremd	völlig naturfremd
Im folgenden verwendete Begriffe		natürlich	fast natürlich	naturnah	bedingt naturnah	naturfern	sehr naturfern	extrem naturfern

Karte 4.1	Untersuchungsstellen
	Fließgewässer
	Stillegewässer
	Gräben



Maßstab 1:40.000

5. Ergebnisse

5.1 Stillgewässer

5.1.1 Flächen, Tiefen und Wasserstände

In Tab. 11.3 werden die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten aktuellen Höhenlagen, Gewässertiefen und -flächen gemeinsam mit den aktuellen Daten des GuG und DWD den Daten früherer Jahre gegenübergestellt. Bei allen untersuchten Seen handelt es sich um polymiktische Flachseen. MIETZ et al. (1996) nennen eine Tiefe von mindestens 5 m als Voraussetzung für eine stabile thermische Schichtung.

5.1.2 Trophie

Die Meßwerte sind in Tab. 11.4 enthalten.

Die Nährstoffverhältnisse von Zeutensee, Großem Törnsee, Dollgower See und Köperner See sind charakteristisch für eutrophe Gewässer.

Der Zeutensee und der Dollgower See sind dennoch hochproduktiv. Ihre Sichttiefe und der Chlorophyll-a-Gehalt sind typisch für hypertrophe Gewässer. Der Große Törnsee und der Köperner See liegen bei den Kriterien der Bioproduktionsverhältnisse im schwach polytrophen Bereich. In der Gesamtbewertung sind alle vier Seen polytroph.

Der Dunkelsee ist mesotroph. Er liegt mit Ausnahme der Sichttiefe bei allen Kriterien bereits im Übergangsbereich zur Oligotrophie.

Tab. 5.1: Klassifizierung der trophischen Kriterien

Gewässer	Zeutensee	Gr. Törnsee	Dollg. See	Köper. See	Dunkelsee
Nährstoffverhältnisse					
TP im Frühjahr (mg/l)	0,084	0,071	0,036	0,069	0,003
Klasse	3	3	2	3	1
mittl. sommerl. TP (mg/l)	0,196	0,135	0,112	0,09	0,016
Klasse	3	3	3	3	2
Klassenwert der Merkmalsgruppe	3	3	2,5	3	1,5
Bioproduktionsverhältnisse					
mittl. sommerl. Chlorophyll-a (mg/m ³)	69	42,5	70	45	4,5
Klasse	5	4	5	4	2
Sichttiefe (m)	0,4	0,7	0,4	0,9	2,3
Klasse	5	4	5	4	3
Klassenwert der Merkmalsgruppe	5	4	5	4	2,5
Trophieklasse	4	3,5	3,8	3,5	2

1,5 - <2,5 = mesotroph

2,5 - <3,5 = eutroph

3,5 - <4,5 = polytroph

5.1.3 Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O₂-Sättigung

Die Meßwerte sind in Tab. 5.2 dargestellt.

Die geringste Tag/Nacht-Schwankungsbreite besitzt der Dunkelsee. Er war am frühen Morgen und nachmittags leicht O₂-übersättigt. Am Dollgower See und Köpernitzer See wurden deutlich höhere O₂-Gehalte gemessen, auch kurz nach Sonnenaufgang waren diese Seen noch übersättigt. Der Zeutensee erreichte nachmittags die höchsten O₂-Werte aller Seen. Am frühen Morgen wurde ein deutlich geringerer Wert unterhalb der Sättigungsgrenze gemessen. Die geringste morgendliche O₂-Sättigung wurde am Großen Törnsee festgestellt. Am Nachmittag wurde dort eine schwache Übersättigung gemessen.

Tab. 5.2: Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O₂-Sättigung

Gewässer	Zeutensee	Gr. Törnsee	Dollg. See	Köper. See	Dunkelsee
20.8.1998, 6.00 Uhr	89	85	126	115	104
20.8.1998, 16.00 Uhr	168	108	160	153	106

5.1.4 Submerse Makrophyten

In Tab. 5.3 sind die gefundenen Arten mit ihren Gefährdungskategorien nach der Roten Liste (RL) Brandenburg (1992) und ihrem Brandenburger Makrophytenindex (MI) nach KRAUSCH & HOESCH (1994) enthalten.

Mit Ausnahme des Dunkelsees beträgt der Gesamtdeckungsgrad der submersen Makrophyten im Litoral der untersuchten Seen deutlich unter 1%. Am großen Törnsee und Köpernitzer See konnte ausschließlich das *Rauhe Hornblatt (Ceratophyllum demersum)*, am Zeutensee nur das *Krause Laichkraut (Potamogeton crispus)* nachgewiesen werden. Die submerse Vegetation des Dollgower Sees ist etwas artenreicher, hier wurden neben dem *Krausen Laichkraut* vereinzelt noch das gefährdete *Spiegelnde Laichkraut (Potamogeton lucens)*, die *Kanadische Wasserpest (Elodea canadensis)* und der *Spreizblättrige Hahnenfuß (Ranunculus circinatus)* gefunden.

Der Gesamtdeckungsgrad der submersen Vegetation im Dunkelsee liegt bei 50%. Hier konnten dreizehn submerse Arten nachgewiesen werden, darunter sechs *Armleuchteralgen (Characeen)*. Zwei der gefundenen Arten sind vom Aussterben bedroht, fünf weitere sind stark gefährdet.

Der Flachwasserbereich wird vor allem am Nordufer des Sees bis zu einer Tiefe von 1 m durch die *Feine Armleuchteralge (Chara delicatula)* dominiert, vereinzelt tritt die *Zerbrechliche Armleuchteralge (Chara fragilis)* hinzu. Ebenfalls nur in geringen Dichten konnten in dieser Tiefenstufe *Potamogeton crispus* und das *Kammlaichkraut (Potamogeton pectinatus)* gefunden werden. In der anschließenden Tiefenstufe, bis 2 m, sind die *Geweiharmleuchteralge (Chara tomentosa)* und *Chara intermedia* vorherrschend. *Chara rudis* kommt hier nur in geringer Dichte vor, von der *Fädigen Armleuchteralge (Chara filiformis)* wurde nur ein Exemplar gefunden. Unterhalb einer Tiefe von 2 m schließt sich, der *Sternarmleuchteralgen (Nitellopsis obtusa)* -Grundrasen mit dem *Gemeinen Wasserschlauch (Utricularia vulgaris)* und dem *Kleinen Wasserschlauch (Utricularia minor)*

an, er erstreckt sich bis zur maximalen Tiefe des Sees von 3 m. Vor allem im östlichen Teil des Sees befinden sich in einer Tiefe von 2 m kompakte Bestände des *Quirligen Tausendblatts* (*Myriophyllum verticillatum*) und des *Ährigen Tausendblatts* (*Myriophyllum spicatum*).

Tab. 5.3: Submerse Makrophyten

Taxon	MI	RL	Zeutensee	Gr. Törnsee	Köper. See	Dollg. See	Dunkelsee
<i>Ceratophyllum demersum</i>	4	-	-	+	+	-	-
<i>Chara delicatula</i>	2	2	-	-	-	-	1
<i>Chara filiformis</i>	1	1	-	-	-	-	R
<i>Chara fragilis</i>	2,5	-	-	-	-	-	+
<i>Chara intermedia</i>	1,5	2	-	-	-	-	2
<i>Chara rudis</i>	1,5	1	-	-	-	-	+
<i>Chara tomentosa</i>	2	2	-	-	-	-	2
<i>Elodea canadensis</i>	4	-	-	-	-	+	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	4	-	-	-	-	-	+
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	3,5	-	-	-	-	-	+
<i>Nitellopsis obtusa</i>	2	2	-	-	-	-	3
<i>Potamogeton crispus</i>	5	-	+	-	-	+	+
<i>Potamogeton lucens</i>	3,5	3	-	-	-	+	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	4,5	-	-	-	-	-	+
<i>Ranunculus circinatus</i>	4	-	-	-	-	+	-
<i>Utricularia minor</i>	2,5	2	-	-	-	-	+
<i>Utricularia vulgaris</i>	3	3	-	-	-	-	+

Makrophytenindex (MI):

1,0-1,4 = oligotroph
 1,5-2,4 = mesotroph
 2,5-3,4 = eutroph
 3,5-4,4 = polytroph
 4,5-5,0 = hypertroph

Rote Liste Brandenburg (1992):

1 = Vom Aussterben bedroht
 2 = Stark gefährdet
 3 = Gefährdet

Artmächtigkeit:

R = Einzelfund
 + = Deckung unter 1%
 1 = Deckung 1-5%
 2 = Deckung 6-25%
 3 = Deckung 26-50%

5.2 Fließgewässer

5.2.1 Abflußverhältnisse

Die Meßwerte der Durchflußmessungen sind in Tab. 11.5 dargestellt. In Tab. 5.4 sind die daraus berechneten Gebietsabflüsse und Abflußspenden derjenigen Meßstellen enthalten, deren Teileinzugsgebietsgrößen vom LUA zur Verfügung gestellt werden konnten.

Tab. 5.4: Jahresgebietsabflüsse und Abflußspenden

Meßstelle	U1	U3	U5	U6	U8
Einzugsgebiet A_{EO} (km ²)	19,11	16,96	9,74	6,82	2,22
mittl. Durchfluß Q (m ³ /s)	0,14	0,11	0,05	0,01	0,02
Gebietsabfluß $A(h_A)$ (mm)	231	205	162	46	284
Abflußspende q (l/s/km ²)	7,3	6,5	5,1	1,5	9

Obwohl das oberirdische Einzugsgebiet des Törnseegrabens kleiner als das Einzugsgebiet des Dollgower Seegrabens ist, besitzt der Törnsee graben einen höheren Durchfluß. Seine Abflußspende übertrifft die des Dollgower Seegrabens um das 6fache.

Unterhalb des Dollgower Sees wurde ein deutlich höherer Durchfluß als an seinem Zufluß, dem Dollgower Seegraben, gemessen. Der mittlere Durchfluß an U6 beträgt nur 20% des mittleren Durchflusses von U5. Beim Zusammenfluß mit dem Törnsee graben steuert der Kleine Rhin 70% zur gesamten Wassermenge bei.

5.2.2 Gewässerstruktur

Die Sohlen und Böschungen aller untersuchten Fließgewässer sind unbefestigt. Die Ergebnisse der Struktur güt ekartierung sind in den Tab. 11.6 und 11.7 zusammengefaßt.

Oberlauf des Kleinen Rhins

Die Fließgeschwindigkeit am Oberlauf beträgt im allgemeinen unter 0,1 m/s. Nur in R15 wurde eine höhere Fließgeschwindigkeit bis zu 0,24 m/s gemessen. Mit Ausnahme dieses Abschnitts ist die Sohle mit einer bis zu 0,4 m mächtigen Faulschlammschicht bedeckt. Die gleichmäßige Schlammauflage ist strukturarm, auch der Totholzanteil im Gewässer ist hier überwiegend gering. In R14 ist der Totholzanteil höher. Hier verläuft der Bach in einem Erlenbruch (*Alnus glutinosa*) im Verlandungsbereich des Köperner Sees (vgl. Bild 5.1.2).

Große Teile des Oberlaufs besitzen ein relativ gleichförmiges Profil, durch Vieh- und Wildtritt kommt es nur vereinzelt zu Aufweitungen. Nur in R14 ist das Profil strukturreicher und mit dem Ufer stärker verzahnt. Der Gewässerverlauf ist am Oberlauf ausgesprochen geradlinig (vgl. Bild 5.1.1).

Die Breite des Wasserspiegels beträgt in R15-R17 größtenteils um 2,5 m, bei einer Wassertiefe von 0,3-0,7 m. In R14 weitet sich das Profil bei nachlassender Tiefe bis zu einer Breite von 4,5 m auf. Die Profiltiefe beträgt in R16 und R17 zwischen 0,8 m und 1,2 m. Der streckenweise hartgrundige Abschnitt R15 besitzt eine größere Profiltiefe bis zu 1,5 m. Die

Oberlauf des Kleinen Rhins

Unten:
Bild 5.1.2
Im Abschnitt R14 kommt es durch den Rückstau des Köperner Sees zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit und starker Schlammablagerung

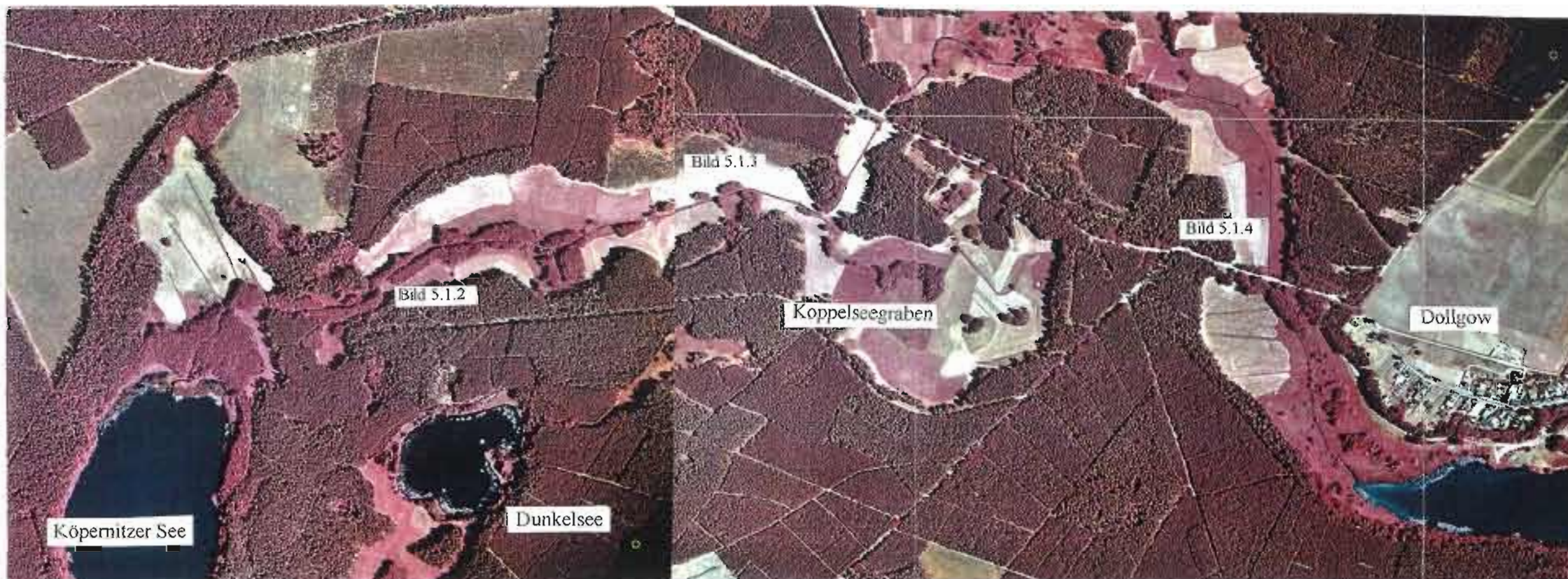


Oben:
Bild 5.1.3
Rechts neben dem begradigten Gewässer sind im Abschnitt R15 zwischen den Schwarzerlen noch Reste des ehemals kurvigen Bachbettes vorhanden

Rechts:
Bild 5.1.4
Untersuchungsstelle U5
Die Sohle des erheblich begradigten und fast völlig unbeschatteten Abschnitts R16 ist ebenfalls stark verschlamm



Unten:
Bild 5.1.1, Ausschnitte aus den CIR-Luftbildern Nr. 607-4132 und 607-4133 (1992), Maßstab 1:10.000



Mittellauf des Kleinen Rhins

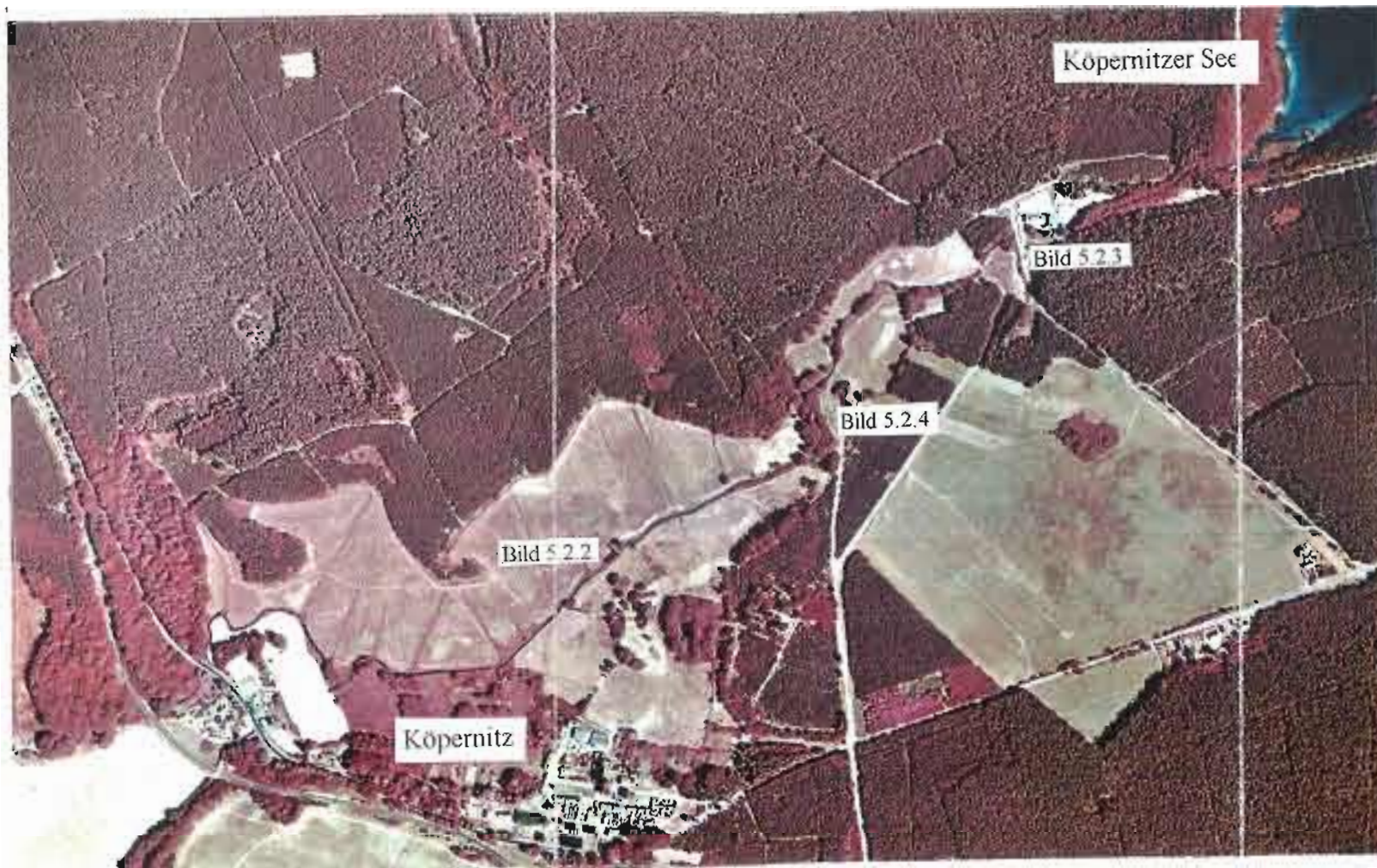


Links:
Bild 5.2.2
Der Abschnitt R 9 ist das Teilstück mit der geringsten Fließgeschwindigkeit am Kleinen Rhin. Der starke Bewuchs bewirkt einen hohen Sestonrückhalt, der zu starker Faulschlammbildung führt



Oben:
Bild 5.2.3
Das Köperner Mühlenwehr (Bauwerke RB6a und RB6b) ist für Fische das einzige unüberwindbare Hindernis am Kleinen Rhin

Unten:
Bild 5.2.1, Ausschnitt aus dem CIR-Luftbild Nr. 607-4131 (1992), Maßstab 1:10.000



Unten:
Bild 5.2.4
Unterhalb des Mühlenwehres schließt sich eine überwiegend hartgrundige Strecke an. Abschnitt R 11 besitzt aufgrund der geröllreichen Sohle und der relativ hohen Fließgeschwindigkeit augenscheinlich ein großes biotisches Potential, dennoch konnte hier nur eine gefährdete Art nachgewiesen werden.



geringste Profiltiefe am Oberlauf wurde in R14 gemessen, hier liegt die Gewässersohle 0,5-0,7 m unter Flur.

Mit Ausnahme von R14 ist der Oberlauf stark besonnt, die Gewässersohle ist stark durchwachsen. In Bereichen mit großen Profilbreiten und geringer Fließgeschwindigkeit wurden *Kanadische Wasserpest (Elodea canadensis)*, *Rauhes Hornblatt (Ceratophyllum demersum)*, *Teichrose (Nuphar lutea)*, *Schwimmendes Laichkraut (Potamogeton natans)* und der gefährdete *Froschbiß (Hydrocharis morsus-ranae)* gefunden. In Abschnitten mit höherer Fließgeschwindigkeit dominiert die Röhrlichtvegetation mit *Schilf (Phragmites australis)*, *Rohrkolben (Typha spp.)*, *Igelkolben (Sparganium spp.)*, *Wasserschwaden (Glyceria maxima)* und *Aufrechter Berle (Berula erecta)*.

Am Oberlauf des Kleinen Rhins befinden sich 3 Durchlässe mit Längen von 10-18 m und Durchmessern von wenigstens 1 m. Die Fließgeschwindigkeit ist dort mäßig erhöht, die Sohlen aller Durchlässe sind sedimentbedeckt.

In R14-R16 sind noch zahlreiche trockengefallene Bachschlingen mit den bachbegleitenden Erlengalerien erhalten geblieben (vgl. Bild 5.1.3). Die Breite der ehemaligen Sohle beträgt 2,5-3,5 m.

Mittellauf des Kleinen Rhins

Der Mittellauf ist heterogener als der Oberlauf. Er besteht aus zwei deutlich verschiedenen Großabschnitten. Unterhalb des Köperntitzer Sees konnten in R11-R13 Fließgeschwindigkeiten bis 0,2 m/s gemessen werden. Die Sohle dieser Abschnitte ist überwiegend hartgrundig, in R11 und R13 auch geröllreich. Durch das grobe Sohlsubstrat und einen relativ hohen Totholzanteil sind die Sohlen dieser Abschnitte relativ strukturreich. In Abschnitt R9, der sich mit einer Länge von über einem Kilometer über die Hälfte des Mittellaufs erstreckt und die Köperntitzer Wiesen durchquert, lag die Fließgeschwindigkeit im Sommer unterhalb der Nachweisgrenze. Dieser Teil ist stark verschlammmt, die Faulschlammauflage ist hier rund 0,4 m mächtig. Die verschlammte Sohle ist strukturarm, auch der Totholzanteil ist hier gering.

Das Profil ist am gesamten Mittellauf überwiegend gleichförmig. Nur R11 und R13 besitzen ein unregelmäßiges Profil mit zahlreichen Uferabbrüchen (vgl. Bild 5.2.4). In den anderen Abschnitten kommt es nur vereinzelt zu Profilaufweitungen durch Vieh- und Wildtritt. Die Linienführung ist in R11-R13 und im südlichen Teil von R9 leicht gewunden. Der Abschnitt R10 und der nördliche Teil von R9 sind geradlinig (vgl. Bild 5.2.1).

Der Wasserspiegel hat am Mittellauf eine Breite von 3,5-10 m. In R9, R11 und R13 wurden Breiten von über 5 m gemessen. Die Wassertiefe beträgt am Mittellauf 0,1-0,3 m. Die Profiltiefe in R12 und R13 überschreitet überwiegend 1,5 m. Im weiteren Verlauf wird sie sukzessive geringer, in R9 wurde eine Profiltiefe von 1-1,2 m gemessen. R10 und R12 sind mäßig, R11 und R13 stark durch *Alnus glutinosa* beschattet. Fast ohne Gehölzbewuchs ist R9. Dieser Abschnitt ist besonders reich an Hydrophyten. Wie am Oberlauf dominieren *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum* und *Nuphar lutea*, allerdings fehlt hier *Hydrocharis morsus-ranae*. Die Röhrlichtvegetation des Mittellaufs entspricht der des Oberlaufs.

Unterhalb des Köperner Sees befindet sich das Mühlenwehr der Köperner Mühle. Neben einem Sohlabsturz von 0,8 m Höhe befindet sich eine glatte Sohlrampe mit einer Neigung von 1:6. Am Mittellauf befinden sich 3 Durchlässe mit Längen von 5-20 m. Der Durchmesser der Durchlässe beträgt wenigstens 1 m, der längste Durchlaß besitzt einen Durchmesser von 1,4 m. Die Sohle aller Durchlässe ist sedimentbedeckt, die Fließgeschwindigkeit ist mäßig erhöht. Die Straßenbrücke Köperner schließt beidseitige Landstreifen ein.

Am Mittellauf konnten keine ehemaligen Bachschlingen oder ehemals bachbegleitende Erlengalerien gefunden werden.

Unterlauf des Kleinen Rhins

Am Unterlauf des Kleinen Rhins wurden die höchsten Fließgeschwindigkeiten gemessen. In R2 betrug die Fließgeschwindigkeit im März 0,87 m/s und im August 0,26 m/s. Auch in den bachaufwärts gelegenen Abschnitten R6 und R7 wurden im März Fließgeschwindigkeiten von mehr als 0,2 m/s gemessen.

Die Sohle des Unterlaufs ist überwiegend hartgrundig, in den meisten Abschnitten auch geröllreich. Stärkere Sohlverschlammungen konnten nur in R3 und R5 beobachtet werden. Die Sohle ist zumeist strukturreich. In R7 und R8 konnten Auskolkungen der Sohle festgestellt werden, die allerdings meist schlammgefüllt waren. In vielen Abschnitten bildeten sich Sandbänke, in R2 auch Kiesbänke. Die Tiefenverhältnisse wechseln kleinräumig, besonders in R2 kommt es zur Ausbildung von Stillbereichen und Schnellen. In vielen Abschnitten wurden die Ufer punktuell unterspült. Nur in R5 konnte eine deutliche Ausbildung von Prall- und Gleithängen beobachtet werden. Der Totholzanteil ist mit Ausnahme des Abschnitts R8 (vgl. Bild 5.3.3) nur gering bis mäßig.

Das Profil des Unterlaufs ist von kleinen Uferabbrüchen und zahlreichen Aufweitungen geprägt. Der Verlauf des Baches ist in keinem Abschnitt geradlinig und auf großen Strecken stark gewunden. Die Breite des Wasserspiegels beträgt überwiegend 3,5-4 m, nur in R4 und R1 wurden größere Breiten bis zu 5,5 m gemessen. Die Wassertiefe liegt im allgemeinen bei 0,2-0,4 m. Die Profiltiefe ist am Unterlauf groß. Nur in R1 und R3 wurden Profiltiefen von weniger als 1,3 m festgestellt.

Die Beschattung durch *Alnus glutinosa*, in R8 auch durch die *Rotbuche (Fagus sylvatica)*, ist am Unterlauf mäßig bis hoch, eine Ausnahme bilden nur R1 und R2. In einigen Abschnitten konnten sich durch Naturverjüngung stammzahlreiche Erlengalerien entwickeln. Schwimmblattpflanzen kommen mit *Nuphar lutea* und *Potamogeton natans* am Unterlauf nur vereinzelt vor. Häufiger sind submerse Arten, vor allem *Elodea canadensis* und die Unterwasserform von *Sparganium spp.* In Abschnitt R2 kann vereinzelt auch das *Spiegelnde Laichkraut (Potamogeton lucens)* und das *Spitzblättrige Laichkraut (Potamogeton acutifolius)* gefunden werden. Die uferbegleitende Vegetation wird am Unterlauf durch *Carex spp.* und *Berula erecta* geprägt.

Am Unterlauf gibt es eine Bahnbrücke und einen Durchlaß. Die Brücke schließt beidseitige Landstreifen ein. Der einzige Durchlaß besitzt eine Länge von 12 m und eine Breite von 1,6 m. Die Fließgeschwindigkeit ist mäßig erhöht, die Sohle besteht aus einer Schotterschüttung.

Unterlauf des Kleinen Rhins

Rechts:
Bild 5.3.2
Abschnitt R4

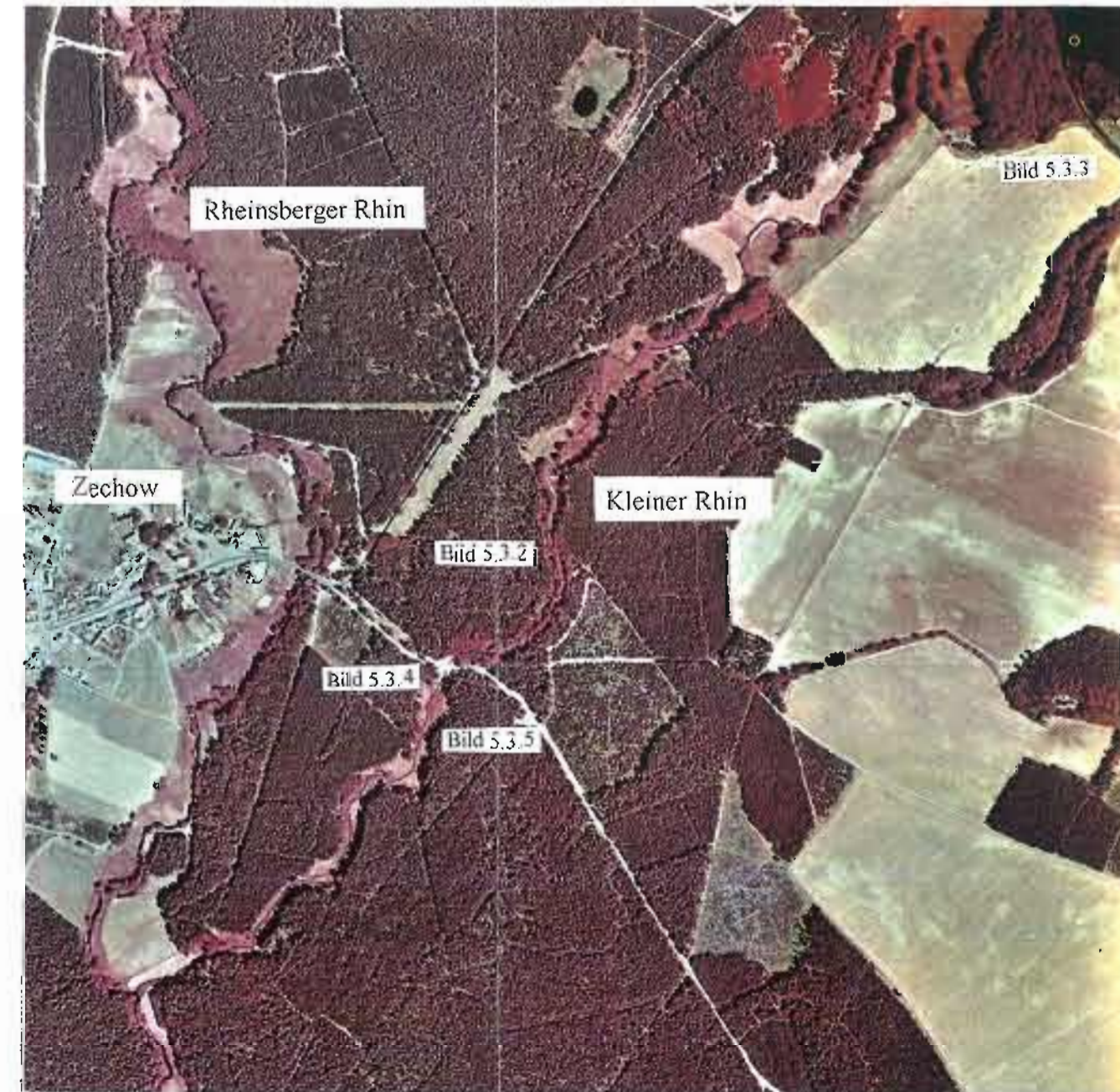


Rechts:
Bild 5.3.3
Untersuchungsstelle U2
Durchbruch durch eine
Endmoränenkuppe
(Abschnitt R8).
Der Abschnitt ist gekenn-
zeichnet durch eine geröll-
reiche Sohle mit viel Totholz



Links:
Bild 5.3.4
Durchlaß bei Zechow (Bauwerk RB1)

Rechts:
Bild 5.3.1
Ausschnitt aus dem CIR-Luftbild
Nr. 607-4130 (1992), Maßstab 1:10.000



Rechts:
Bild 5.3.5
Untersuchungsstelle U1
Im gefällereichsten Abschnitt des Kleinen
Rhin (R2) werden durch das relativ schmale
Profil hohe Fließgeschwindigkeiten erreicht



Törnseegraben

Rechts:
Bild 5.4.2
Durch das stark verbreiterte Profil ist
die Fließgeschwindigkeit am nördlichen
Törnseegraben stark reduziert (T4)



Rechts
Bild 5.4.1
Ausschnitt aus dem CIR-Luftbild
(1992), Maßstab 1:10.000



Oben: Bild 5.4.3
Untersuchungsstelle U8 bei Schulzenhof (T2)

Unten: Bild 5.4.4
Brennseffuren am Auslauf des Zeutensees



Am Unterlauf konnte nur im Bereich des Durchlasses der Rest einer ehemaligen Bachschlinge mit einer Breite von 2 m gefunden werden.

Törnseegraben

Der Törnseegraben besteht aus zwei unterschiedlichen Großabschnitten. In den nördlich des Großen Törnsees gelegenen Abschnitten T3 und T4 betrug die Fließgeschwindigkeit ganzjährig unter 0,1 m/s, im August lag sie unterhalb der Nachweisgrenze. Hier ist die Sohle von Faulschlamm bis zu einer Mächtigkeit von 0,5 m bedeckt. Der Totholzanteil ist mäßig, die verschlammte Sohle ist strukturarm. Im südlichen Teil von T4 verläuft der Bach durch den Erlenbruch im Verlandungsbereich des Kleinen Törnsees. Dieser Teil ist durch einen hohen Totholzbestand, einwachsende Baumwurzeln und zahlreiche Seggenbulte strukturreicher.

Unterhalb des Großen Törnsees konnte in T2 im März eine Fließgeschwindigkeit von über 0,2 m/s gemessen werden, im August betrug sie 0,04 m/s. Nur hier kommen am Törnseegraben längere Strecken mit hartgrundiger Sohle vor. Die Sohle von T1 und T2 ist überwiegend wenig strukturiert und besitzt einen geringen Totholzanteil. Lediglich kurz unterhalb des Großen Törnsees ist sie durch einen hohen Totholzanteil und einwachsende Baumwurzeln strukturreicher.

Der Törnseegraben besitzt überwiegend ein gleichförmiges Profil mit wenigen Aufweitungen, die durch Vieh- und Wildtritt entstanden. Nur im südlichen Teil von T4 und im nördlichen Teil von T2 ist das Profil unregelmäßig und stark mit dem Ufer verzahnt (vgl. Bild 5.4.2). Die Linienführung ist im allgemeinen gerade bis leicht gewunden, in T1 geradlinig.

In T3 und T4 beträgt die Wasserspiegelbreite bis zu 5,5 m, T1 und T2 sind deutlich schmaler. Die Wassertiefe schwankt von 0,05-0,25 m. Die Profiltiefe bewegt sich im allgemeinen zwischen 0,5 und 1,4 m. Nur T2 besitzt eine Profiltiefe von bis zu 2 m.

T3 und T4 werden durch *Alnus glutinosa* mäßig beschattet, T1 und T2 sind überwiegend besonnt. Die bachbegleitende Vegetation zwischen Zeutensee und Großem Törnsee besteht überwiegend aus *Carex spp.* und *Phragmites australis*. Im Gewässer kommen *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans* und *Hydrocharis morsus-ranae* vor. Eine Besonderheit von T4 ist der hier vorkommende gefährdete Gemeine Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*). Hinzu kommen die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und die Untergetauchte Wasserlinse (*Lemna trisulca*). In T1 und T2 tritt die Röhrichtvegetation stärker in den Vordergrund. Ihre Artenzusammensetzung entspricht der des Oberlaufs des Kleinen Rhins.

Am Törnseegraben gibt es 2 Durchlässe mit Längen von 8 m und 11 m und Durchmessern von 0,4 m und 1 m. In beiden Bauwerken ist die Sohle sedimentbedeckt und die Fließgeschwindigkeit mäßig erhöht.

Unterhalb des Großen Törnsees konnten noch Reste alter Bachschlingen mit einer Breite von 2-2,5 m gefunden werden.

Dollgower Seegraben und Umgehungsgraben

Karte 11.12 zeigt den Oberlauf mit dem Umgehungsgraben und dem nördlichen Randgraben. Ober- und Unterlauf des Dollgower Seegrabens sind sehr verschieden. Das Profil des Oberlaufs ist weit schmaler und flacher als das Profil des Unterlaufs.

In D2 am Unterlauf wurde im März eine Fließgeschwindigkeit von 0,03 m/s gemessen, im August lag sie unter der Nachweisgrenze. In D3 am Oberlauf betrug die Fließgeschwindigkeit im März über 0,2 m/s, im August lag sie auch hier mit 0,02 m/s an der Nachweisgrenze. Die Sohle ist überwiegend schlammig, die Schlammmächtigkeit beträgt bis zu 0,3 m. In D1-D3 kommen auch hartgrundige Strecken vor. D1 und D2 sind im allgemeinen strukturarm, der Totholzanteil ist hier mäßig. D3-D6 am Oberlauf sind aufgrund der zahlreichen Baumwurzeln und des hohen Totholzanteils strukturreicher. In D3 kommt es im Bereich der Hauptströmung auch zur Ausbildung von Schlammbanken und Kolken.

D2 und der überwiegende Teil von D1 besitzen ein gleichförmiges, geradliniges bis leicht gewundenes Trapezprofil. In dem unteren Teilstück von D1 ist das Profil unregelmäßig und stark gewunden. D3 und D4 haben ein relativ regelmäßiges Profil mit starker Uferverzahnung und Uferunterspülungen, der Gewässerverlauf ist hier stark gewunden. Das Profil von D5 und D6 ist relativ gleichförmig und nur leicht gewunden.

Die Wasserspiegelbreite beträgt am Dollgower Seegraben im allgemeinen 2-3 m. Deutlich breiter ist mit 3-4 m der Abschnitt D2, deutlich schmaler mit 1-2 m der Abschnitt D6. In D3-D6 am Oberlauf beträgt die Wassertiefe 0,05-0,2 m, in D1 und D2 0,2-0,6 m. Die Profiltiefe überschreitet 1 m am Oberlauf im allgemeinen nicht, in D3 und D4 liegt die Sohle 0,3-0,5 m unter Flur. Die größte Profiltiefe zwischen 1,5-2,1 m besitzt D2 am Unterlauf.

Die Beschattung durch *Alnus glutinosa* ist am Dollgower Seegraben mäßig bis stark. In D1, D2 und D6 entstanden durch Naturverjüngung dichte Gehölzgalerien, in denen neben *Alnus glutinosa* auch *Weiden (Salix sp.)*, die *Gemeine Birke (Betula pendula)*, die *Zitterpappel (Populus tremula)* und die *Gemeine Kiefer (Pinus sylvestris)* vertreten sind.

Die Ufervegetation wird durch *Carex spp.* und besonders durch *Berula erecta* bestimmt, die den Oberlauf zum Teil auch völlig überwächst (vgl. Bild 5.5.5). Bachaufwärts wird *Berula erecta* von der *Einreihigen Brunnenkresse (Nasturtium microphyllum)* abgelöst. In den etwas besonnteren Teilstücken kommen *Phragmites australis*, *Typha spp.* und *Glyceria maxima* hinzu. In D1 und D2 können auch *Lemna minor* und *Lemna trisulca* gefunden werden.

Die Bauwerke des Dollgower Seegrabens befinden sich ausschließlich am Unterlauf. In D1 und D2 befinden sich 3 Stau mit Stauhöhen von 0,05-0,2 m und anschließenden Sohlgleiten und 2 Durchlässe mit Längen von 14 m und 15 m und einem Durchmesser von 0,8 m.

Reste ehemaliger Bachschlingen mit einer Breite von 1,5-2 m konnten im Abschnitt D6 gefunden werden.

An der Grenze zwischen D5 und D6 liegt ein kleiner, im Hauptschluß durchflossener, Fischteich mit einer Größe von wenigen 100 m². Hier befindet sich ein kleines Quellgebiet mit ganzjähriger Schüttung (vgl. Bild 5.5.4). Die Quellen wurden zum Teil mit Betonringen gefaßt. Eine Vielzahl weiterer kleiner temporärer Rinnsale münden - überwiegend von Süden - in den Oberlauf des Dollgower Seegrabens.

Dollgower Seegraben



Oben: Bild 5.5.2
Der Unterlauf des Dollgower Seegrabens besitzt aufgrund der drei Stützschwelen keinen Fließgewässercharakter mehr (Bauwerk DB1)

Rechts: Bild 5.5.1
Ausschnitt aus dem CIR-Luftbild Nr. 608-3135 (1992), Maßstab 1:10.000

Unten: Bild 5.5.5
Der Oberlauf ist auf weiten Strecken völlig mit *Berula erecta* durchwachsen (Abschnitt D3)



Links: Bild 5.5.3
Nach der Anlage eines beidseitigen Weidezauns konnte sich in Abschnitt D2 eine dichte bachbegleitende Gehölgallerie entwickeln

Unten: Bild 5.5.4
Bei den ehemaligen Fischteichen befindet sich ein Quellgebiet mit starker Schüttung. Dieser Quellbach mit *Nasturtium microphyllum* mündet nach kurzem Verlauf in den Dollgower Seegraben.



Der Umgehungsgraben besitzt nur eine geringe Fließbewegung und ist stark verschlammt. Durch den hohen Totholzanteil und zahlreiche Seggenbulte ist die Sohle mäßig strukturiert. Das Profil ist gleichförmig und geradlinig. Seine Wasserspiegelbreite beträgt im allgemeinen 2-4 m, im Abschnitt G3 auch 4-5 m. G1 und G2 haben eine Wassertiefe von 0,1-0,25 m, G3 ist mit 0,4-0,5 m wesentlich tiefer. Die Profiltiefe beträgt in G1 1-1,2 m und in den Abschnitten G2 und G3 0,3-0,6 m. Die Beschattung durch *Alnus glutinosa* ist stark. Die vorherrschende Ufervegetation besteht aus *Carex spp.* Im Gewässer dominieren *Lemna minor* und *Lemna trisulca*. Am Umgehungsgraben gibt es 4 Staue ohne Sohlgleiten mit Stauhöhen von 0,2-0,45 m.

5.2.3 Sohlhöhe am Unterlauf des Kleinen Rhins

In Tab. 11.2 sind die im Rahmen dieser Arbeit gemessenen Höhenlagen und die Vermessungsdaten der Hauptinstandsetzung von 1965 dargestellt.

5.2.4 Temperatur

Die Meßwerte der monatlichen Messungen und die Jahresmittel aller Untersuchungsstellen sind in Tab. 11.8 enthalten. Die Meßwerte der Tagesgänge sind in Tab. 11.9 dargestellt.

Tab. 5.5: Temperaturen

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahrestemperaturamplitude (°C)	18,1	18,2	19,5	18,4	20,7	13,1	12,2	19,1	19,2	19	14,3	5,2
Mittelwert Sommer (°C)	14,8	15,5	16,6	15,9	17,1	13,1	12,1	15,9	15,9	15,9	14,7	11,3
Maximaltemperatur (°C)	20,2	20,4	21,9	20,8	22,8	16,4	n.e.	21,9	21	21,3	17,4	11,9

Die höchsten Temperaturen wurden im Rahmen der Messungen der Tagesgänge Anfang Juni 1998 gemessen, die niedrigsten im November 1997. Der Unterlauf des Kleinen Rhins ist kühler als der Ober- und Mittellauf. Die höchsten sommerlichen Temperaturen besitzen die Untersuchungsstellen an den Ausläufen der Seen. Die Temperaturen des Törnseegrabens liegen in der Größenordnung des Oberlaufs des Kleinen Rhins.

Beide Untersuchungsstellen am Dollgower Seegraben sind im Sommer deutlich kühler als die Untersuchungsstellen am Kleinen Rhin und Törnseeegraben. Entsprechend niedrig fallen hier die Jahresamplituden aus.

Die höchsten winterlichen Temperaturen mit einem Minimum von 7,5 °C wurden an U19 gemessen. Dort beträgt die Jahresamplitude nur 4,1 °C. U 12 am Hauptgraben der Zeutenwiese besaß eine Jahresamplitude von 5,2 °C. Die Jahrestemperaturamplitude des Koppelseegrabens liegt mit 12,9 °C etwa in der Größenordnung des Dollgower Seegrabens.

5.2.5 Chemische Parameter

Die Meßwerte der monatlichen Messungen, die Sommer-, Winter- und Jahresmittel und die Mittelabweichung aller Untersuchungsstellen sind in den Meßwerttabellen der einzelnen Parameter dargestellt, die eingangs jedes Unterkapitels genannt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungsstellen am Kleinen Rhin, Dollgower Seegraben, Törnseeegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese werden im folgenden ausführlicher behandelt.

Leitfähigkeit und pH-Wert

Die Meßwerte sind in Tab. 11.8 dargestellt.

Tab. 5.6: Leitfähigkeit, pH-Wert

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel Leitfähigkeit ($\mu\text{S/cm}$)	591	580	576	610	652	702	681	471	477	432	481	448
Jahresmittel pH-Wert	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6	7,4	7,5

Die Werte der Leitfähigkeit schwankten an Kleinem Rhin, Törnseegraben und Dollgower Seegraben im Jahresverlauf nur wenig. An den Meliorationsgräben waren die Leitfähigkeiten unbeständig. Hier kam es in kurzen Zeiträumen zu starken Schwankungen, so änderte sich die Leitfähigkeit an U14 von 861 $\mu\text{S/cm}$ im Dezember auf 496 $\mu\text{S/cm}$ im Januar.

Die mit deutlichem Abstand geringste Leitfähigkeit von 173 $\mu\text{S/cm}$ wurde an U13 gemessen. Von diesem Graben gelangte im Untersuchungszeitraum aber kein Wasser in den Köperner See. Am Törnseegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese wurden Leitfähigkeiten mit Jahresmitteln von 432-481 $\mu\text{S/cm}$ gemessen. Deutlich höhere Werte mit Jahresmitteln von 681 $\mu\text{S/cm}$ und 702 $\mu\text{S/cm}$ wurden am Dollgower Seegraben festgestellt. Den höchsten Jahresmittelwert von 755 $\mu\text{S/cm}$ besaß der Koppelseegraben. Auch die Meliorationsgräben U16 und U19 am Oberlauf des Kleinen Rhins erreichten hohe Werte. Die Jahresmittelwerte der Untersuchungsstellen am Kleinen Rhin liegen zwischen 576 $\mu\text{S/cm}$ und 652 $\mu\text{S/cm}$ und damit zwischen den Werten der beiden wichtigsten Ursprungsgewässer.

Der pH-Wert schwankte im Jahresverlauf nur unbedeutend. Der Jahresmittelwert liegt an allen Untersuchungsstellen im leicht alkalischen Bereich, bei pH 7-8. Deutliche Unterschiede zwischen Törnseegraben, Dollgower Seegraben und Kleinem Rhin bestehen nicht. In einigen Gräben, an U13, U15 und U18, wurden bei einzelnen Messungen Werte von knapp unter pH 7 gemessen. Den niedrigsten Wert erreichte U13 mit pH 6,5.

O_2 -Verhältnisse

Die Meßwerte der monatlichen Messungen sind in Tab. 11.11 zusammengefaßt. Die Meßwerte der beiden Tagesgänge sind in Tab. 11.10 enthalten.

Tab. 5.7: O_2 -Gehalt und O_2 -Sättigung

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel O_2 -Geh. (mg/l)	9,2	9,1	10,4	9,2	10,6	6,4	7,4	7,5	5,6	8,1	5,0	2,7
Jahresmittel O_2 -Sätt. (%)	78	78	89	80	93	54	62	63	46	68	45	24
Minimum O_2 -Gehalt (%)	3,4	1,6	4,9	2,9	4,3	3	5,3	1,5	0	3	3,6	0,8
Schwankung O_2 -Sätt. (%)	35-97	17-99	54-112	31-103	46-128	30-76	49-87	15-99	0-66	32-100	30-91	7-29
Mittelabweich. O_2 -Sätt. (%)	8	12	14	11	14	12	8	16	15	22	17	6

Die Untersuchungsgewässer sind im allgemeinen sauerstoffuntersättigt. Die niedrigsten Werte wurden bei der Messung des Tagesgangs am 3.6.1998 gemessen.

Abb. 5.1: Längsverlauf der O₂-Sättigung am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben

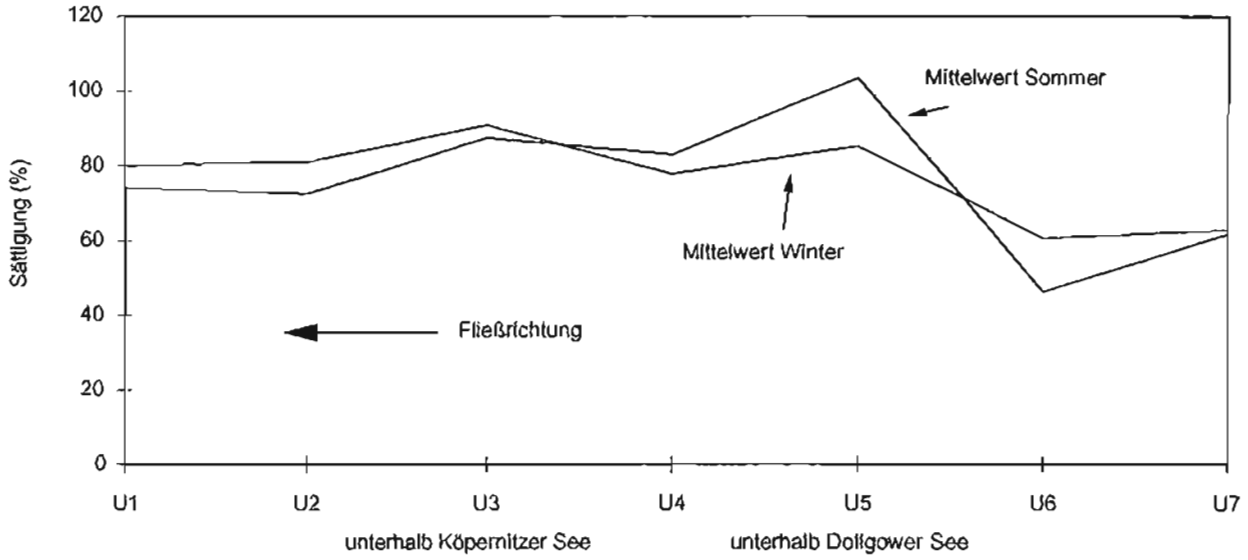


Abb. 5.2: Längsverlauf der O₂-Sättigung am Törnseegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese

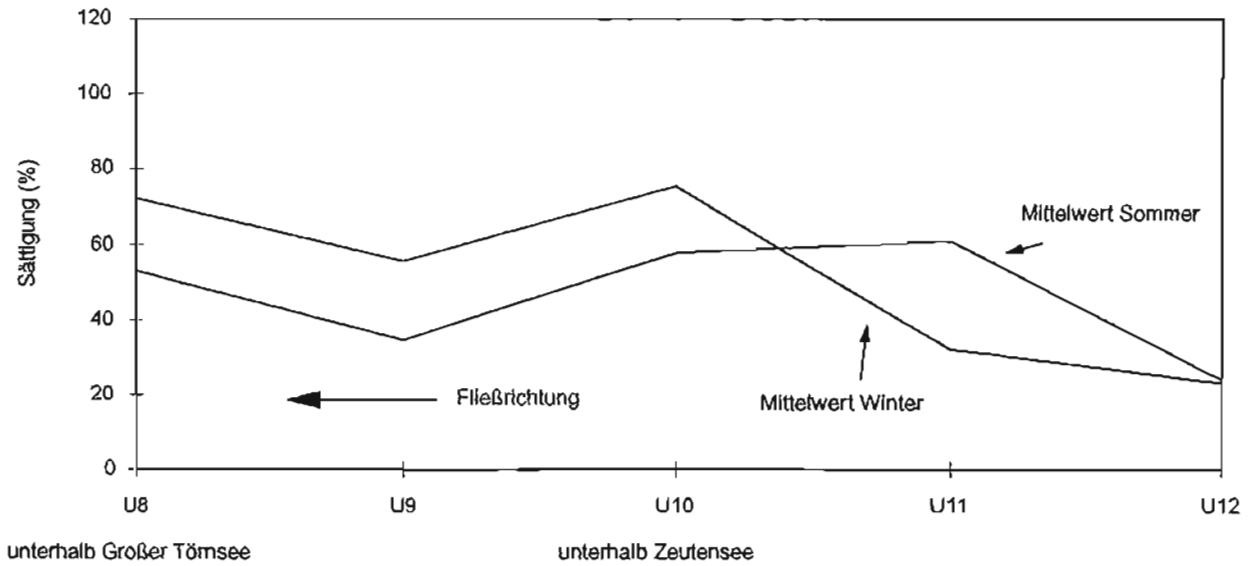


Abb. 5.3: Tagesgang der O₂-Sättigung am Kleinen Rhin (3.6.1998)

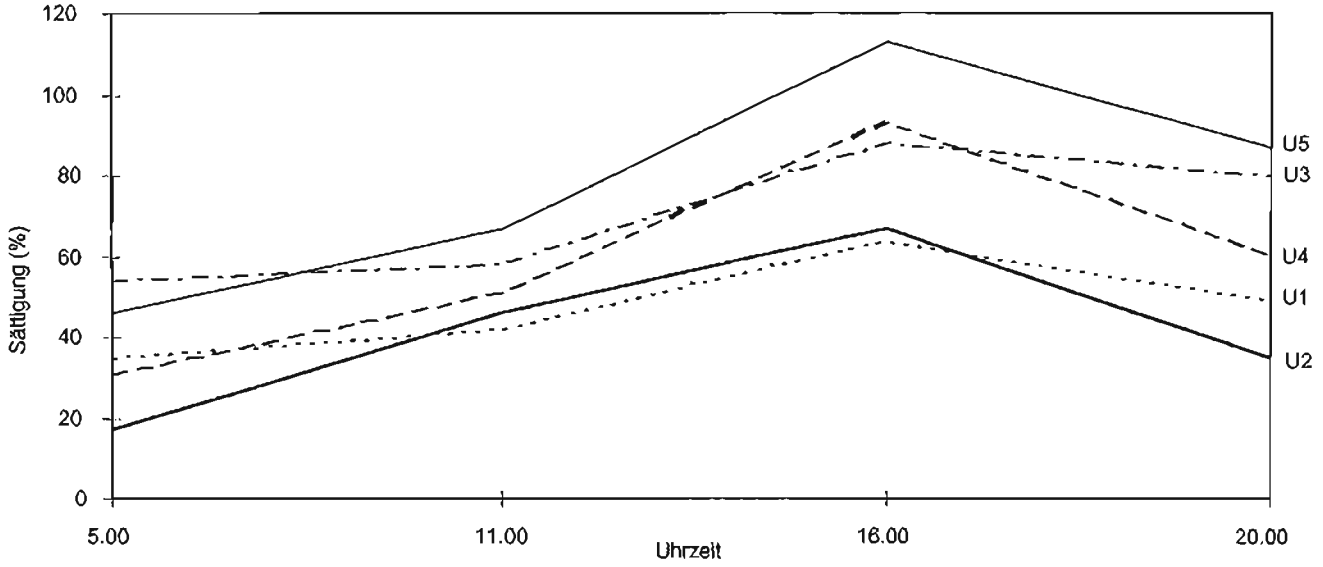


Abb. 5.4: Tagesgang der O₂-Sättigung am Törnseeegraben (3.6.1998)

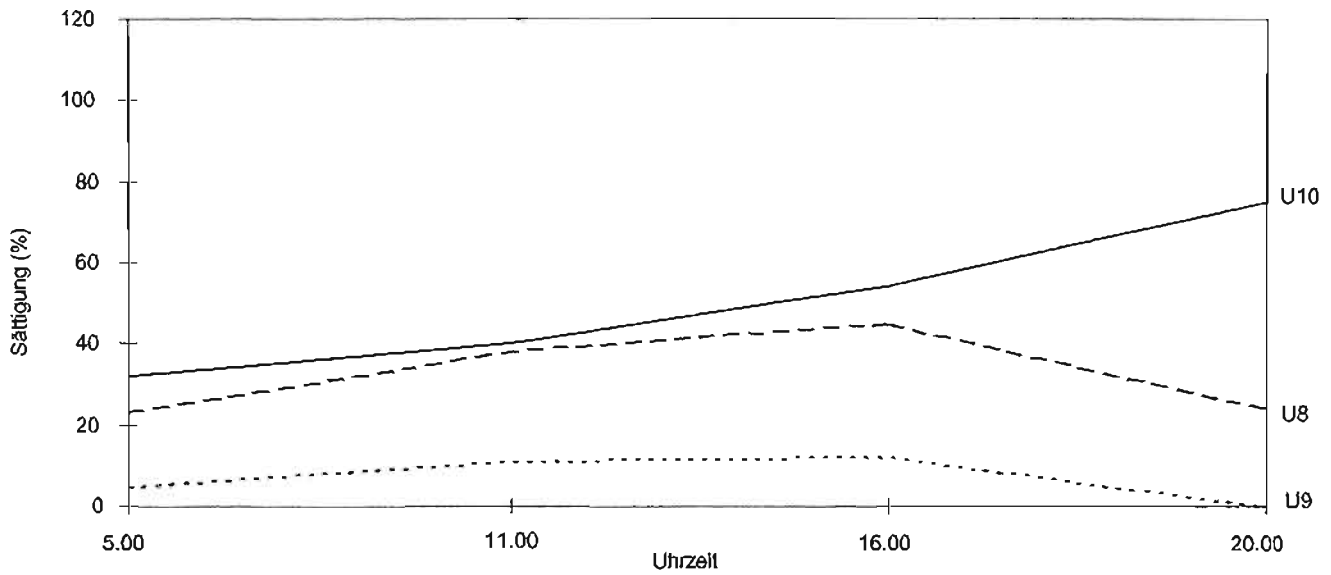
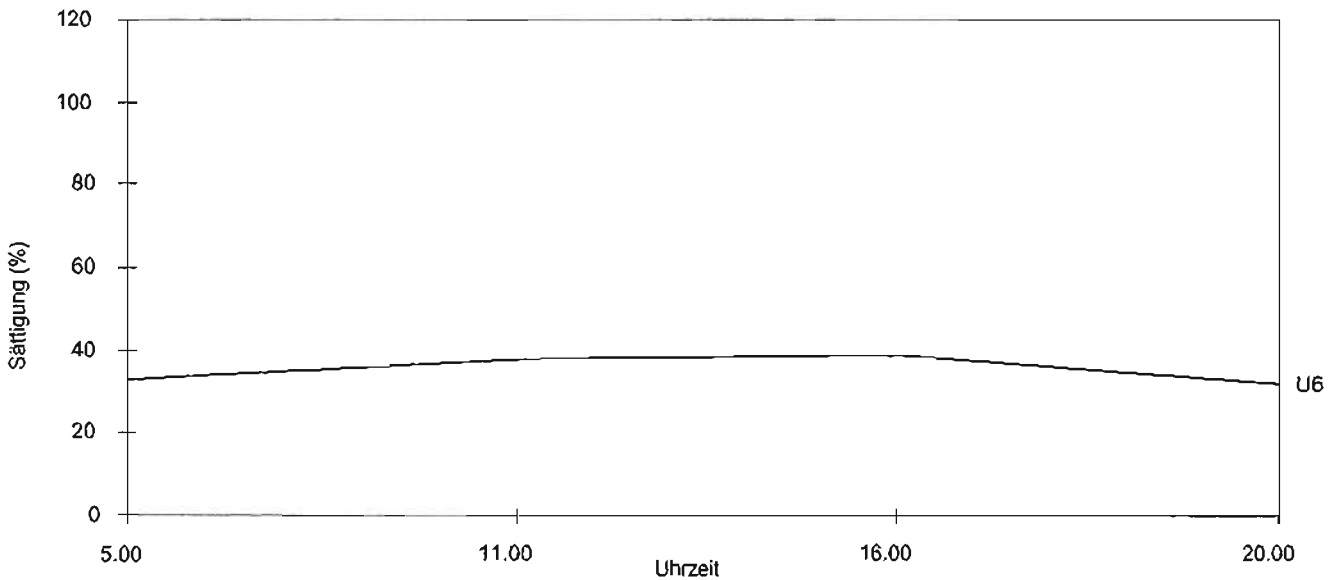


Abb. 5.5: Tagesgang der O₂-Sättigung am Dollgower Seegraben (3.6.1998)



Die höchsten Jahresmittelwerte wurden am Kleinen Rhin gemessen. Die O₂-Sättigung ist an den Untersuchungsstellen direkt unterhalb der Seen deutlich höher. An diesen Stellen wurden im Winter und im Sommer auch Sauerstoffübersättigungen bis zu 128% gemessen. Bei der Messung der Tagesgänge kam es zu deutlichen Spitzen am Nachmittag und zu O₂-Minima in den Morgenstunden. Die geringsten Werte am Kleinen Rhin wurden an U2 gemessen. Der O₂-Gehalt betrug dort im Juni am frühen Morgen 1,6 mg/l und im August 1,7 mg/l, entsprechend einer Sättigung von 17%. Nur am Nachmittag wurden dort noch Werte über 60% Sättigung erreicht. An den anderen Untersuchungsstellen des Kleinen Rhins wurden im Juni zwar auch Sättigungsminima von 31%-54% gemessen. Bei der morgendlichen Messung im August betrug die Sättigung dort aber wieder 51-74%. Bemerkenswert ist die deutlich niedrigere Mittelabweichung von U1.

Die O₂-Sättigung des Törnseegrabens ist geringer als am Kleinen Rhin. Sauerstoffübersättigungen wurden hier auch unterhalb der Seen ganzjährig nicht gemessen. Im Juli und August lag auch dort die Sättigung mit einer Ausnahme deutlich unter 50%. Die geringsten Werte wurden an U9 gemessen. Diese Untersuchungsstelle ist auch im Winter und Frühjahr stark O₂-untersättigt. Bei der Untersuchung des Tagesganges im Juni konnte dort am Abend kein O₂ mehr nachgewiesen werden, der Maximalwert des Tages lag bei 12% Sättigung. Auch im August konnte hier nur eine maximale Sättigung von 21% gefunden werden. An U8 betrug der Maximalwert im August ebenfalls nur 20%. Sauerstoffgehalte über 2 mg/l wurden an U8 und U9 bei der Untersuchung des Tagesganges im August nicht mehr erreicht. Der O₂-Haushalt am Törnsee Graben unterliegt starken Schwankungen. Hier wurden die höchsten Mittelabweichungen der Fließgewässer festgestellt.

Auch am Dollgower Seegraben wurden geringere Jahresmittel als am Kleinen Rhin gemessen, die Minima sind jedoch höher als am Törnsee Graben. An U7 wurde ein O₂-Minimum von 49% gemessen, allerdings erfolgte hier keine Messung der Tagesgänge. An der bachabwärts gelegenen Untersuchungsstelle U6 wurden bei der Messung der Tagesgänge Minimumwerte am Abend festgehalten. Im Juni und August wurden dann Werte um 3,0 mg/l und 30% Sättigung gemessen. Die Tagesschwankung dieser Untersuchungsstelle war weit geringer als an Kleinem Rhin und Törnsee Graben. Im Juni und August betrug die Tagesamplitude dort nur 7% Sättigung. Die Mittelabweichungen sind am Dollgower Seegraben gering.

Der Koppelseegraben besaß eine mittlere Jahressättigung von 50%. Die geringsten O₂-Konzentrationen wurden mit großer Gleichmäßigkeit an U12 am Hauptgraben der Zeutenwiese festgestellt. Dort beträgt das Jahresmittel der O₂-Sättigung 24%. Auch an den anderen Meliorationsgräben wurden mit Ausnahme des Dunkelseegrabens im allgemeinen deutlich geringere Werte als an den Fließgewässern nachgewiesen.

Biochemischer Sauerstoffbedarf

Es muß davon ausgegangen werden, daß die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten BSB₂-Werte insgesamt zu niedrig ausfallen (vgl. 4.1.2.3.1: *Behandlung von Meßfehlern*). Die Ergebnisse zeigen aber, an welchen Gewässerstrecken mit erhöhter organischer Belastung gerechnet werden kann. Die Meßwerte sind in Tab. 11.10 enthalten.

Abb. 5.6: Längsverlauf des BSB2 am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben

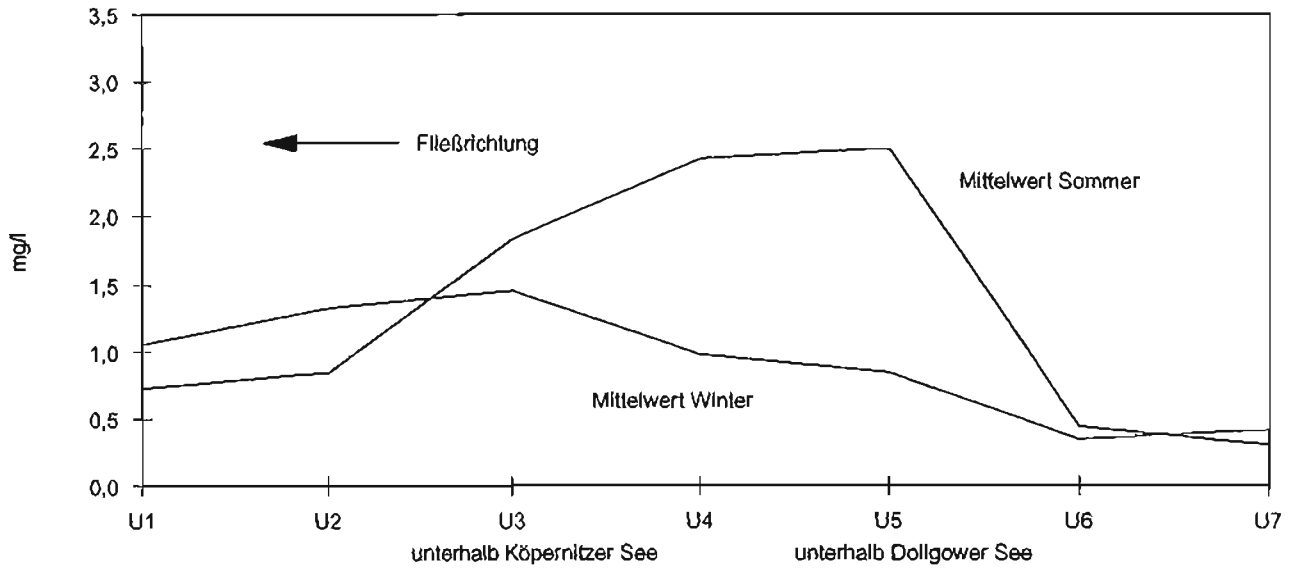
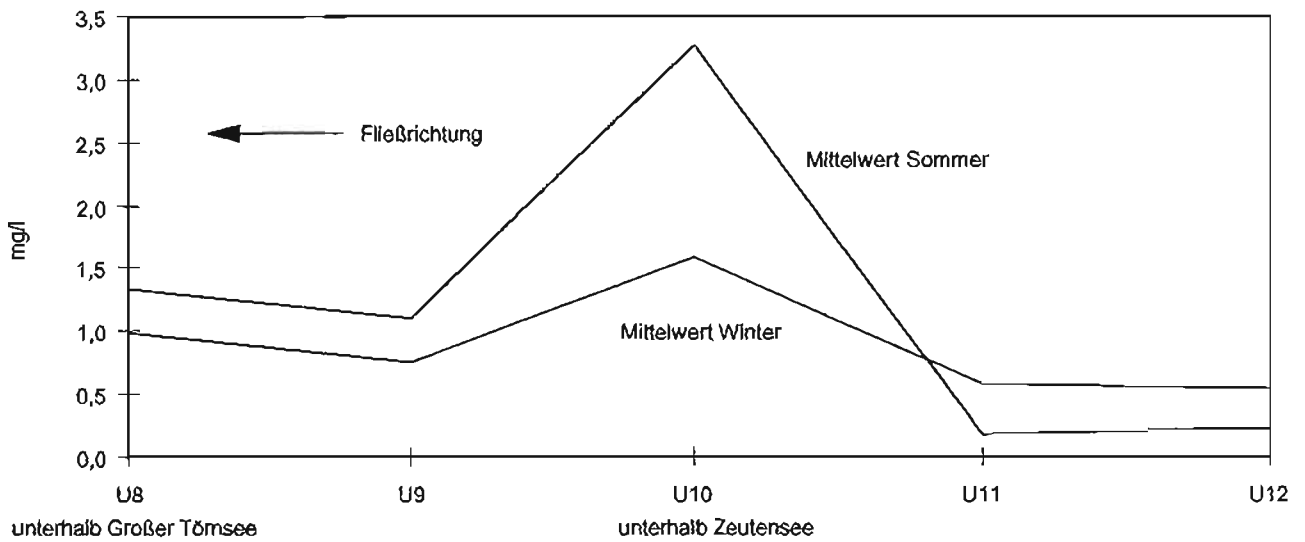


Abb. 5.7: Längsverlauf des BSB2 am Törnseegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese



Tab. 5.8: BSB₂

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel BSB ₂ (mg/l)	0,9	1,1	1,6	1,6	1,6	0,4	0,4	1,1	0,9	2,3	n.e.	0,4
Maximalwert BSB ₂ (mg/l)	1,4	2,2	3,3	4,1	4,6	0,8	0,9	1,7	1,3	3,6	0,8	0,9
Mittelabweich. BSB ₂ (mg/l)	0,2	0,5	0,6	0,8	0,9	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8	0,2	0,3

Im Sommer wurden am Oberlauf des Kleinen Rhins deutlich höhere BSB₂-Werte als im Winter gemessen. Die höchsten Werte wurden an U5 unterhalb des Dollgower Sees ermittelt. Im weiteren Verlauf verringern sich die Werte dann kontinuierlich. Besonders stark ist die Verminderung am Mittellauf. Im Sommer wurde der BSB₂ zwischen U3 und U2 durchschnittlich um 56% vermindert. An U1 und U2 am Unterlauf wurden im Gegensatz zum Oberlauf im Winter höhere Werte gemessen. In dieser Jahreszeit ist ein stetiger Anstieg vom Oberlauf bis zur Untersuchungsstelle U3 zu beobachten. Am Mittel- und Unterlauf findet dann nur eine geringe Verminderung der BSB₂-Gehalte statt.

Am Törnseeegraben liegen die BSB₂-Werte ungefähr in der Größenordnung des Kleinen Rhins. Kurz vor deren Zusammenfluß besitzt der Kleine Rhin einen etwas höheren BSB₂-Gehalt als der Törnseeegraben. U10 am Auslauf des Zeutensees besitzt den höchsten Jahresmittelwert aller Untersuchungsstellen. Auch hier kommt es vor allem im Sommer zu einem deutlichen Anstieg. Im folgenden Abschnitt, zwischen U10 und U9, wird der BSB₂ im Sommer und im Winter erheblich reduziert, im Sommer durchschnittlich um 66%. Unterhalb des Großen Törnsees kommt es dann wieder zu einem leichten Anstieg.

Am Dollgower Seegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese waren die BSB₂-Gehalte deutlich niedriger. Hier fielen die sommerlichen Mittelwerte überwiegend geringer als die winterlichen aus. Auch an Koppelseegraben, Dunkelseegraben und den Meliorationsgräben wurden nur geringe Werte gemessen.

Anorganisch gebundener Stickstoff

Die NO₃⁻, NO₂⁻ und NH₄⁻-Meßwerte sind in Tab. 11.12 zusammengefaßt. Innerhalb kurzer Zeiträume kam es hier zu starken Gehaltsschwankungen.

Tab. 5.9: NO₃

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel NO ₃ (mg/l)	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	1,2	4,0	0,2	0,2	0,7	0,7	0,5
Maximalwert NO ₃ (mg/l)	2,1	2,2	1,7	1,2	1,2	4,2	15,0	1,0	0,6	2,3	5,0	2,6
Mittelabweichung NO ₃ (mg/l)	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,9	4,5	0,2	0,1	0,7	0,9	0,5

An allen Probenahmestellen wurden im Sommer höhere NO₃-Gehalte als in den Wintermonaten gemessen. Am Oberlauf des Dollgower Seegrabens beträgt der Mittelwert der Sommermonate über den 50fachen Wert des Winterhalbjahres. Aber auch am Kleinen Rhin übertreffen die sommerlichen Mittelwerte die winterlichen noch um das zwei- bis fünffache.

Am Kleinen Rhin fallen die Werte im Winter am Oberlauf geringfügig höher als an Mittel- und Unterlauf aus. Im Sommer steigen die Werte zum Unterlauf kontinuierlich an.

Abb. 5.8: Längsverlauf der NH₄- und NO₂-Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben

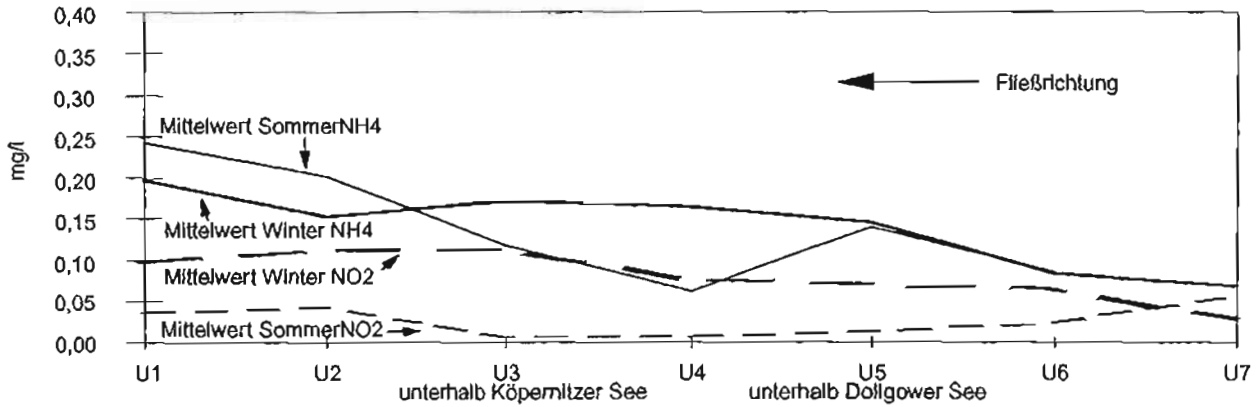


Abb. 5.9: Längsverlauf der NH₄- und NO₂-Gehalte am Törnseegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese

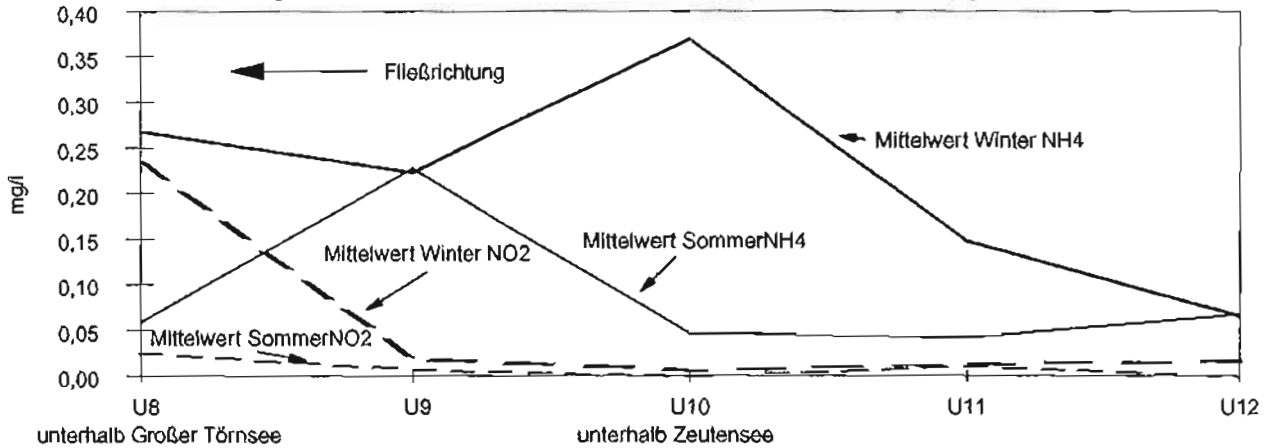


Abb. 5.10: Längsverlauf der NO₃-Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben

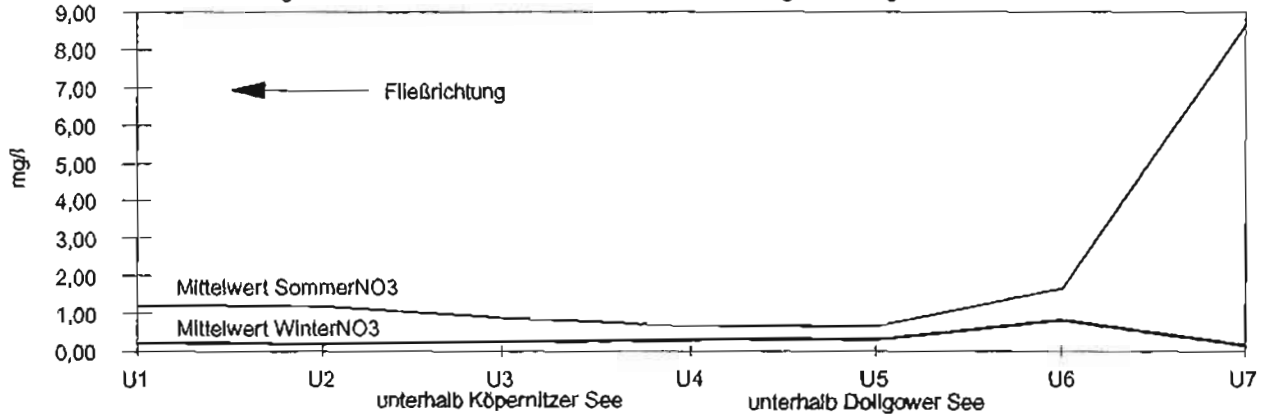
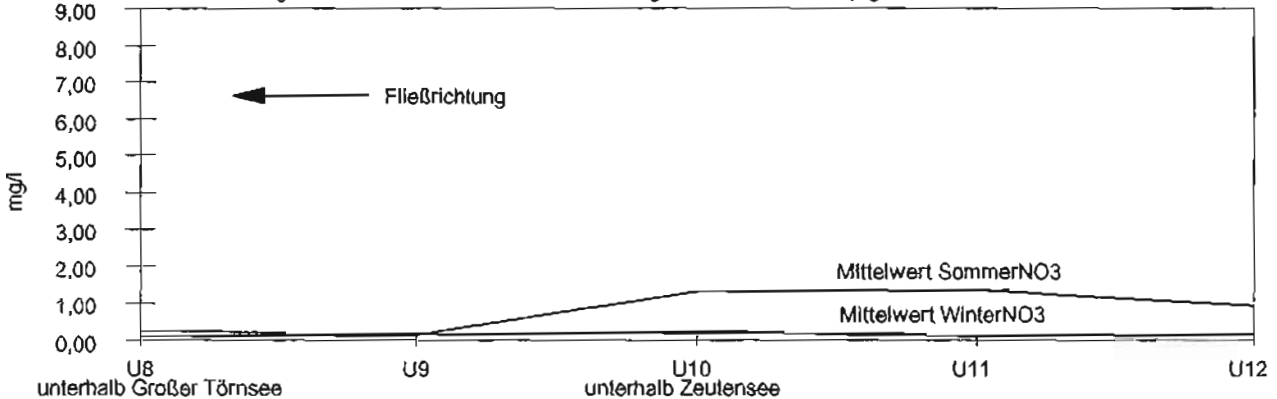


Abb. 5.11: Längsverlauf der NO₃-Gehalte am Törnseegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese



Am Törnseegraben wurden im allgemeinen geringere NO_3 -Werte als am Kleinen Rhin gemessen. Hier verändern sich die Gehalte im Winter im Verlauf des Gewässers kaum. Im Sommer erhält der Törnseegraben NO_3 -reicherer Wasser vom Hauptgraben der Zeutenwiese. Zwischen den Untersuchungsstellen U10 und U9 wird der NO_3 -Gehalt dann reduziert und bleibt bis zur Mündung in den Kleinen Rhin gering.

Die höchsten Werte wurden an der Untersuchungsstelle U7 am Dollgower Seegraben gemessen. Sie werden im Sommer im Verlauf des Baches stark reduziert. Im Winter erhöht sich die NO_3 -Konzentration von U7 nach U6.

Tab. 5.10: NO_2

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel NO_2 (mg/l)	0,07	0,07	0,08	0,04	0,03	0,04	0,03	0,2	0,02	0,01	0,01	0,01
Maximalwert NO_2 (mg/l)	0,43	0,46	0,48	0,18	0,1	0,17	0,1	1,23	0,05	0,04	0,05	0,06
Mittelabweich. NO_2 (mg/l)	0,07	0,07	0,08	0,04	0,03	0,04	0,03	0,2	0,02	0,01	0,02	0,01

Die NO_2 -Werte waren am Kleinen Rhin im Winter höher als in den Sommermonaten. Sie steigen vom Oberlauf zum Unterlauf an. Im Sommer sind die Werte am Ober- und Mittellauf deutlich geringer als am Unterlauf.

Die Werte des Dollgower Seegrabens liegen etwa in der Größenordnung des Kleinen Rhins. Im Sommer nimmt die NO_2 -Konzentration im Verlauf des Gewässers ab, im Winter kommt es zu einer Umkehrung der Verhältnisse.

Am Törnseegraben wurden weit geringere NO_2 -Werte als am Kleinen Rhin gemessen. An der Untersuchungsstelle U10 konnte nur in einem Monat, an der Untersuchungsstelle U9 nur bei weniger als der Hälfte der Beprobungen NO_2 nachgewiesen werden. Ein erheblicher Unterschied zwischen den Sommer- und Wintermonaten konnte nicht festgestellt werden. Der starke Anstieg des winterlichen Mittelwerts an der Untersuchungsstelle U8 beruht auf einem extrem hohen Einzelwert von 1,23 mg/l im Oktober 1997, der möglicherweise einen Fehlwert darstellt.

Tab. 5.11: NH_4

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel NH_4 (mg/l)	0,22	0,17	0,15	0,12	0,14	0,08	0,07	0,17	0,23	0,22	0,10	0,07
Maximalwert NH_4 (mg/l)	0,54	0,54	0,43	0,41	0,41	0,26	0,21	0,76	0,47	0,76	0,40	0,22
Mittelabweich. NH_4 (mg/l)	0,13	0,13	0,11	0,1	0,1	0,06	0,05	0,17	0,11	0,2	0,09	0,06

Bei den NH_4 -Gehalten gibt es am Kleinen Rhin und am Dollgower Seegraben keine großen jahreszeitlichen Unterschiede. Am Dollgower Seegraben und Kleinem Rhin steigen die Werte vom Oberlauf zum Unterlauf kontinuierlich an.

Die Werte des Törnseegrabens liegen in der Größenordnung des Unterlaufs des Kleinen Rhins. Hier bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den Winter- und Sommermonaten. Bereits im Verlauf des Hauptgrabens der Zeutenwiese wurde im Winter eine Verdopplung der NH_4 -Gehalte festgestellt. Unterhalb des Zeutensees kommt es dann zu einem starken Anstieg. Im weiteren Verlauf nimmt der Gehalt zunächst wieder stark ab und steigt dann

unterhalb des Großen Törnsees wieder etwas an. Im Sommer ist die Situation umgekehrt. Der Gehalt wird im Verlauf des Hauptgrabens der Zeutenwiese halbiert und steigt unterhalb des Zeutensees nicht an. Zwischen U10 und U9 kommt es dann zu einem starken Anstieg. Unterhalb des Großen Törnsees wurden wieder weit geringere Werte gemessen.

An den Meliorationsgräben wurden keine - gegenüber den Vorflutern - deutlich erhöhten NH_4^- , NO_3^- und NO_2^- -Werte gemessen. Eine Ausnahme sind die hohen NO_3^- -Werte der Untersuchungsstellen U11, U12, U17 und U19 und die hohen NO_2^- -Werte der Untersuchungsstelle U19.

Tab. 5.12: $\text{N}_{\text{anorg.}}$ -Jahresfrachten

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U8
mittl. N (mg/l)	0,34	0,3	0,25	0,21	0,23	0,35	0,22
mittl. Durchfluß (l/s)	140	125	110	80	50	10	20
Fracht (t/a)	1,5	1,18	0,87	0,53	0,36	0,11	0,14

Im Verlauf des Kleinen Rhins, besonders am Mittel- und Unterlauf, steigt die $\text{N}_{\text{anorg.}}$ -Fracht kontinuierlich an. Der starke Anstieg hinter dem Dollgower See ist im Gegensatz zum Anstieg an Mittel- und Unterlauf allein durch den stärkeren Durchfluß begründet. Beim Zusammenfluß mit dem Törnseegraben steuert der Kleine Rhin 72% zur Gesamtfracht bei.

Phosphor

Die Meßwerte der $\text{o-PO}_4\text{-P}$ und TP-Gehalte sind in Tab. 11.13 enthalten.

Tab. 5.13: $\text{o-PO}_4\text{-P}$

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel $\text{o-PO}_4\text{-P}$ (mg/l)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02
Maximalwert $\text{o-PO}_4\text{-P}$ (mg/l)	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,03	0,08	0,10	0,10	0,10	0,07	0,09
Mittelabweich. $\text{o-PO}_4\text{-P}$ (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02

Tab. 5.14: TP

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12
Jahresmittel TP (mg/l)	0,12	0,13	0,12	0,14	0,13	0,04	0,05	0,16	0,15	0,21	0,09	0,04
Maximalwert TP (mg/l)	0,24	0,26	0,21	0,23	0,24	0,07	0,08	0,50	0,27	0,40	0,21	0,07
Mittelabweichung TP (mg/l)	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,01	0,02	0,09	0,06	0,11	0,05	0,02

Die Gehalte von $\text{o-PO}_4\text{-P}$ und TP waren an Kleinem Rhin und Törnseegraben im allgemeinen im Sommer deutlich höher als im Winter. An fast allen anderen Untersuchungsstellen wurden im Winter erhöhte Werte gemessen.

Am Kleinen Rhin wurden im Sommer die höchsten TP-Werte an U5 unterhalb des Dollgower Sees gemessen. Auch im Winter ist der TP-Gehalt hier doppelt so hoch wie am Zufluß U6. Im weiteren Verlauf des Kleinen Rhins ändern sich die TP-Gehalte nur wenig, die

Abb. 5.12: Längsverlauf der α -PO₄-P- und TP-Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben

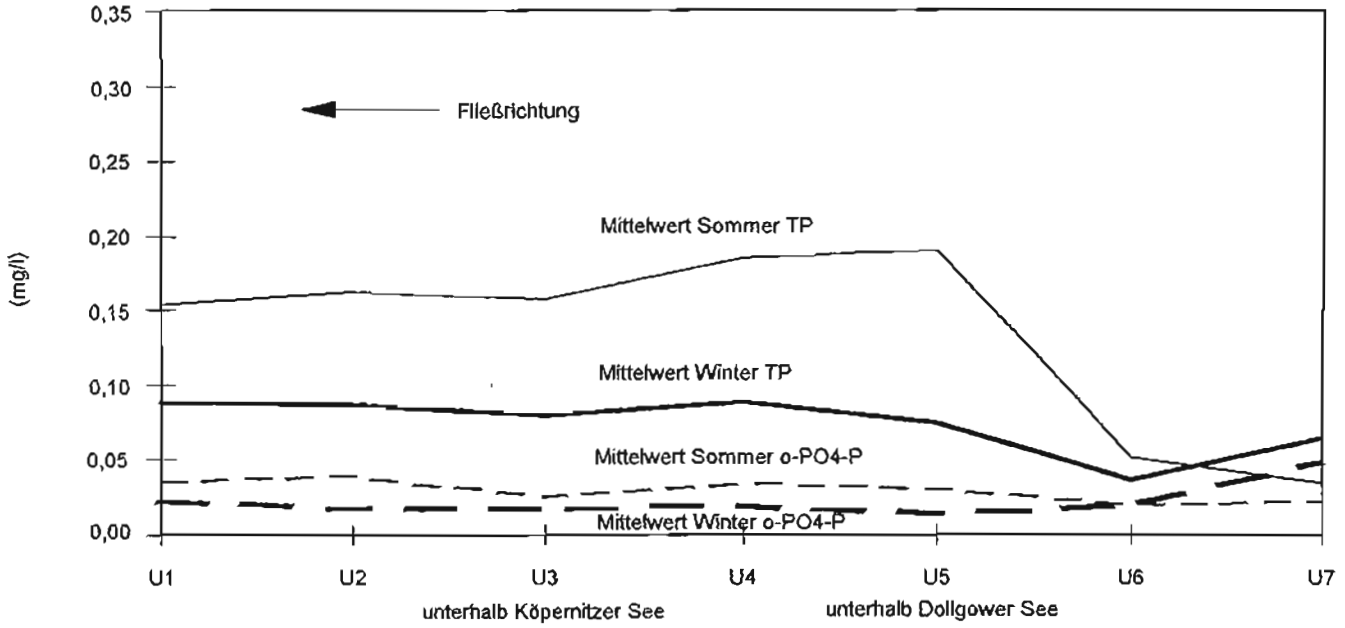
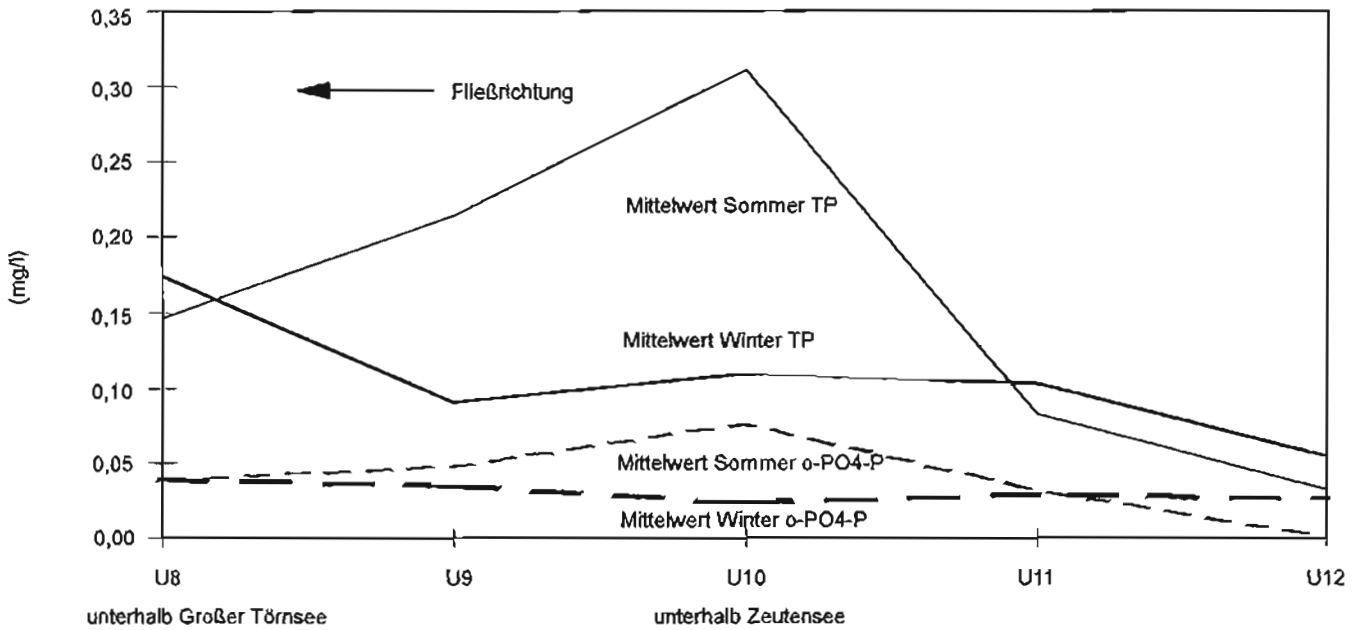


Abb.5.13: Längsverlauf der α -PO₄-P- und TP-Gehalte am Törnseeegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese



o-PO₄-P-Gehalte steigen geringfügig vom Ober- zum Unterlauf an. Unterhalb des Köpemitzer Sees sind die Jahresmittelwerte beider P-Fractionen etwas geringer als oberhalb des Sees.

Am Törnseeegraben wurden die höchsten sommerlichen TP- und o-PO₄-P-Werte an U10 unterhalb des Zeutensees gemessen. Im weiteren Verlauf des Törnseeegrabens kommt es im Sommer dann zu einer starken Verminderung der TP- und o-PO₄-P-Gehalte. Im Winter ist die Situation umgekehrt. Dann erhöhen sich die TP-Gehalte beim Durchströmen des Zeutensees kaum, die o-PO₄-P-Gehalte werden sogar etwas vermindert. Im weiteren Verlauf kommt es dann zu einer stetigen Erhöhung der o-PO₄-P-Gehalte. Stark erhöhte TP-Gehalte wurden im Winter an U8 unterhalb des Großen Törnsees gemessen. Damit ist U8 die einzige Untersuchungsstelle an Törnseeegraben und Kleinem Rhin, an der im Winter höhere Werte gemessen wurden.

An U7 am Dollgower Seegraben wurden im Winter erhöhte TP- und o-PO₄-P-Werte gemessen, die sich im weiteren Verlauf des Baches dann verminderten. Im Sommer kam es zu einer Umkehrung, dann wurden bachabwärts höhere TP-Gehalte gemessen.

Tab. 5.15: TP-Jahresfrachten

Untersuchungsstelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U8
mittl. TP (mg/l)	0,121	0,125	0,118	0,136	0,132	0,044	0,161
mittl. Durchfluß (l/s)	140	125	110	80	50	10	20
Fracht (kg/a)	534	493	409	343	208	14	102

Unterhalb des Dollgower Sees beträgt die TP-Fracht im Jahresmittel das 15fache der des Dollgower Seegrabens. Beim Zusammenfluß mit dem Törnseeegraben steuert der Kleine Rhin 67% zur TP-Fracht bei. Die TP-Belastung des Törnseeegrabens ist im Bereich seiner Mündung in den Kleinen Rhin nur unwesentlich höher als die des Kleinen Rhins.

An U14, U16 und U18 wurden häufig deutlich höhere TP- und o-PO₄-P-Gehalte als am Kleinen Rhin festgestellt. Beachtlich ist auch die Verdopplung der TP-Jahresmittelwerte zwischen U11 und U12 am Hauptgraben der Zeutenwiese. Der o-PO₄-P-Gehalt steigt von U12 nach U11 im Sommer im Mittel um das 16fache.

Nach einem Starkregenereignis am 25.10.1997 wurden an den Untersuchungsgewässern keine erhöhten P-Konzentrationen gemessen.

5.2.6 Makrozoobenthon

Die Häufigkeitsklassen aller Untersuchungstermine sind in Tab. 11.15 enthalten. Zur besseren Übersichtlichkeit ist in Tab. 5.16 nur die maximale Häufigkeitsklasse dargestellt, die die Art an den jeweiligen Untersuchungsstellen erreichte. Dort sind auch die Gefährdungskategorien nach der Roten Liste Brandenburg (1992), die Anzahl der gefährdeten Arten, die Einstufung in Leit- und Zielarten nach verschiedenen Autoren, und die Gesamtartenzahlen der Untersuchungsstellen enthalten.

Es konnten 18 Gastropoden-, 22 Coleopteren-, 9 Ephemeropteren-, 3 Plecopteren-, 5 Odonaten- und 20 Trichopterenarten nachgewiesen werden.

Tab. 5.16: Makrozoobenthon

Rote Liste ¹	Leit- (L)/ Zielarten (Z) ²		Probenahmestelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8
	Krenal	Rhital									
			Anzahl der Probenahmen	5	1	3	3	3	2	2	3
			Bivalvia								
			Dreissena polymorpha								
			Pisidium sp.	○							
			Sphaerium corneum								
			Coloptera								
		L (d)	Agabus paludosus								
			Agabus siumi								
			Agabus subtilis						○		
			Colymbetes fuscus								○
			Dytiscus marginalis								
			Gyrinus aeratus			○					
			Gyrinus paykulli							○	
			Gyrinus substriatus						○		
			Halplus immaculatus						○		○
			Halplus lineatocollis						○		
			Helodes minuta-Gruppe								
			Hydaticus seminiger							○	
			Hydroporus palustris						○		○
			Hyphydrus ovatus	○			○			○	
			Ilybius fuliginosus				○			○	
			Ilybius subaeneus				○				○
			Laccophilus hyalinus								
			Laccophilus minutus								
			Notarus crassicornis								○
		L (a, b, d)	Oreochilus villosus				○	○			
3			Platambus maculatus	○							
			Rhantus latitans							○	○
			Crustacea								
			Asellus aquaticus	○							
			Gammarus pulex								
			Gammarus roeseli								○
			Diptera								
			Chironomus thummi								
			Chironomus plumosus								
			Ephemeroptera								
			Boetis vernus								
			Caenis horaria								○
			Caenis robusta								
			Closon dipterum								
		L (a, b)	Ephemera danica								
4		L (a)	Ephemerella ignita	○							
4		L (a, e)	Heptagenia sulphurea								
3			Leptophlebia vespertina								○
4		L (a, b)	Paraleptophlebia submarginata			○					
			Gastropoda								
			Acroloxus lacustris	○				○			
			Bathyomphalus contortus				○		○		
			Bithynia tentaculata								
			Gyraulus albus				○				
			Lymnea palustris	○				○			
			Lymnea stagnalis	○	○						
			Physa fontinalis				○			○	
			Planorbis corneus								
3			Planorbis carinatus					○			
			Planorbis vortex			○	○				
			Potamopyrgus jenkinsii						○		
			Radix ovata				○				
			Radix peregrina	○		○			○		
			Segmentina nitida			○					○
3		L (b, d)	Theodoxus fluviatilis								
			Valvata cristata								○
			Valvata piscinalis								
			Viviparus constrictus								
			Heteroptera								
1		Z (a,b,e)	Aphelocheirus aestivalis								

¹ Rote Liste (1992)
 1: vom Aussterben bedroht
 2: stark gefährdet
 3: gefährdet
 4: potentiell gefährdet

² a: BRAASCH (1995)
 b: BÖTTGER & PÖPPERL (1992)
 c: Landschaftsprogramm Brbg.
 d: OEHLKE et al. (1996)
 e: HOLM (1980)

○ Häufigkeitsklasse 1
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 2 oder 3
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 4 oder 5
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 6 oder 7

Tab. 5.16: Makrozoobenthon (Fortsetzung)

Rote Liste ¹	Leit- (L)/ Zielarten (Z) ²		Probenahmestelle	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8
	Kronal	Rhinal									
			Anzahl der Probenahmen	5	1	3	3	3	2	2	3
			Hirundinea								
			Erpobdella oclucolata								
			Glossiphonia complanata		○					○	
			Glossiphonia heteroclita								
			Helobdella stagnalis		○					○	
			Piscicola geometra					○			
			Theromyzon tessellatum						○		
			Megaloptera								
			Stialis lutaria								
		L (b, e)	Stalis fuliginosa							○	
			Odonata								
			Aeshna cyanea							○	
			Calopteryx splendens								○
			Ischnura elegans		○						○
			Platycnemis pennipes				○				
			Pyrrhosoma nymphula								
			Plecoptera								
		L (a, e)	Leuctra fusca								
			Nemoura cinerea								
		L (a, e)	L (a, e)								
			Nemurella pictetii								
			Trichoptera								
			Anabolia nervosa								
			Athripsodes cinereus			○					
			Athripsodes sp.			○					
		L (b)	L (b)								
			Chaetopteryx villosa								
			Cymus trimaculatus					○			
			Glyptotendipes pellucidus							○	
			Halesus digitatus								○
			Hydropsyche angustipennis							○	
		L (b)	Hydropsyche siltalai								
			Hydropsyche pellucidula								
			Limnephilus flavicornis								○
			Limnephilus lunatus								○
			Limnephilus rhombicus	○		○					○
3		L (c)	Micropterna lateralis								
			Neureclipsis bimaculata		○	○					
			Oecetis lacustris								
		L (b, e)	L (b, e)							○	
			Plectrocnemia conspersa								
3			Polycentropus litoratus								
			Potamophylax rotundipennis								
			Sericostoma personatum								
		L (b, e)	L (b, e)								
			Silo nigricornis								
			Turbellaria								
			Dugesia sp.								
			Dendrocoelum lacteum	○							
			Artenzahl	38	28	38	42	37	36	34	51
			Rote Liste Arten	6	0	1	0	1	2	4	3
			Vom Aussterben bedroht	1	0	0	0	0	0	0	0
			Stark gefährdet	0	0	0	0	0	0	0	0
			Gefährdet	2	0	0	0	1	2	4	3
			Potentiell gefährdet	3	0	1	0	0	0	0	0

¹ Rote Liste (1992)
1: vom Aussterben bedroht
2: stark gefährdet
3: gefährdet
4: potentiell gefährdet

² a: BRAASCH (1995)
b: BÖTTGER & PÖPPERL (1992)
c: Landschaftsprogramm Brg.
d: OEHLKE et al. (1996)
e: HOLM (1990)

○ Häufigkeitsklasse 1
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 2 oder 3
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 4 oder 5
 mind. an einem Untersuchungstermin Häufigkeitsklasse 6 oder 7

Bedingt durch die Vielfalt der Wasser- und Schwimmkäfer besitzt die Probenahmestelle am Törnseegraben die größte Artenzahl (n=52). Deutlich weniger Arten (n=34) als im Durchschnitt kommen am Oberlauf des Dollgower Seegrabens vor. Die Artenzahl an U2 ist geringer, weil hier nur eine Untersuchung stattfand.

Die Anzahl der gefährdeten Arten ist an U1 (n=6) und U7 (n=4) am höchsten. Fast keine gefährdeten Arten konnten an Mittel- und Oberlauf des Kleinen Rhins gefunden werden.

Die konstantesten Arten des Untersuchungsgebiets sind *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Baetis vernus*, *Nemoura cinerea*, *Halesus digitatus*, *Limnephilus lunatus*, *Limnephilus rhombicus* und *Sphaerium corneum*. Sie konnten an wenigstens 7 der 8 Untersuchungsstellen nachgewiesen werden.

Weitere kostante Arten sind *Ilybius fuliginosus*, *Orectochilus villosus*, *Platambus maculatus*, *Cloeon dipterum*, *Lymnea stagnalis*, *Radix ovata*, *Radix peregrina*, *Viviparus contectus*, *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Calopteryx splendens*, *Hydropsyche angustipennis*, *Neureclipsis bimaculata*, *Dugesia sp.* und *Dendrocoelum lacteum*. Sie wurden an wenigstens 5 Untersuchungsstellen gefunden.

Kleiner Rhin

Die Besiedlung von U1 am Unterlauf hebt sich deutlich von den anderen Untersuchungsstellen am Kleinen Rhin ab. Nur hier konnte mit der *Grundwanze* (*Aphelocheirus aestivalis*) eine vom Ausstreben bedrohte Art gefunden werden.

Gammarus pulex und *Baetis vernus* sind die häufigsten Arten an U1. Weitere dominante Arten sind *Heptagenia sulphurea*, *Nemoura cinerea*, *Calopteryx splendens*, *Hydropsyche angustipennis* und *Halesus digitatus*.

Bei den Eintagsfliegen kommen neben den beiden genannten Arten noch *Ephemera danica*, *Paraleptophlebia submarginata* und *Ephemerella ignita* vor. Die Steinfliegen sind neben der genannten Art noch mit *Leuctra fusca* vertreten. Von den Köcherfliegen sind noch *Hydropsyche siltalai*, *Potamophylax rotundipennis* und *Silo nigricornis* erwähnenswert. Die Wasser- und Schwimmkäfer sind hier mit drei Arten vertreten, mehrfach konnte nur *Orectochilus villosus* nachgewiesen werden. Häufig konnten die Larven eines Sumpfkäfers aus der *Helodes minuta*-Gruppe gefunden werden. Von den Wasserschnecken konnten mit Ausnahme von *Theodoxus fluviatilis* und *Viviparus contectus* nur Einzelexemplare nachgewiesen werden. Die häufigste Muschel ist *Sphaerium corneum*. Die Egel fehlen vollständig. *Calopteryx splendens* ist die einzige Libellenart dieses Abschnitts.

An U2 fehlen im Vergleich zu U1 mit Ausnahme von *Baetis vernus* alle Eintagsfliegen, die Köcherfliegen *Hydropsyche siltalai*, *Potamophylax rotundipennis* und *Silo nigricornis* sowie *Leuctra fusca*, *Aphelocheirus aestivalis* und *Theodoxus fluviatilis* und damit alle gefährdeten Arten. Hinzu kommen die Köcherfliegen *Limnephilus flavicornis*, *Limnephilus lunatus* und *Neureclipsis bimaculata*, die Egel *Glossiphonia complanata* und *Helobdella stagnalis*, sowie *Bithynia tentaculata* und *Platycnemis pennipes*. Deutlich dominanter werden *Asellus aquaticus* und *Limnephilus rhombicus*.

An U3 unterhalb der Köpenitzer Mühle ist *Gammarus roeseli* im Gegensatz zu U1 und U2 dominanter als *Gammarus pulex*. Hier treten *Cloeon dipterum* und *Anabolia nervosa* hinzu, die auch am Oberlauf mit hoher Stetigkeit gefunden wurden. Die *Egel* und *Schnecken* werden in U3 deutlich dominanter. Die *Libellen* werden zum Oberlauf hin artenreicher und häufiger.

Nemoura cinerea, *Anabolia nervosa* und *Hydropsyche angustipennis* sind die häufigsten Arten am Oberlauf. *Gammarus roeseli* konnte nicht und *Gammarus pulex* nur in geringen Dichten nachgewiesen werden. *Neureclipsis bimaculata* und *Limnephilus rhombicus* sind deutlich häufiger als an U3. An U4 konnten die Eintagsfliegen *Caenis horaria* und *Caenis robusta* gefunden werden. Auffällig ist das Fehlen der Turbellarien an U5.

Törnseegraben

Die häufigsten Arten an U8 sind *Laccophilus minutus*, *Asellus aquaticus*, *Cloeon dipterum*, *Erpobdella octoculata* und *Neureclipsis bimaculata*.

Im Vergleich zum Oberlauf des Kleinen Rhins fehlen *Bithynia tentaculata*, *Viviparus contectus*, *Anabolia nervosa* und *Hydropsyche angustipennis*. Auch hier fehlen die Strudelwürmer. *Gammarus pulex*, *Calopteryx splendens*, *Ischnura elegans*, *Halesus digitatus* und *Limnephilus rhombicus* konnten nur als Einzelexemplare nachgewiesen werden. *Nemora cinerea* besitzt hier ihre geringste Dichte im Untersuchungsgebiet.

Die Coleopteren, Gastropoden und Hirundineen sind deutlich häufiger als an den anderen Untersuchungsstellen. Nur hier konnten Zuckmückenlarven der *Chironomus plumosus*- und der *Chironomus thummi*-Gruppen und die Köcherfliege *Oecetis lacustris* gefunden werden.

Dollgower Seegraben

Die faunistische Besiedlung von U7 am Oberlauf des Dollgower Seegrabens hebt sich deutlich von den anderen Probenahmestellen ab. Die Steinfliege *Nemurella pictetii*, die Schlammfliege *Sialis fuliginosa* und die Köcherfliegen *Chaetopteryx villosa*, *Micropterna lateralis*, *Plectrocnemia conspersa* und *Sericosoma personatum* wurden nur hier nachgewiesen. Ähnlich wie an U1 sind *Gammarus pulex*, *Baetis vernus*, *Nemoura cinerea* und die Larven eines Sumpfkäfers der *Helodes minuta*-Gruppe hier die dominanten Arten. Auch *Silo nigricornis* kann hier gefunden werden. Die Arten- und Individuenzahl bei den *Egeln* und *Libellen* ist gering. Nur an dieser Untersuchungsstelle fehlt *Sphaerium corneum*. Von den drei vorkommenden Wasserschneckenarten ist die gefährdete *Planorbis carinatus* erwähnenswert.

Das Artenspektrum von U6 am Unterlauf ist davon sehr verschieden. *Chaetopteryx villosa*, *Micropterna lateralis*, *Sericosoma personatum* und *Silo nigricornis* fehlen hier, *Plectrocnemia conspersa* wurde nur vereinzelt nachgewiesen. Die häufigsten Arten sind *Sphaerium corneum*, *Asellus aquaticus*, *Nemora cinerea* und *Limnephilus lunatus*. Die *Egel* sind deutlich häufiger als am Oberlauf.

5.2.7 Saprobie

Die Berechnungen der SI sind in den Tab. 11.16-11.23 dargestellt. Beachtenswert sind die geringen Abweichungen zwischen den Untersuchungsterminen. Fast alle Untersuchungsstellen liegen im oberen Bereich der Güteklasse II. U1 und U7 besitzen einen etwas geringeren SI von 2,0. U8 am Törnseegraben liegt im Bereich der Güteklasse II-III.

Tab. 5.17: Saprobienindices

Probenahmestelle	Spätsommer	Herbst	Frühjahr	Mittelwert	Güteklasse
U1	2,05	1,91	2	1,98	II
U2	n.e.	n.e.	2,19	2,19	II
U3	2,17	2,13	2,18	2,16	II
U4	2,24	2,21	2,21	2,22	II
U5	2,22	2,21	2,2	2,21	II
U6	2,28	n.e.	2,26	2,27	II
U7	n.e.	2,06	2	2,03	II
U8	2,44	2,46	2,46	2,46	II-III

5.2.8 Ichthyofauna und Unionidae

Die Individuenzahlen der nachgewiesenen Fische sind in Tab. 5.18 dargestellt. Der Tabelle sind außerdem die Gesamtartenzahlen, die gefährdeten Arten nach der Roten Liste Brandenburgs (1992), der Cyprinidenanteil, das Laichsubstrat der Fische nach BALON (1975, 1981) und die Strömungspräferenz der Fische nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992) zu entnehmen. In Tab. 5.19 sind die Arten der Unionidae mit ihrer Gefährdung nach der Roten Liste Brandenburg enthalten.

Es wurden 4 Muschel- und 13 Fischarten gefunden. An U1 dominiert die stark gefährdete *Bachforelle*. Erwähnenswert ist ein Schalenfund der vom Aussterben bedrohten *Bachmuschel* (*Unio crassus*) an dieser Untersuchungsstelle, lebende Exemplare wurden nicht gefunden.

Der gefährdete *Neunstachelige Stichling* konnte an U1 und U3 gefangen werden. Am Oberlauf des Kleinen Rhins dominierten *Güster*, *Plötze*, *Flußbarsch* und der gefährdete *Gründling*. Der Cyprinidenanteil ist am Oberlauf des Kleinen Rhins und am Törnseegraben deutlich höher als an Unter- und Mittellauf des Kleinen Rhins.

Am Törnseegraben konnten nur 3 Arten gefangen werden, der *Gründling* war dort am häufigsten. An U7 wurde nur vereinzelt der *Dreistachelige Stichling* gefunden. *Flußaal*, *Neunstacheliger Stichling*, *Schlei* und *Bachforelle* wurden nur unterhalb des Köpemitzer Mühlenwehres, die *Rotfeder* nur oberhalb gefangen.

Tab. 5.18: Fische

Laichsubstrat ¹	Strömung ²	RL ³	Leit (L)- und Zielarten(Z) ⁴	Probenahmestelle	U1	U2	U3	U4	U7	U8
phyto-lithophil	eurytop			Abramis brama (Blei)	1		2	1		
pelagophil	eurytop			Anguilla anguilla (Flußaal)	2	1	3			
phytophil	eurytop			Blicca björkna (Güster)			2	43		
phytophil	limnophil			Carassius carassius (Karausche)	1					1
phytophil	eurytop	3		Esox lucius (Hecht)		3		1		
ariadnophil	limnophil			Gasterosteus aculeatus (3-st. Stichling)	5	56	18		2	
psammophil	rheophil B	3		Gobio gobio (Gründling)			11	81		58
phyto-lithophil	eurytop			Perca fluviatilis (Flußbarsch)	1	1	27	109		5
ariadnophil	limnophil	3		Pungitius pungitius (9-st. Stichling)	1		6			
phyto-lithophil	eurytop			Rutilus rutilus (Plötze)	5		13	141		
lithophil	rheophil A	2	L (a, c), Z	Salmo trutta f. fario (Bachforelle)	25	3	6			
phytophil	limnophil			Scardinius erythrophthalmus (Rotfeder)				1		
phytophil	limnophil			Tinca tinca (Schlei)	3					
Artenzahl					9	5	9	7	1	3
Anzahl der gefährdeten Arten					2	2	3	2	0	1
Cyprinidenanteil (%)					23	0	32	71	0	92

Tab. 5.19: Unionidae

RL ³	Probenahmestelle	U1	U2	U3	U4	U7	U8
	Anodonta anatina		2	3			1
3	Anodonta cygnea						2
	Unio pictorum		1				
	Unio tumidus	1	3				1

¹ BALON (1975, 1981)

phytophil: obligatorische Pflanzenlächer
 phyto-lithophil: nicht obligatorische Pflanzenlächer
 lithophil: Geröll- und Kieslächer
 psammophil: Sandlächer
 ariadnophil: Nestbauer
 pelagophil: pelagischer Laicher

²SCHIEMER & WAIDBACHER (1992)

eurytop: keine Habitatpräferenz
 limnophil: Stillwasser bevorzugend
 rheophil A: alle Lebensstadien bevorzugen fließendes Wasser
 rheophil B: nicht alle Lebensstadien an fließendes Wasser gebunden

³ Rote Liste Brandenburg (1992)

Kategorie 2: stark gefährdet
 Kategorie 3: gefährdet

⁴a: BRAASCH (1995)

c: Landschaftsprogramm Brandenburg

5.3 Grundwasser

5.3.1 Chemische Parameter

Die Meßwerte der Brunnenproben sind in Tab. 11.14 enthalten. Die Entnahmhöhen der Brunnen in Ludwigshorst und Dollgow befinden sich mit Tiefen von 17 m und 14 m im Oberflächenbereich des unbedeckten oberen Grundwasserleiters und damit auf der Höhe der Oberflächengewässer. Der Brunnen in Hartzwalde liegt mit einer Tiefe von 32 m im Sohlbereich des oberen Grundwasserleiters, der hier von einem 2 m mächtigen Geschiebemergelhorizont abgedeckt wird (LGR o.J.).

Tab. 5.20: Grundwasserproben

Brunnen	Ludwigshorst	Dollgow	Hartzwalde
Mittelwert Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1007	1341	777
Mittelwert NO_3 (mg/l)	10,5	15,8	1,5
Mittelwert NO_2 (mg/l)	0,03	0,01	0,03
Mittelwert NH_4 (mg/l)	0,03	0,07	0,06
Mittelwert TP (mg/l)	0,004	0,053	0,005

Die Proben aus den beiden flacheren Brunnen besaßen höhere Leitfähigkeiten und höhere NO_3 -Gehalte. Der TP-Gehalt des Dollgower Brunnens ist um eine Größenordnung höher als in den beiden anderen Brunnen.

6. Diskussion

6.1 Stillgewässer

6.1.1 Primärtrophie der Untersuchungsgewässer

Unter Primärtrophie wird hier der Zustand verstanden, den die Seen kurz vor den ersten anthropogenen Eingriffen besaßen. Es ist davon auszugehen, daß polytrophe und hypertrophe Verhältnisse unter natürlichen Bedingungen nicht vorkamen (GuG o.J.). Ungeschichtete Seen mit oligotrophem Status sind im norddeutschen Tiefland nicht zu finden.

MAUERSBERGER (1996: 308) kommt nach der Untersuchung der Seen im nahegelegenen Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin zu der Auffassung, daß der überwiegende Teil primär mesotroph gewesen sei. Zu den primär eutrophen Gewässern rechnet er Flußseen und Seen mit größeren Verlandungsmooren, die bei niedrigen Wasserständen mineralisieren.

Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See und Köperner See werden mäßig durchflossen und besitzen mit Ausnahme des Dollgower Sees auch größere Verlandungsmoore. Die Vermoorungen in den Auen der Fließgewässer erreichen zum Teil erhebliche Mächtigkeiten. Diese Umstände sprechen dafür, daß Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See und Köperner See natürlich eutrophe Gewässer sind. Alle mesotrophen Gewässer in der nahen Umgebung sind im Gegensatz zu den Untersuchungsgewässern entweder tiefer und stabil geschichtet, wie Stechlinsee, Nehmitzsee und Roofensee, oder nicht durchflossen, wie Plötzensee und Kleiner Tietzensee. Auch der untersuchte mesotrophe Dunkelsee ist nicht durchflossen und hat nur ein sehr kleines Einzugsgebiet.

Die Messungen der Leitfähigkeit an den Fließgewässern legen den Schluß nahe, daß der Zeutensee und der Große Törnsee bessere Ausgangsbedingungen für eine niedrige Trophie als Dollgower See und Köperner See besitzen. Der Dollgower See erhält offensichtlich unterirdischen Zustrom von den nährstoffreicheren Grundmoränenplatten (vgl. 6.2.6). Nach den Ergebnissen der Durchflußmessungen ist dieser Zustrom erheblich. Im Gegensatz zur Nord-Süd-Ausrichtung des Zeutensees und Großen Törnsees besitzt der Dollgower See eine Ost-West- und der Köperner See eine Südwest-Nordost-Ausrichtung. Damit bieten die letztgenannten Seen den vorherrschenden Westwinden eine größere Angriffsfläche.

Die Produktivität von Flachseen wird in hohem Maße durch die windabhängige Durchmischung des Wasserkörpers beeinflusst (MIETZ et al. 1996). Dadurch können die in den tropholytischen Bereichen freiwerdenden Nährstoffe jederzeit wieder in die trophogene Zone gelangen. Bei sehr flachen Seen kommt es unter Windeinfluß auch zu einer Resuspension weicher Sedimente und trotz aerober Bedingungen zu starken P-Rücklösungen aus dem Sediment (KLAPPER 1992: 31). Dementsprechend sind die mittlere Tiefe eines Sees und der Grad der Windexposition entscheidende Steuergrößen für die Trophie.

Die Ergebnisse der Seenbonitierung im Jahre 1950 legen den Schluß nahe, daß der Dunkelsee zu diesem Zeitpunkt mesotroph gewesen ist. Nach seiner Einstufung wurde die submerse Vegetation dieses Sees überwiegend von *Characeen* geprägt. Diese Pflanzengruppe hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in oligotrophen und mesotrophen Gewässern (vgl. Tab. 5.3: MI).

Die Einstufung des Großen Törnsees läßt darauf schließen, daß der See 1950 mäßig eutroph gewesen ist. Ausgedehnte Bestände von *Ceratophyllum spp.* und *Myriophyllum spp.* sind nach der TGL 27 885/01 (1982) typisch für diese Trophieklasse. Von KRAUSCH & HOESCH (1994) wurde *Ceratophyllum demersum* und *Myriophyllum spicatum*, den häufigeren Arten der beiden Gattungen, ein Makrophytenindex (MI) von 4,0 zugeordnet. Das Deckungsmaximum erreicht *Ceratophyllum demersum* jedoch in Seen der Trophieklasse 2,0-2,5 und *Myriophyllum spicatum* in der Trophieklasse 1,5-2,5 (HOESCH & BUHLE 1996: 91 ff.). Auch das Vorkommen von *Characeen* und die gemessene Sichttiefe von 1,75 m sind ein Zeichen für mäßig eutrophe Verhältnisse. Ein weiteres Indiz ist die Aussage von JACOBSEN (1990), er beschreibt den Zustand des Großen Törnsees in den 60er Jahren als mesotroph-eutroph. Die Klassifizierung des Köpemitzer Sees läßt ebenfalls auf eutrophe Verhältnisse schließen. Bleiseen der Kategorie IV sind nach ANWAND (1973) "arme Waldseen" mit Sichttiefen von 2-5 m. Für eine ehemals mäßige Trophie sprechen auch die *Characeen*funde von JACOBSEN im Sediment des Sees.

Tab. 6.1: Entwicklung der Sichttiefen

Gewässer	Sommerliche Sichttiefe (m)			
	1950 ¹	1990 ²	1992/93 ³	1998
Zeutensee	1,1	0,5	0,3	0,4
Großer Törnsee	1,75	0,4	1	0,7
Dollgower See	0,4	0,6	0,9	0,4
Köpemitzer See	n.e.	0,6	0,5	0,9
Dunkelsee	n.e.	2,8	1	2,3

¹ IGB (schriftl. Mitt. 1998)

² JACOBSEN (1990)

³ GUG (schriftl. Mitt. 1998)

Der Zeutensee war im Jahre 1950 bereits hocheutroph. Seine fischereiliche Einstufung weist auf ein weitgehendes Fehlen submerser Makrophyten hin. Die gemessene Sichttiefe lag deutlich unter der des Großen Törnsees.

Der Dollgower See könnte nach den Ergebnissen der Bonitierung schon 1950 polytroph gewesen. Die gemessene Sichttiefe betrug hier 0,4 m und entsprach damit schon den heutigen Verhältnissen. Die submerse Vegetation war bereits spärlich.

6.1.2 Aktuelle Trophie

Die beobachtete Abweichung zwischen den Klassifizierungen der Nährstoff- und Bioproduktionsverhältnisse ist bei ungeschichteten Seen nicht ungewöhnlich. Das Nährstoffangebot kann sich durch einen Wetterwechsel kurzfristig verändern. Dementsprechend sind der Chlorophyll-a-Gehalt und die Sichttiefe in Flachseen geeignetere Indikatoren für die Trophie, da sie die Biomasseproduktion eines mittleren Zeitraums widerspiegeln. Die submersen Makrophyten können aufgrund ihrer relativ großen Lebensdauer Hinweise über den Langzeitzustand eines Gewässers liefern (HOESCH & BUHLE 1996: 85).

Die submersen Vegetation des Dunkelsees hat sich seit 1950 nicht verändert. Auch heute können hier noch großflächige Characeenbestände gefunden werden. Drei Arten erreichen eine Deckung von über 5%. Zwei dieser Arten, *Nitellopsis obtusa* und *Chara tomentosa*, besitzen einen MI von 2,0 und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in mesotrophen Gewässern. *Chara intermedia* wurde ein MI von 1,5 zugeordnet. Diese Art ist auch im oligotrophen Stechlinsee neben *Chara filiformis* die dominante Art der Tiefenstufe 1,5-5 m (KRAUSE 1997). Es ist davon auszugehen, daß die aktuelle Trophie des Dunkelsees seiner potentiell natürlichen Trophie entspricht. Nach den Nährstoffverhältnissen und dem Chlorophyll-a-Gehalt liegt der See im Übergangsbereich zur Oligotrophie. Auch die Schwankungsbreite der O₂-Sättigung entspricht nach der TGL oligotrophen Verhältnissen. Nur die Sichttiefe ist charakteristisch für eutrophe Gewässer. Die Sichttiefen in Flachseen werden neben dem Planktongehalt aber auch durch aufgewirbelten Detritus und anorganische Partikel beeinflusst. Sie sind daher im allgemeinen etwas geringer als bei geschichteten Seen gleicher Produktivität (MIETZ et al. 1996). Die vom GuG gemessene Sichttiefe von 1 m beruht auf einer Ufermessung (GuG, schriftl. Mitt. 1998). Weil der Dunkelsee am Ufer nur eine Tiefe von 1 m besitzt müßte korrekterweise "Grundsicht" vermerkt sein. Der Dunkelsee zählt heute zu den nährstoffärmsten und unproduktivsten Flachseen Brandenburgs.

Der Große Törnsee liegt heute im hocheutroph-polytrophen Übergangsbereich. Er ist fast frei von submersen Makrophyten. Die mittlere sommerliche Sichttiefe beträgt nur noch 0,7 m. Damit weicht der Zustand des Großen Törnsees erheblich von den Verhältnissen im Jahre 1950 ab. Der O₂-Haushalt des Sees ist heute gestört. Hier wurde bei der Messung der O₂-Schwankungsbreite nachmittags ein Höchstwert von 108% Sättigung erreicht. Bei einem hocheutrophen Gewässer sind weit höhere Werte erwartungsgemäß. Zeutensee, Dollgower See und Köperntitzer See erreichten zur gleichen Zeit Sättigungen über 150%. Die geringe Schwankungsbreite des Großen Törnsees ist hier kein Zeichen hoher Wassergüte wie am Dunkelsee. ZEUSCHNER (1998) berichtet von wiederholter Auswinterung in den letzten Jahren. An U9 am Zufluß des Großen Törnsees wurden im Winter aber keine geringeren O₂-Werte als an den Zuläufen von Dollgower See und Zeutensee gemessen. Durch das geringe Volumen ist der Sauerstoffvorrat im Winter offenkundig schnell erschöpft.

Auch der Köperntitzer See ist heute schwach polytroph. Die Sichttiefe wurde hier bei den Bonitierungen nicht gemessen. Die frühere fischereiliche Einstufung und die *Characeenreste* im Sediment deuten darauf hin, daß auch dieser See im Jahre 1950 eine deutlich geringere Trophie besaß.

Der Zeutensee ist derzeit ein polytrophes Gewässer mit hypertropher Produktion. Die Sichttiefe ist deutlich geringer als bei der Bonitierung im Jahre 1950. Möglicherweise war der Zeutensee aber schon damals vorbelastet. Vieles spricht dafür, daß er eine ähnliche natürliche Trophie wie der Große Törnsee besitzt. Die heutige maximale Tiefe des Großen Törnsees ist nur unwesentlich größer. Die ausgedehnten See- und Teichrosenflächen am Großen Törnsee (vgl. Bild 5.4.1) legen den Schluß nahe, daß seine mittlere Tiefe geringer als die des Zeutensees ist. Beide Seen erstrecken sich in Nord-Süd-Richtung, auch die geologische Situation in den Einzugsgebieten ist annähernd gleich. Es muß daher davon ausgegangen werden, daß die heutige Trophie des Zeutensees am stärksten von seiner natürlichen Trophie abweicht.

Auch der Dollgower See ist heute ein polytrophes Gewässer mit hypertropher Produktion. Seine Ost-West-Ausrichtung und sein nährstoffreicheres Einzugsgebiet (vgl. 6.2.6) deuten aber darauf hin, daß sein heutiger Zustand nicht in gleichem Umfang von seiner natürlichen Trophie abweicht, wie das für den Zeutensee angenommen werden muß.

Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See und Köperner See sind heute weitgehend makrophytenfrei. Folgende Gründe können ein flächendeckendes Fehlen von Makrophyten verursachen (HOESCH & BUHLE 1996: 88):

- Geringe Sichttiefen oder Beschattung
- Starke mechanische Belastung
- Starker Fischbesatz mit Pflanzenfressern
- Gewässerversauerung
- extrem weiche Sedimente, die sich im Schwebestadium befinden

Die Gewässerversauerung spielt im Jungmoränengebiet keine Rolle. Tatsächlich wurden bei den Tiefenlotungen in allen Gewässern zum Teil sehr weiche Sedimente festgestellt. Zumindest im Uferbereich kommen jedoch auch sandige Abschnitte vor, die ebenfalls nicht besiedelt werden. Die geringen Sichttiefen legen den Schluß nahe, daß vor allem die hohe Phytoplanktonproduktion der Gewässer ein Aufkommen der Makrophyten unterdrückt.

6.1.3 Ursachen der Eutrophierung

Bereits 1926 stellte Gutsbesitzer Gustav Blau einen Antrag auf den Einbau einer Fischbarriere am Auslauf des Zeutensees (BLHA o.J. c). Dieser Umstand läßt auf eine frühe fischereiliche Intensivnutzung schließen. Die Nutzung als Karpfenintensivgewässer in den 60er Jahren führte zu einer weiteren Eutrophierung. Von 1970-1990 wurde die Entenmastanlage betrieben. Nach den Belastungskennziffern von KLAPPER (1992: 74) gelangten durch den Betrieb der Entenmastanlage jährlich 69-115 t Phosphor in den Zeutensee.

Beim Dollgower See kommen mehrere Gründe für eine frühe Eutrophierung in Frage. Er liegt direkt unterhalb der Ortschaft Dollgow, die bis heute über keine zentrale Abwasserentsorgung verfügt. Durch den unterirdischen Zufluß von den landwirtschaftlich genutzten Flächen können schon frühzeitig Nährstoffeinträge erfolgt sein. Von 1964-1976 war der Dollgower See Karpfenintensivgewässer. Im Gegensatz zu den anderen Seen sind die Ufer des Dollgower Sees nicht mehr durchgehend bewaldet.

Großer Törnsee und Köperner See wurden sekundär durch den Dollgower See und Zeutensee belastet. Noch heute fließen im Sommer erhebliche P-Mengen aus letztgenannten Seen ab.

Als weitere Ursache für eine erhöhte Produktion kommen die Wasserspiegelabsenkungen einiger Untersuchungsgewässer in Frage, die zu einer tiefgreifenderen Durchmischung des Wasserkörpers und zu einer verstärkten Resuspension der Sedimente führen muß. Nach MIETZ (1996: 146) werden die heutigen Eutrophierungserscheinungen in unserer Landschaft durch Seespiegelabsenkungen und den defizitären Landschaftswasserhaushalt verstärkt. Der eutrophe Große Seddiner See wurde zu einem polytrophen Gewässer, nachdem der Wasserspiegel um 0,5 m gesunken war.

In Tab. 11.3 ist die Entwicklung der Wasserstände, Gewässerflächen und -tiefen seit der ersten systematischen Erfassung der Seen durch SAMTER (1912) dargestellt. Bei den Höhenangaben der topographischen Karte von 1932 und den Tiefenwerten der Bonitierung 1967/68 wurde offensichtlich ohne erneute Messungen auf älteres Datenmaterial zurückgegriffen. Weil hier Aussagen zu Seen gemacht werden, die in den jeweils älteren Datensammlungen fehlen, wurden sie dennoch in die Tabelle aufgenommen.

Die Richtigkeit einiger Tiefenangaben muß angezweifelt werden. SAMTERS (1912) nennt eine maximale Tiefe des Zeutensees von 8 m. Bei der Bonitierung im Jahre 1950 wird die maximale Tiefe des Köperner Sees mit 9 m angegeben. Bei der Bonitierung 1967/68 wird die maximale Tiefe des Dunkelsees mit 5 m beziffert. Berücksichtigt man die im folgenden beschriebenen Wasserspiegelabsenkungen würde das bedeuten, daß es am Zeutensee seit 1912 einen Sedimentzuwachs von rund 5 m gegeben hätte. Am Köperner See müßte der Zuwachs seit 1950 ebenfalls 5 m betragen, am Dunkelsee seit 1967/68 immerhin noch 2 m.

Derartige Größenordnungen sind wissenschaftlich nicht nachvollziehbar. Nach CASPER (1994: 388) betrug die Sedimentationsrate im hocheutrophen Flachsee Lieps und im eutrophen Feldberger Haussee im Zeitraum von 1986-1994 nur 4,3 mm/a. Auch im eutrophen Großen Müggelsee kam es nach EYRICH (1992: 27) in den letzten 500 Jahren nur zu einem Sedimentzuwachs von 1 m. Die älteren Tiefenangaben beruhen möglicherweise nicht auf wirklichen Messungen, sondern auf Befragungen der früheren Gewässernutzer, obwohl SAMTERS (1912) ausdrücklich darauf hinweist, daß die von ihm genannten Tiefen wissenschaftlich belegt seien. Die Tiefenentwicklung am Großen Törnsee erscheint aussagekräftiger. Berücksichtigt man die Absenkung bliebe ein Sedimentzuwachs von rund 0,7 m seit 1912 und damit ein jährlicher Zuwachs von 8 mm. Allerdings überschreitet auch dieser Wert die Ergebnisse der zitierten Untersuchungen.

Die im folgenden beschriebenen Wasserstandsänderungen an den Untersuchungsgewässern sind nicht durch eine allgemeine Grundwasserabsenkung im Gebiet bedingt. Die heutigen Wasserstände von Nehmitzsee, Roofensee und Großem Tietensee (DWD 1998 b) entsprechen noch den Angaben von SAMTERS (1912).

Tab. 6.2: Absenkung und Flächenverluste der Seen

Gewässer	Zeutensee	Gr. Törnsee	Dollg. See	Köpern. See	Pritzkowsee
Absenkung seit 1912 ¹ (m)	0,9	1,0	1,3	0,2	1,5
Flächenverlust seit 1912 ¹ (ha)	8,8	7,9	3,2	4,9	1,3

¹ beim Pritzkowsee seit 1932

Am Dollgower See kam es bereits zwischen 1912 und 1938, also vor der Vertiefung des Kleinen Rhins, zu einer Wasserstandssenkung von 1 m. Die frühe Absenkung ist möglicherweise eine Erklärung für die im Vergleich zu den anderen Seen deutlich höhere Trophie im Jahre 1950. Bei der Vermessung 1971 war der Wasserspiegel durch den zwischenzeitlich erfolgten Ausbau des Kleinen Rhins um weitere 0,2 m abgesunken. Durch Unterhaltungsmaßnahmen kam es danach nicht mehr zu erheblichen Änderungen. Der Flächenverlust bleibt aufgrund der Lage in einem steilwandigen Tal relativ gering.

Die Wasserspiegellage des Pritzkowsees wurde vermutlich schon durch die Absenkung des Dollgower Sees beeinflusst. Die starke Vertiefung des Dollgower Seegrabens im Jahre 1988 dürfte den wesentlichen Beitrag zu der Absenkung um 1,5 m geleistet haben. Durch die erhebliche Absenkung verlor das Gewässer seit 1932 etwa die Hälfte seiner ursprünglichen Fläche. Die Bilder 6.3 und 6.4 verdeutlichen die Verlandung. Beide Darstellungen sind im gleichen Maßstab abgebildet.

Der Zeutensee wurde durch den Ausbau des südlichen Törnseegrabens um 0,7 m abgesenkt. Nach der Instandsetzung 1971 sank der Wasserspiegel - wie geplant - nochmals um knapp 0,2 m. Seine Fläche verringerte sich seit 1912 um ein Drittel.

Der flache Kleine Törnsee verlandete größtenteils (vgl. Bilder 6.1 und 6.2). Der Große Törnsee wurde durch den Ausbau um rund 0,9 m abgesenkt. Der Flächenverlust beträgt über ein Drittel. Durch die Instandsetzung und nachfolgende Unterhaltungen kam es hier zu keiner weiteren Veränderung. Jetzt wurde ein etwas höherer Wasserstand als 1971 angetroffen. Am Großen Törnsee dürfte die Wasserstandssenkung besonders folgenreich gewesen sein. Wie bereits erwähnt ist der nördliche Teil des Sees heute sehr flach.

Die Absenkungen von Zeutensee, Großem Törnsee, Dollgower See und Pritzkowsee dürften angesichts der geringen Tiefen der Seen in erheblichem Maße zu deren Eutrophierung beigetragen haben.

Der Wasserstand des Köperner Sees blieb seit 1912 fast unverändert. Die Ursache ist hier der Erhalt des Mühlenwehrs der Köperner Mühle. Der heutige Wasserstand des Sees entspricht der ehemaligen Sommerstauhöhe. Er liegt etwas über dem Wasserstand von 1971. Die Wasserspiegellage des mit dem Köperner See korrespondierenden Dunkelsees dürfte sich ebenfalls kaum verändert haben. Auffällig ist beim Köperner See die große Flächendifferenz zwischen 1912 und 1985. Da dieser See nicht abgesenkt wurde ist die Flächenabnahme um 5 ha nur durch starke Verlandungsvorgänge erklärbar.

Bild 6.1: Luftbild 1953 (Originalmaßstab 1:22.000)
Großer und Kleiner Törnsee, Maßstab 1:10.000

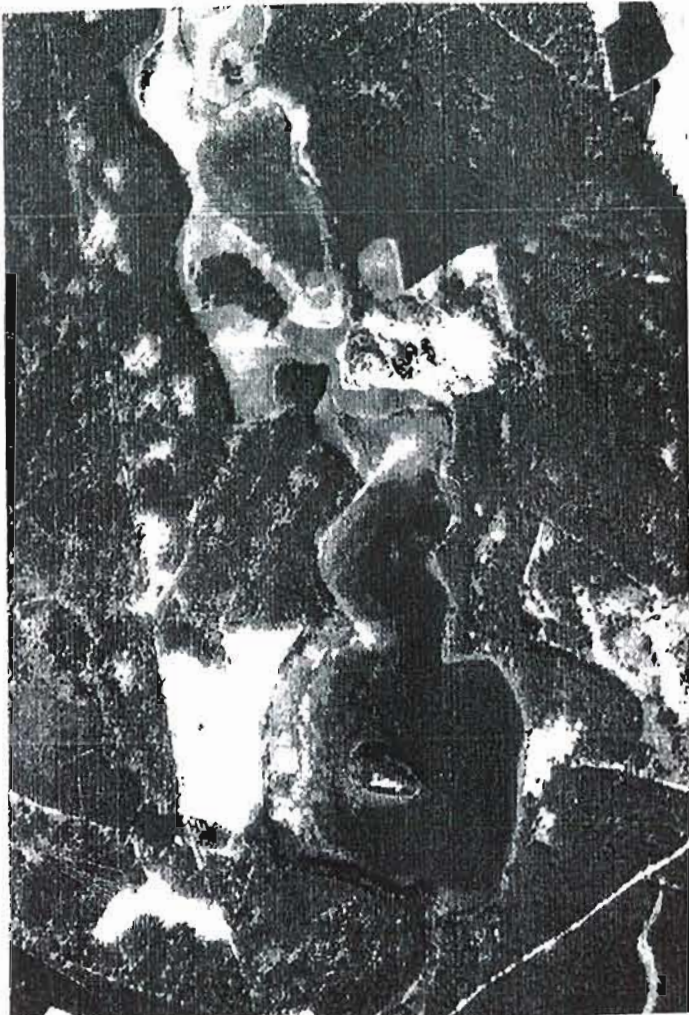


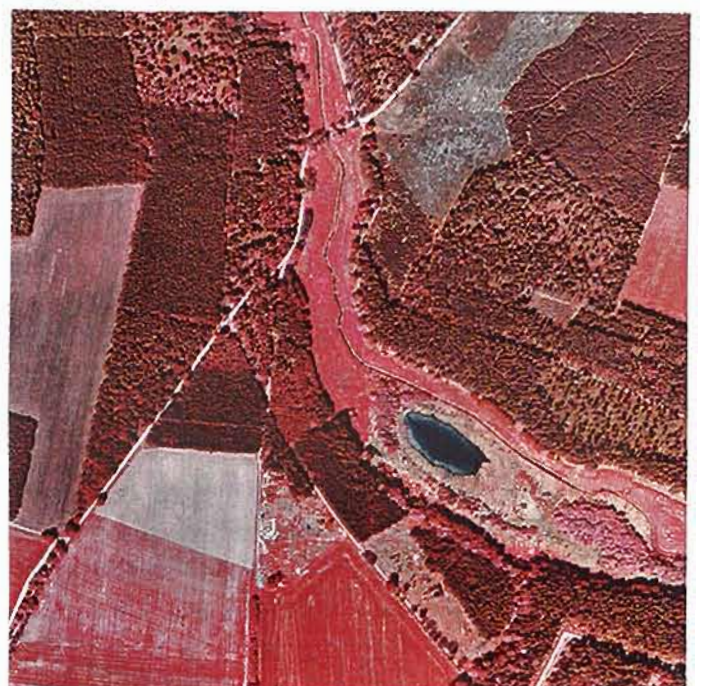
Bild 6.2: Luftbild 1992
Großer und Kleiner Törnsee, Maßstab 1:10.000



Bild 6.3: Luftbildkarte 1939 (Originalmaßstab 1:25.000)
Pritzkowsee, Maßstab 1:10.000



Bild 6.4: Luftbild 1992
Pritzkowsee, Maßstab 1:10.000



6.1.4 Entwicklung der Trophie seit 1992/93

Im folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung durch das GuG mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen, um Entwicklungstendenzen seit dem Abbau der Entenmastanlage aufzuzeigen.

Am Zeutensee läßt sich ein deutlicher Rückgang des Chlorophyll-a-Gehalts um 42% feststellen. Die Sichttiefe hat sich allerdings kaum erhöht. Der TP-Gehalt im Frühjahr betrug nur 27% des Wertes von 1992, die sommerlichen Werte blieben dagegen nahezu unverändert. Die TP-Werte des Zuflusses liegen weit unter denen des Abflusses. Auch das von Osten zufließende Grundwasser ist P-arm, die Beprobung des Brunnens in Ludwigshorst ergab einen mittleren TP-Gehalt von 0,005 mg/l. Vom westlich gelegenen mesotrophen Kleinen Tietzensee ist ebenfalls nicht mit einem erheblichen Nährstoffzustrom zu rechnen. Beim Zeutensee ist davon auszugehen, daß seine Belastung aus "Altlasten" resultiert und langfristig eine Verminderung der Trophie eintritt.

Tab. 6.3: Entwicklung der trophischen Kriterien

Gewässer	Zeutensee		Gr. Törnsee		Dollg. See		Köpern. See	
	1992	1998	1993	1998	1992	1998	1992	1998
TP Frühjahr (mg/l)	0,310	0,084	0,063	0,071	0,058	0,036	0,082	0,069
TP Sommer (mg/l)	0,240	0,196	0,170	0,135	0,300	0,112	0,076	0,085
Chl-a (mg/m ³)	118	69	51	43	27	70	46	45
Sichttiefe (m)	0,3	0,4	1,0	0,7	0,9	0,4	0,5	0,9

Die TP-Gehalte und der Chlorophyll-a-Gehalt des Großen Törnsees haben sich seit 1993 nur wenig verändert. Die mittlere sommerliche Sichttiefe war 1998 um 0,3 m geringer als 1993. Dem Großen Törnsee fließen im Sommer vom Zeutensee erhebliche P-Mengen zu, so daß am Großen Törnsee mittelfristig mit keiner Verringerung der Trophie zu rechnen ist.

Der Dollgower See erhält durch den Dollgower Seegraben nur eine unbedeutende P-Zufuhr. Er wird jedoch überwiegend unterirdisch gespeist. Der mittlere TP-Gehalt des Dollgower Brunnens liegt mit 0,05 mg/l um eine Größenordnung höher als die Werte der Brunnen in Ludwigshorst und Hartzwalde. Die hohen sommerlichen TP-Abflüsse des Dollgower Sees dürften aber auch hier langfristig zu einer Verringerung des P-Angebots führen. Der TP-Gehalt im See war im Frühjahr und Sommer deutlich geringer als 1992, der Mittelwert des Sommers betrug nur 37% des 1992 gemessenen Wertes. Der Chlorophyll-a-Gehalt stieg allerdings um 159% und die mittlere sommerliche Sichttiefe war um 0,5 m geringer. Der Anstieg des Chlorophyll-a-Gehalts läßt jedoch nicht auf eine weitere Eutrophierung seit 1992 schließen. Die vom GuG gemessene Sichttiefe von 0,9 m deutet daraufhin, daß hier in einer Klarwasserphase gemessen wurde. Seit 1950 wurden am Zeutensee regelmäßig weit geringere Sichttiefen gemessen.

Am Köperner See wurden annähernd die gleichen TP-Gehalte wie 1992 gemessen. Auch der Chlorophyll-a-Gehalt blieb unverändert. Beachtenswert ist die Tatsache, daß der Köperner See im Mai ein Klarwasserstadium mit einer Sichttiefe von 1,3 m besaß. Die im August gemessene Sichttiefe lag mit 0,5 m in der Größenordnung der GuG-Messung, die

ebenfalls im August erfolgte. Mit einer Veränderung ist hier mittelfristig nicht zu rechnen, da dieser See bedeutende TP-Zuflüsse von den vorgelagerten Seen erhält.

6.2 Fließgewässer

6.2.1 Abflußverhältnisse

Der Bau des Polzowkanals hatte erhebliche Auswirkungen auf den Abfluß des Törnseegrabens und des Kleinen Rhins (vgl. 3.2). Das oberirdische Einzugsgebiet wurde dadurch um 31 km² verkleinert. Der mittlere Abfluß des Nehmitzsees in den Polzowkanal betrug im Zeitraum von 1958-1997 rund 2,4 Mio. m³/a (DWD 1998 a). Der Abfluß des Törnseegrabens liegt heute bei rund 0,6 Mio. m³/a. Folglich verlor der Törnseegraben 4/5 seines Abflusses. Weil der Durchfluß des Törnseegrabens vor dem Eingriff größer als der des Abflusses des Dollgower Sees gewesen ist, ist auf den älteren Karten bis hin zur topographischen Karte von 1932 (vgl. Karte 11.4) der Große Törnsee als Ursprung des Kleinen Rhins verzeichnet. Der breite nördliche Törnseegraben besitzt heute Standgewässercharakter, der durch das Vorkommen von *Lemna spp.* geprägt wird.

Der unterirdische Abfluß vom Nehmitzsee folgt noch immer der früheren oberirdischen Abflußrichtung. Das unterirdische Einzugsgebiet des Törnseegrabens erstreckt sich in nördlicher Richtung weit über die Grenzen des oberirdischen Einzugsgebiets und der Binneneinzugsgebiete hinaus (GINZEL & HANDKE 1995). Weil das oberirdische Einzugsgebiet heute nur noch eine Größe von 2,22 km² besitzt, fallen die Abflußspenden des Törnseegrabens entsprechend hoch aus. Dieser Umstand darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Abflußmengen am Törnseegraben erheblich verkleinert wurden. Das Abflußregime ist hier heute **extrem naturfern**.

Auch der Durchfluß des Kleinen Rhins wurde dadurch deutlich vermindert. Heute besitzt U1 einen Durchfluß von rund 4,4 Mio. m³/a. Die fehlenden 2,4 Mio. m³/a aus dem Nehmitzsee führen am Unterlauf des Kleinen Rhins zu einer Reduzierung des Durchflusses um mehr als ein Drittel. Die Abschnitte R1-R16 können hinsichtlich der Abflußverhältnisse nur als **bedingt naturnah** eingestuft werden. Lediglich R17, der sich oberhalb der Mündung des Törnseegrabens befindet, besitzt einen **natürlichen** Abfluß.

Am Oberlauf des Dollgower Seegrabens kam es durch den Ausbau zu einer Veränderung der Abflußverhältnisse. Im Bereich von D4 verteilt sich seitdem das von beiden Talseiten her zufließende Grundwasser auf den Dollgower Seegraben, den Umgehungsgraben und den nördlichen Randgraben (vgl. Karte 11.12). Im August 1998 fiel das untere Teilstück von D4 trocken. Dieser Umstand wird dadurch begünstigt, daß an zwei Stellen dieses Abschnitts Verbindungen zum tiefer gelegenen Umgehungsgraben bestehen, über die das Wasser im Sommer restlos abfließen kann. Der Abfluß von D4 muß als **naturfern** eingestuft werden.

Auch unterhalb der Überleitung vom Umgehungsgraben in den Dollgower Seegraben geht dem Bach noch ein großer Teil seines Abflusses verloren. Der nördliche Randgraben fließt dem Umgehungsgraben erst unterhalb der Überleitung zu, so daß dieses Wasser dem Abschnitt D3 verloren geht. Die Abflußverhältnisse sind hier **bedingt naturnah**. Dem Pritzkowsee geht das vom Randgraben abfließende Wasser nicht verloren. Oberhalb des Staus GB1 hat sich eine Verbindung zwischen Umgehungsgraben und Pritzkowsee

entwickelt, in der das Wasser in den tiefer gelegenen See strömen kann. D1 und D2 sind in ihrem Abflußregime, ebenso wie die Abschnitte D5 und D6 am Oberlauf **natürlich**.

6.2.2 Profilstruktur

Ein großer Teil der untersuchten Abschnitte ist verschlammt. Schlammablagerungen sind nach (NIEHOFF 1996: 26) kennzeichnend für Mittelläufe von Flachlandbächen. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Sohlen in den stark vermoorten, gefällearmen Bereichen auch natürlicherweise weichgrundig waren. Am Törnseegraben und am Oberlauf des Kleinen Rhins beträgt die Niedermoormächtigkeit bis zu 3,5 m. Allerdings kommt es durch die hohe Trophie der Seen, durch die verbreiterten Profile und den dichten Sohlenbewuchs zu erhöhter Sedimentation in bestimmten Abschnitten.

Als Referenz für die natürliche Laufentwicklung in gefällereichen Teilstücken werden der nicht ausgebaute Unterlauf des Kleinen Rhins und die Abschnitte D3 (vgl. Bild 5.5.5) und D4 am Dollgower Seegraben benutzt. Ihr Verlauf ist leicht gewunden bis stark kurvig. In den gefällearmen Abschnitten kam es auch zur Mäanderbildung. Als Leitbild wird hier der Zustand des Oberlaufs des Kleinen Rhins auf der Luftbildkarte von 1939 (vgl. Bild 3.1) verwendet.

Als Referenz für das natürliche Querprofil des Dollgower Seegrabens werden ebenfalls die Abschnitte D3 und D4 benutzt. Sie besitzen eine Breite von rund 2 m und eine Profiltiefe von maximal 0,5 m. Am Kleinen Rhin und Törnseegraben besaß das Bachbett aufgrund der größeren Abflüsse eine größere natürliche Breite. Nach den Planungsunterlagen zum Ausbau des Oberlaufs des Kleinen Rhins betrug die Sohlbreite vor dem Ausbau bis zu 3,5 m. Die Sohle lag hier damals im Mittel 0,78 m unter Flur (BLHA o.J. a). Der Unterlauf des Kleinen Rhins besaß vor der Instandsetzung 1965 eine mittlere Profiltiefe von 0,64 m (VEBMEL 1965). Im folgenden wird davon ausgegangen, daß bei Profiltiefen von über 1 m eine deutliche Veränderung des Profils stattgefunden hat.

Kleiner Rhin

Der gesamte Oberlauf des Kleinen Rhins wurde begradigt. Die Laufverkürzung konnte die Verringerung des Gefälles durch die Absenkung des Dollgower Sees und den Aufstau des Köperntitzer Sees jedoch nicht ausgleichen. R15-R17 wurden beim Ausbau stark vertieft. Die Profile dieser Abschnitte sind überwiegend gleichförmig, sie müssen als **naturfern** bezeichnet werden (vgl. Bilder 5.1.3 und 5.1.4). R14 wurde bis zu 2 m verbreitert aber nur mäßig vertieft. Heute liegt die Sohle hier nur 0,5-0,7 m unter Flur. Das Profil ist unregelmäßig und stark mit dem Ufer verzahnt (vgl. Bild 5.1.2). Dieser Abschnitt ist **bedingt naturnah**.

R11-R13 am Mittellauf besitzen eine leicht gewundene Linienführung, die hier aufgrund des starken Gefälles dem natürlichen Zustand entspricht. Die Abschnitte R11 (vgl. Bild 5.2.4) und R13 besitzen ein unregelmäßiges Profil mit starker Uferverzahnung. Die Profiltiefen betragen aber deutlich über 1 m, so daß R11 und R13 nur als **bedingt naturnah** eingestuft werden können. Abschnitt R12 besitzt ein gleichförmiges Trapezprofil mit einer Tiefe von 1,5 m. Dieser Abschnitt muß als **naturfern** bezeichnet werden.

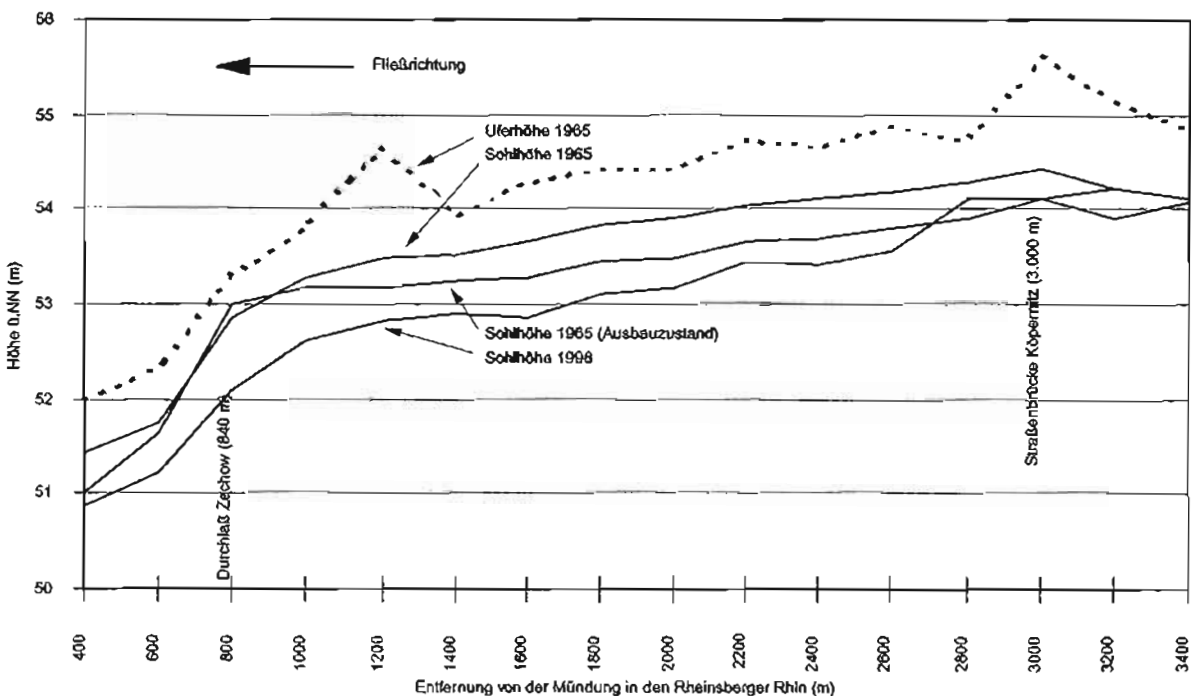
Die bachabwärts folgenden Abschnitte R9 (vgl. Bild 5.2.2) und R10 wurden vermutlich schon früh begradigt. Dieses Teilstück entspricht von den Gefälleverhältnissen dem ehemals mäandrierenden Oberlauf, ein geradliniger Verlauf ist hier nicht naturgemäß. In den Berichten der Meliorationsbauämter (1848-1932) ist ein Ausbau nicht erwähnt, so daß davon auszugehen ist, daß die Begradigung schon vor 1848 stattfand. Die Profile dieser Abschnitte sind gleichförmig. Beide Abschnitte besitzen eine Profiltiefe von über 1 m und müssen als **naturfern** eingestuft werden.

Am Unterlauf des Kleinen Rhins kann davon ausgegangen werden, daß keine Begradigung stattgefunden hat. Die Linienführung ist leicht gewunden bis stark kurvig. Das Profil ist unregelmäßiger als an Mittel- und Oberlauf. Auffällig ist die große Profiltiefe des Unterlaufs, die eine natürliche Verlagerung des Gewässerverlaufs erschwert. Um zu überprüfen, ob es hier zu einer Sohlvertiefung gekommen ist, wurde die Sohlhöhe des Unterlaufs vermessen. In Abb. 6.1 ist die Entwicklung seit der Instandsetzung 1965 dargestellt.

Die Profiltiefe des Unterlaufs wurde seit 1965 im Mittel um 0,6 m vertieft und damit etwa verdoppelt. Zu einer Sohlaufhöhung kam es nach der Instandsetzung nur in R8 (vgl. Abb. 6.1: 2.800 m), weil dieser schluchtartige Abschnitt für Räumgerät vom Land aus nicht zugänglich ist. In R2 (vgl. Abb.6.1: 800 m) ist die Profiltiefe des Ausbauzustands geringer als die des Ist-Zustands vor den Bauarbeiten. Diese Sohlerhöhung entstand durch die Schotterschüttung am Durchlaß bei Zechow, der im Rahmen der Instandsetzung erneuert wurde.

Aufgrund des stark veränderten Querprofils kann der Unterlauf des Kleinen Rhins nur als **bedingt naturnah** bezeichnet werden. Eine Ausnahme ist Abschnitt R8, der als **naturnah** eingestuft werden kann, weil die Sohleintiefung sich hier in geringeren Dimensionen bewegt und das Profil stark mit dem Ufer verzahnt ist (vgl. Bild 5.3.3).

Abb. 6.1: Entwicklung der Sohlhöhe am Unterlauf des Kleinen Rhins



Törnseeegraben

T3 und T4 am nördlichen Törnseeegraben besitzen ein überwiegend breites, relativ geradliniges Profil. Möglicherweise wurde der Törnseeegraben schon früh zum Holzflößen ausgebaut, um die Dolgowsche Schneidemühle und den Teerofen mit Stammholz zu versorgen. Mit Ausnahme der Bruchwaldabschnitte ist das Profil relativ gleichförmig. Durch die Absenkung der Wasserstände ist die Profiltiefe im allgemeinen groß, das Gefälle wurde stark verringert. In den Bruchwaldbereichen ist die Profiltiefe gering und das unregelmäßige Profil stark mit dem Ufer verzahnt. Zahlreiche Seggenbulte verleihen dem Gewässer hier eine größere Struktur und erzeugen einen "verwilderten" Gesamteindruck. In der Gesamtabwägung kann dieser Teil noch als **bedingt naturnah** bezeichnet werden (vgl. Bild 5.4.2).

T1 und T2 besitzen ein schmales, überwiegend geradliniges Trapezprofil. Hier können noch Reste alter Bachschlingen gefunden werden, so daß von einer Begradigung ausgegangen werden kann. Mit wenigen Ausnahmen ist die Profiltiefe auch hier groß, diese Abschnitte müssen als **naturfern** bezeichnet werden (vgl. Bild 5.4.3).

Dollgower Seegraben

D1 und D2 am Unterlauf des Dollgower Seegrabens wurden 1988 verbreitert. Die Vertiefung bewegt sich in D1 in geringeren Dimensionen. In seinem unteren Teil, im Erlenbruch am Dollgower See, besitzt er eine geringe Profiltiefe und einen stark kurvigen Verlauf. Der Abschnitt D1 kann in der Gesamtbetrachtung noch als **bedingt naturnah** bewertet werden. Im Abschnitt D2 beträgt die Profiltiefe durchgängig über 1,5 m. Die zur Sohlaufhöhung eingebauten Stauwerke verleihen dem Bach hier Standgewässercharakter. Sein Zustand muß als **sehr naturfern** bezeichnet werden.

Die stark gewundenen Abschnitte D3 und D4 am Oberlauf des Dollgower Seegrabens sind die einzigen Teilstücke mit natürlichem Quer- und Längsprofil im Untersuchungsgebiet. Die Profiltiefe beträgt hier nur wenige Dezimeter, das Gewässer ist stark mit dem Ufer verzahnt. Besonders in Abschnitt D3 kommt es durch das große Gefälle zur Bildung kleiner Kolke und zu Uferunterspülungen. Das Sohlenmaterial wechselt kleinräumig. Diese beiden Abschnitte können als **natürlich** eingestuft werden, sie wurden offensichtlich nicht anthropogen überprägt. Die Abschnitte D5 und D6 wurden begradigt, verbreitert und vertieft. Parallel zum Abschnitt D6 verläuft noch das ehemalige, kurvige Bachbett. Durch die Vertiefung und den späteren Aufstau des Umgehungsgrabens wurde das Gefälle vermindert. Eine Fließbewegung ist hier kaum wahrnehmbar. Aus diesen Gründen müssen die beiden Abschnitte als **naturfern** eingestuft werden.

6.2.3 Durchgängigkeit

Nach der Richtlinie für die naturnahe Entwicklung von Fließgewässern (MUNR 1997: 19) sollte der Längen-Breiten-Quotient von Durchlässen <10 sein. Demnach ist die Durchgängigkeit erschwert bei RB10 am Oberlauf und bei RB5 am Mittellauf des Kleinen Rhins sowie bei TB2 am Törnseeegraben. Nach KNUTH (1998) sind diese Durchlässe für Fische noch passierbar. Das Köperner Mühlenwehr ist demnach das einzige unüberwindbare Wanderhindernis an den Untersuchungsgebässern. Für das Fehlen der *Bachforelle* am Oberlauf dürfte es nicht ursächlich sein, da hier ohnehin keine geeigneten

Bedingungen für Salmoniden herrschen. Das Fehlen des *Flußbaals* am Oberlauf und die geringe Individuenzahl der *Gründlinge* am Mittellauf sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Barrierewirkung dieses Bauwerks zurückzuführen.

6.2.4 Ufervegetation

Die Täler der Untersuchungsgewässer werden von relativ nährstoffreichen moorigen und anmoorigen Böden geprägt. Auf derartigen Standorten kommen in Brandenburg als natürliche Waldgesellschaften Schwarzerlen-Bruchwälder vor (LUA 1995: 88). Die Gewässer waren im allgemeinen daher natürlicherweise stark beschattet.

R3, R14, D3, D4 und D5 liegen in Erlenbruchwäldern. Die bachbegleitende Vegetation wird hier als **natürlich** eingestuft, obwohl die Bodenvegetation dieser Wälder teilweise degradiert ist. Die vorherrschende Ufervegetation wird hier aus *Carex spp.* und *Berula erecta* gebildet. Am Oberlauf des Dollgower Seegrabens kommt *Nasturtium microphyllum* hinzu, die hier die stärkere Quellbeeinflussung dokumentiert. Im Gewässer ist in den langsam fließenden Abschnitten häufig *Nuphar lutea* die dominante Art.

R8 durchquert eine Endmoränenkuppe mit Rotbuchenbestand. R11 verläuft in einem Feldgehölz, das neben *Alnus glutinosa* am Ufer auch durch *Stieleiche* (*Quercus robur*) und *Gemeine Birke* (*Betula pendula*) in den höher gelegenen Teile geprägt wird. Beide Abschnitte besitzen sandig-kiesige Böden. Der Gehölzbestand entspricht diesen Standorten und wird daher ebenfalls als **natürlich** klassifiziert.

R4-R6 und T3 und T4 werden zu über 50% durch Erlengalerien beschattet, sie können als **naturnah** bezeichnet werden. Die Beschattung der Abschnitte D1, D2 und D6 am Dollgower Seegraben beträgt ebenfalls über 50%. Neben *Alnus glutinosa* kommen hier aber Pionierarten wie *Betula pendula* und *Zitterpappel* (*Populus tremula*) vor, die hier natürlicherweise nicht zu erwarten wären. Ihr Vorkommen beruht auf der Bodenveränderung durch den Ausbau 1988 und der erheblichen Profiltiefe dieser Abschnitte. Weil *Alnus glutinosa* hier noch vorherrschend ist, werden diese Abschnitte als **bedingt naturnah** eingestuft.

Die Abschnitte R1, R2, R7, R9, R10, R12, R15-R17, T1 und T2 sind überwiegend unbeschattet. Hier kommt es im Gewässer zu einer starken Entwicklung von lichtliebenden Arten der Stillgewässer, wie *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Typha spp.* und *Phragmites australis*, die in beschatteten Fließgewässern nicht zur Dominanz gelangen. Die Ufervegetation dieser Abschnitte muß daher als **naturfern** bezeichnet werden.

6.2.5 Temperatur

Die Grenze zwischen sommerkalten und sommerwarmen Gewässern liegt nach SCHWOERBEL (1993: 58) bei einer sommerlichen Maximaltemperatur von 17° C. Bei Kleinem Rhin und Törnseegraben handelt es sich um sommerwarme Bäche. Sommerliche Maximaltemperaturen um 20° C bilden den Grenzbereich zwischen Rhitral und Potamal (HEINRICH & HERGT 1994: 121). Die Maximaltemperatur von U1 am Unterlauf des Kleinen Rhins liegt mit 20,2° C im Übergangsbereich zu rhitralen Verhältnissen. Die Temperaturen der anderen Untersuchungsstellen an Kleinem Rhin und Törnseegraben werden stark von den Stillgewässern beeinflusst und sind typisch für das Bachpotamal.

Der Dollgower Seegraben ist ein sommerkalter Quellbach. Auch nach Durchströmen des Pritzkowsees bleibt die Temperatur im Sommer niedrig und die Jahresamplitude gering. Diese Umstände weisen auf einen starken Grundwasserzustrom in den Pritzkowsee oder unterhalb des Pritzkowsees hin.

Der starke unterirdische Zustrom vom Nehmitzsee zum Zeutensee wird durch die extrem niedrigen sommerlichen und hohen winterlichen Temperaturen an der Untersuchungsstelle U12 dokumentiert. Weitere Gräben mit starkem Grundwasserzustrom sind demnach auch U14, U19 und der Koppelseegraben. Der Koppelseegraben, U12 und U19 besitzen auch hohe Abflüsse.

6.2.6 Chemische Parameter

Leitfähigkeit und pH-Wert

Leitfähigkeit und pH-Wert sind in hohem Maße abhängig von der hydro-geologischen Situation des Einzugsgebiets. Der Geschiebemergel enthält einen hohen Anteil karbonatreicher mariner Sedimente. BRAUKMANN (1987: 59) nennt für Bäche in Karbonatgesteinsgebieten Leitfähigkeitswerte von 150-900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und pH-Werte von 6,5-8,6.

Alle gemessenen pH-Werte liegen demnach im typischen Bereich karbonatreicher Gewässer des Jungmoränenlandes. Die hohen Leitfähigkeitswerte bis zu 1340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Grundwasser beruhen vermutlich auf einem hohen Kreideanteil im Geschiebemergel. Die Werte des Dollgower Seegrabens von 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lassen auf einen stärkeren Grundwasserzustrom von den Grundmoränenplatten schließen. Die Leitfähigkeitswerte des Törnseegrabens zwischen 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dokumentieren seine Herkunft aus dem karbonat- und nährstoffärmeren Sandergebiet. Nach BRAUKMANN besitzen Bäche in reinen Sandgebieten Leitfähigkeitswerte von 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

O₂-Verhältnisse

An U2 am Kleinen Rhin wurden im Juni und August O₂-Minima von <2 mg/l gemessen. Für Fische sind Gehalte <2 mg/l lebensbedrohend (BARNDT et al. 1992:18). Gehalte in dieser Größenordnung sind charakteristisch für **sehr stark bis übermäßig verschmutzte** Gewässer. U2 liegt unterhalb des Abschnitts R9. Die Fließgeschwindigkeit ist in diesem Abschnitt aufgrund des geringen Gefälles, des breiten Profils und des starken Bewuchses durch submerse und emerse Makrophyten äußerst gering. Die BSB₂-Werte werden hier im Sommer stark reduziert. Die niedrigen O₂-Werte dürften hauptsächlich auf den O₂-Verbrauch durch den Abbau des Sestons aus dem Köpermitzer See zurückzuführen sein.

An U1 und U4 wurden im Juni Werte <4 mg/l gemessen. Auf der Fließstrecke zwischen U1 und U2 ist die atmosphärische O₂-Anreicherung größer als der O₂-Verbrauch durch Abbauprozesse. U4 profitiert noch von der O₂-Übersättigung des Dollgower Sees. Sauerstoffminima in dieser Größenordnung sind charakteristisch für **stark verschmutzte** Gewässer. U3 und U5 besaßen im Juni O₂-Minima von <6 mg/l, die den Gehalten **kritisch belasteter** Gewässer entsprechen. Auch diese Untersuchungsstellen erhalten stark O₂-übersättigtes Wasser vom Dollgower und Köpermitzer See.

Am Törnseeegraben wurde an U9 im Juni ein O₂-freier Zustand und im August ein Minimum von 1,1 mg/l festgestellt. Hier wurden im Gegensatz zum Kleinen Rhin im Juni und August auch Höchstgehalte von <2 mg/l gemessen. Der Grund für die starken Defizite dürfte auch hier im O₂-Verbrauch durch Abbauprozesse liegen. An dieser Untersuchungsstelle wurden entsprechend deutlich geringere BSB₂-Werte als unterhalb des Zeutensees gemessen. An U8 wurden O₂-Werte von <2 mg/l erst im August erreicht, aber auch hier über den gesamten Tagesverlauf. Wie bereits erwähnt wurden im August im Großen Törnsee auch weit geringere O₂-Gehalte als in den anderen polytrophen Seen gemessen. Beide Untersuchungsstellen besitzen O₂-Minima, die denen **sehr stark bis übermäßig verschmutzter** Gewässer entsprechen. U10 erhält O₂-übersättigtes Wasser vom Zeutensee, so daß hier Minima von <4 mg/l gemessen wurden, die für **stark verschmutzte** Gewässer charakteristisch sind.

Auch am Dollgower Seeegraben wurden O₂-Minima von 3 mg/l gemessen, die typisch für **stark verschmutzte** Gewässer sind. Im Gegensatz zum Kleinen Rhin und Törnseeegraben dürften sie hier aber auf den starken Zustrom sauerstoffarmen Grundwassers zurückzuführen sein und sind daher nicht aussagekräftig.

Biochemischer Sauerstoffbedarf

Auf eine Klassifizierung der Gewässergüte nach den BSB₂-Gehalten wird hier verzichtet, da die Ergebnisse aufgrund der angewandten Methodik zu niedrig ausfallen dürften.

Wie bereits erwähnt, deuten die Untersuchungsergebnisse darauf hin, daß der Sestonabfluß aus den Stillgewässern für die Höhe der BSB₂-Werte der Fließgewässer maßgeblich ist. Im Sommer wurden unterhalb der Seen deutlich höhere Werte gemessen, weil dann die Phytoplanktonentwicklung in den Seen größer ist.

Am Unterlauf des Kleinen Rhins fällt der BSB₂-Mittelwert der Wintermonate dennoch höher als der Wert der Sommermonate aus. Im Winter ist der Sestonrückhalt am Mittellauf offensichtlich geringer. Die hier besonders dicht entwickelte submerse Vegetation kann sich nach der herbstlichen Krautung erst im Verlauf des Sommers wieder voll entwickeln. Die sommerliche Reinigungswirkung des Mittellaufs ist dann auch optisch an der geringeren Wassertrübung des Unterlaufs zu erkennen.

Nach SCHÖNBORN (1992: 228) sind Gewässerstrecken mit hoher Lichtexposition und dichten Pflanzenbeständen die besten Reinigungsstrecken. BÖHME (1996: 66) stellte bei voll entwickelter Vegetation an einem extrem pflanzenreichen Zufluß der Löcknitz auf einer Fließstrecke von 1,6 km eine Sestonreduktion um 89% fest, die - wie am Kleinen Rhin und Törnseeegraben - auch dort mit starkem Sauerstoffschwund in den nächtlichen Stunden verbunden ist.

Anorganisch gebundener Stickstoff

Die NO₃-Werte waren im Sommerhalbjahr im allgemeinen erheblich höher als in den Wintermonaten. Bei der Betrachtung der zeitlichen Entwicklung an den stark grundwasserbeeinflussten Untersuchungsstellen U7, U12 und U19 wird deutlich, daß der höhere sommerliche Gehalt auf den schwankenden NO₃-Gehalt des Grundwassers zurückzuführen ist.

Am Kleinen Rhin und Törnseeegraben sind die NO_3^- - und NO_2^- -Werte im allgemeinen gering. Die Jahresmittelwerte aller Untersuchungsstellen liegen unter 1 mg/l NO_3^- und unter 0,1 mg/l NO_2^- und damit im Bereich **unbelasteter bis gering belasteter** Gewässer. Die geringen Konzentrationen können aber hier nicht als ein Zeichen hoher Gewässergüte aufgefaßt werden. Die beobachteten O_2 -Untersättigungen führen zu einer schnellen Denitrifikation in den Gewässern. Dementsprechend konnten beide Verbindungen, insbesondere NO_2^- , am Törnseeegraben und am Mittel- und Oberlauf des Kleinen Rhins im Sommer häufig nicht mehr nachgewiesen werden. Besonders deutlich wird dieser Umstand bei Betrachtung der Abb. 5.11. Oberhalb der am stärksten O_2 -untersättigten Untersuchungsstelle U9 am Törnseeegraben wird der NO_3^- -Gehalt in den Sommermonaten vollständig veratmet.

Die hohen Gehalte des Dollgower Seegrabens mit Einzelwerten von bis zu 15 mg/l beruhen auf dem Zustrom nitrathaltigen Grundwassers von den landwirtschaftlich genutzten Flächen. Bei den Beprobungen der Brunnen in Ludwigshorst und Dollgow wurden Mittelwerte von 10,5 und 15,8 mg/l NO_3^- ermittelt. Am Dollgower Seegraben sind die Jahresmittelwerte von NO_3^- typisch für **mäßig bis kritisch belastete** Gewässer. Die NO_2^- -Werte sind auch hier charakteristisch für **unbelastete bis gering belastete** Bäche.

Die höchsten NH_4^+ -Werte wurden im Dezember nach der Krautung der Gewässer gemessen. Die NH_4^+ -Jahresmittel von U3-U5 am Mittel- und Oberlauf des Kleinen Rhins sind charakteristisch für **gering belastete** Gewässer. Im Verlauf des Kleinen Rhins steigen die NH_4^+ -Konzentrationen kontinuierlich an, so daß am Unterlauf Werte gemessen wurden, die denen **mäßig belasteter** Gewässer entsprechen. Dieser Umstand ist im Abbau des Sestons der Seen an Mittel- und Unterlauf begründet. Die NH_4^+ -Freisetzung aus dem Niedermoor der großen Grünlandflächen am Mittellauf ist im Vergleich dazu offensichtlich nur von untergeordneter Bedeutung. Die Gehalte des in diesem Bereich beprobten Grabens U14 liegen nicht über den Werten des Kleinen Rhins.

Am Törnseeegraben wurden im Sommer an der Untersuchungsstelle U9 deutlich erhöhte NH_4^+ -Werte festgestellt, die vermutlich mit der sommerlichen O_2 -Untersättigung dieser Untersuchungsstelle zusammenhängen. Hier reicht der O_2 -Gehalt dann nicht mehr zur vollständigen Nitrifikation des freiwerdenden NH_4^+ aus dem Seston des Zeutensees aus. Im Großen Törnsee kommt es, wie bereits erwähnt, offensichtlich vor allem im Winter zu O_2 -Mangelsituationen. Entsprechend konnte an der Untersuchungsstelle U8 im Winter ein Anstieg der NH_4^+ -Konzentrationen festgehalten werden. Die NH_4^+ -Gehalte des Törnseeegrabens sind typisch für **mäßig belastete** Gewässer.

Die NH_4^+ -Jahresmittel des Dollgower Seegrabens sind charakteristisch für **unbelastete bis gering belastete** Gewässer.

Phosphor

Die Jahresmittel der o- PO_4 -Gehalte aller Untersuchungsgewässer liegen im Bereich der **mäßig bis kritisch belasteten** Gewässer. Beachtenswert sind hier besonders die hohen Werte der Untersuchungsstelle U7 am Dollgower Seegraben.

Die TP-Werte waren im Sommer stark erhöht. Konzentrationsschwankungen im Grundwasser scheiden hier als Ursache aus. Die stark grundwasserbeeinflussten U7 und U12 besitzen nur geringe jahreszeitliche Unterschiede und Maxima im Winter. Die sommerliche

Phosphorfreisetzung aus Zeutensee und Dollgower See ist die entscheidende Größe für den P-Haushalt der Untersuchungsgewässer.

Der Große Törnsee ist im Sommer offensichtlich eine Phosphorfalle. Unterhalb dieses Sees wurden nur im Winter höhere Werte als am Zufluß gemessen. Diese Erscheinung ist wieder auf den winterlichen O₂-Mangel des Sees zurückzuführen. Der Köperner See wirkt weder als P-Quelle noch als P-Falle. Unterhalb des Sees sind die Meßwerte beider P-Fractionen geringer als oberhalb des Sees. Dieser Umstand ist aber lediglich auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen.

Die erhöhten Konzentrationen in einigen Meliorationsgräben weisen auf P-Austräge aus dem Niedermoor hin. Sie dürften im Vergleich zur Freisetzung aus den Sedimenten der Seen aber nur eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Ausnahme ist die Zeutenwiese. Die Absenkung der Wasserstände am Törnseegraben führt hier zu starken Austrägen.

5.2.7 Fauna

In Tab. 5.16 sind die Leitarten des Krenals und Rhitrals der Bäche des norddeutschen Flachlands nach verschiedenen Autoren dargestellt. Im folgenden werden alle Arten als Leitarten bezeichnet, die wenigstens von einem dieser Autoren als solche beschrieben wurden.

Am Kleinen Rhin und Törnseegraben wird die Zusammensetzung der benthischen Besiedlung durch das abfließende Seston aus den Stillgewässern beeinflusst. Entsprechend konnten die Filtrierer zum Teil in großen Dichten nachgewiesen werden, insbesondere *Sphaerium corneum* und *Hydropsyche angustipennis*. Die *Simuliden* kommen besonders am Unterlauf des Kleinen Rhins in großen Individuendichten vor, wurden jedoch aufgrund der schwierigen Bestimmbarkeit in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für die *Schwämme*, die sich besonders in den hartgrundigen Abschnitten R11 und R8 massenhaft entwickeln konnten. Auch die mit relativ hoher Stetigkeit gefundene *Neureclipsis bimaculata* ist eine typische Art von Seeausrinnzönosen (WARINGER 1997: 252).

Kleiner Rhin

Nur an U1 konnten mit *Bachforelle*, *Orectochilus villosus*, *Ephemera danica*, *Ephemerella ignita*, *Heptagenia sulphurea*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Theodoxus fluviatilis*, *Leuctra fusca*, *Hydropsyche siltalai* und *Silo nigricornis* einige Leitarten und mit *Bachforelle* und *Aphelocheirus aestivalis* auch zwei Zielarten des Rhitrals gefunden werden. Typisch für rhitralsche Verhältnisse ist nach SCHÖNBORN (1992: 62ff.) auch die Dominanz von *Gammarus pulex* und Eintagsfliegen, hier *Baetis vernus* und *Heptagenia sulphurea*, und das weitgehende Fehlen von Käfern, Schnecken, Libellen und Egel. Das starke Gefälle von 0,57 % führt zu hohen Fließgeschwindigkeiten bis 1 m/s und ermöglicht trotz der relativ geringen O₂-Gehalte im Sommer dennoch ein Vorkommen O₂-bedürftiger rhitralscher Arten. Die Untersuchungsstelle besitzt aufgrund der größeren Entfernung zu den Seen auch eine geringere Wassertemperatur und eine geringere organische Belastung. Auffällig ist das Fehlen weiterer rheophiler Fischarten. Mit *Schlei*, *Blei* und *Karausche* wurden auch limnische Arten gefunden, die hier natürlicherweise nicht zu erwarten wären (KNUTH mündl. Mitt. 1998).

In Tab. 11.24 sind die in den Untersuchungsgewässern gefundenen rheotypischen Makrozoobentonarten mit ihrer Gewichtung nach HOLM (1989: 22ff.) dargestellt. An der Untersuchungsstelle U1 konnten 19 rheotypische Arten gefunden werden. Die Artenzusammensetzung deutet auf **bedingt naturnahe** Verhältnisse hin.

Auch das Erlöschen der belegten Vorkommen von *Bachneunauge* und *Bachmuschel* weisen auf eine Artenverarmung hin. Sie ist vermutlich in erster Linie eine Folge der gestörten O₂-Verhältnisse. In der neuen Roten Liste für Fische und Rundmäuler (KNUTH o.J.) werden für das Verschwinden des *Bachneunauges* aber auch Grundräumungen als häufige Ursache genannt. Die beschriebene Sohleintiefung am Unterlauf beweist, daß die Unterhaltungsmaßnahmen hier weit über die Erhaltung des Ist-Zustands hinausgingen. Auch bei den regelmäßigen Krautungen dürfte es zu großen Verlusten gekommen sein.

Das heutige *Bachforellenvorkommen* beruht wahrscheinlich auf den Besatzmaßnahmen des Deutschen Anglerverbands. Die Rückfangquote ist im Vergleich zu anderen Forellengewässern nur sehr mäßig (THIEL, mündl. Mitt. 1998). Nach den Untersuchungsergebnissen ist es fraglich, ob sich die *Bachforelle* am Kleinen Rhin heute noch natürlich reproduzieren kann. Nach MÜLLER (1983: 139) benötigt sie zur Reproduktion sommerliche Mindestsauerstoffgehalte von 5,5 mg/l, die bei den Tagesgängen gemessenen O₂-Werte liegen zum Teil erheblich darunter. Die Nitritgrenzwerte für Salmonidengewässer von 0,05 mg/l (SCHÖNBORN 1992: 246) wurden an U1 bei drei Messungen überschritten.

Alle anderen Untersuchungsstellen am Kleinen Rhin werden von potamalen und limnischen Arten dominiert. Leitarten des Rhitrals konnten hier, abgesehen von wenigen Funden der *Bachforelle* und *Orectochilus villosus*, nicht nachgewiesen werden. Die Anzahl rheotypischer Makrozoobentonarten liegt an den Untersuchungsstellen U2-U5 zwischen 7 und 8. Die Artenzusammensetzung deutet auf **sehr naturferne** Verhältnisse hin. Möglicherweise fällt die Bewertung hier zu negativ aus, weil die Untersuchungsstellen kurz unterhalb von Seen liegen und diese besonderen Bedingungen in dem System von HOLM nicht berücksichtigt werden konnten. Die Temperaturen und die organische Belastung sind hier natürlicherweise höher als an anderen Fließgewässern. Allerdings werden hohe Temperaturen an Mittel- und Oberlauf durch die fehlende Beschattung noch begünstigt. Die hohe Trophie der Seen führt zu einem erhöhten Sestonabfluß. Durch die verbreiterten Profile und den unnatürlich starken Sohlenbewuchs sind die Fließgeschwindigkeiten hier auch stark reduziert. Die Untersuchungsstelle U2 liegt in einem naturnahen, hartgrundigen Abschnitt mit relativ hohen Fließgeschwindigkeiten. Ihre sommerliche Temperatur liegt im Mittel nur um rund 0,7°C höher als an der Probenahmestelle U1. Vermutlich sind hier die geringen O₂-Werte für das Fehlen rhitraller Arten verantwortlich.

Der rheophile *Steinbeißer* konnte an der Untersuchungsstelle U3 nicht mehr nachgewiesen werden. Er wurde aber auch Ende der 80er Jahre nur als Einzelfund festgestellt. Besonders am Oberlauf überwiegen die eurytopen und limnophilen Fischarten. Die Untersuchungsstelle U4 wird neben dem *Gründling* von *Flußbarsch*, *Plötze* und *Güster* dominiert. Der hohe Cyprinidenanteil von 71% unterstreicht den potamalen Charakter des Oberlaufs. Der *Gründling* ist die einzige Fischart am Oberlauf, die zur Reproduktion an fließendes Wasser gebunden ist. Er wurde an der Untersuchungsstelle U4 außerordentlich häufig gefunden. Diese Häufigkeit ist nicht für den gesamten Oberlauf zu vermuten. Es wurden nur hartgrundige Abschnitte beprobt, die am Oberlauf des Kleinen Rhins nicht überwiegen. Es ist

zu vermuten, daß sich große Teile der Population von Köperner See, Zeutensee, Großem Törnsee und Dollgower See zum Abbläuen gezielt an diesem sandigen Abschnitt einfinden.

Es bleibt festzuhalten, daß am Kleinen Rhin, verglichen mit der klassischen Biotopabfolge Rhitral-Potamal, eine umgekehrte Gliederung auftritt. Ober- und Mittellauf gehören dem Bachpotamal an, während das Gefälle, die faunistische Besiedlung und mit Einschränkung auch die Temperatur des Unterlaufs typisch für rhitrale Verhältnisse sind.

Törnseeegraben

Die große Häufigkeit der *Egel* und von *Asellus aquaticus*, das Fehlen der *Strudelwürmer* und das Auftreten von Arten der *Chironomus plumosus*- und der *Chironomus thummi*-Gruppen sind Zeichen für eine erhöhte organische Belastung des Törnseeegrabens. Auch hier überwiegen die potamalen und limnischen Arten. Nur 4 rheotypische Makrozoobenthonarten konnten gefunden werden. Die Artenzusammensetzung ist typisch für **extrem naturferne** Verhältnisse. Die hauptsächliche Ursache sind auch hier die geringen O₂-Gehalte der Untersuchungsstelle. Am Törnseeegraben konnten nur 3 Fischarten nachgewiesen werden. Weitaus am häufigsten wurde der *Gründling* gefangen. Auch hier ist zu vermuten, daß die große Häufigkeit durch das Laichverhalten bedingt ist.

Dollgower Seegraben

Die Besiedlung von U7 am Oberlauf des Dollgower Seegrabens wird aufgrund der geringen sommerlichen Temperaturen von krenalen und rhitralen Arten geprägt. *Nemurella pictetii*, *Chaetopteryx villosa*, *Plectrocnemia conspersa* und *Silo nigricornis* gelten als Leitarten des Krenals und Rhitrals. Hinzu kommen mit *Sialis fuliginosa* und *Micropterna lateralis* zwei Leitarten des Rhitrals. Auch *Sericostoma personatum* ist nach HOLM eine krenophile Art. Ähnlich wie an der Untersuchungsstelle U1 sind auch hier *Gammarus pulex*, *Baetis vernus*, *Nemoura cinerea* und Käferlarven eines Supfkäfers der *Helodes minuta*-Gruppe die dominanten Arten. Auch hier wurden typischerweise nur wenige Vertreter der *Hirundinea*, *Gastropoda* und *Odonata* gefunden. Hier konnten 11 rheotypische Arten gefunden werden. Nach HOLM ist die Besiedlung typisch für ein **naturfernes** Gewässer. Geringe Artenzahlen sind für quellnahe Fließgewässer allerdings nicht ungewöhnlich (BRAASCH 1993: 33), so daß die Methode von HOLM hier möglicherweise zu einer verfälschten Bewertung führt. Bei der Elektrofischung konnte hier nur der *Dreistachelige Stichling* gefangen werden. In Gewässern dieser Größenordnung ist ein Vorkommen weiterer Fischarten auch nicht erwartungsgemäß (KNUTH 1998).

Das Artenspektrum von U6 hat potamalen Charakter und ähnelt dem des Oberlaufs des Kleinen Rhins. Von den rhitralen Arten von U7 wurde nur *Plectrocnemia conspersa* als Einzelfund nachgewiesen. Alle weiteren Leitarten des Rhitrals fehlen hier. Selbst *Calopteryx splendens*, die stetigste Leitart für langsam fließende Bäche im Untersuchungsgebiet, konnte nicht gefunden werden. Dieser Umstand dokumentiert die Störung durch die stauende Wirkung der Stützwälle. Hier konnten nur 5 rheotypische Arten gefunden werden, nach HOLM ist die Besiedlung dieses Abschnitts **extrem naturfern**.

6.2.8 Saprobie

Mit Ausnahme der Untersuchungsstelle U8 am Törnseegraben liegen die Saprobienindices (SI) der untersuchten Gewässerabschnitte im Bereich der Güteklasse II. Diese Güteklasse ist typisch für **naturnahe** Gewässer. Der etwas geringere SI an der Untersuchungsstelle U1 ist vermutlich auf die höhere Fließgeschwindigkeit zurückzuführen. Bei einem Anstieg der Fließgeschwindigkeit von 0,05 m/s auf 0,8 m/s beobachtete SCHÖNBORN (1992: 261) eine Verbesserung um eine ganze Saprobienstufe, BRAUKMANN (1987: 255) beschreibt lediglich eine Differenz von 0,1-0,3 Stufen. Der SI des Törnseegrabens deutet auf **bedingt naturnahe** Verhältnisse hin.

Zwischen den SI und den O₂-Verhältnissen besteht ein erheblicher Widerspruch. Während die O₂-Verhältnisse von U2 und U8 auf eine sehr starke bis übermäßig starke Belastung hinweisen, wurden dort SI errechnet, die denen mäßig belasteter Gewässer entsprechen. Hier stellt sich die Frage, in welchem Maße O₂-Minima, die kurz nach Sonnenaufgang gemessen werden, mit den Werten der Literatur vergleichbar sind. An U2 wurden bereits um 11.00 Uhr wieder Gehalte von >4 mg/l O₂ gemessen. An U8 wurden im August allerdings im gesamten Tagesverlauf keine Werte über 2 mg/l festgestellt.

7. Entwicklungsempfehlungen

7.1 Stillgewässer

Sicherung von Seen mit naturnaher Trophie

Der Dunkelsee ist das einzige mesotrophe Gewässer im Einzugsgebiet des Kleinen Rhins. Seine artenreiche submersen Vegetation sollte weiterhin vor schädlichen Einflüssen durch Nährstoffeinträge und mechanische Beschädigung geschützt werden. Die Ausübung des Angelsports führt an diesem Gewässer zu erheblichen Konflikten. Am Ufer befinden sich zahlreiche Holzpaletten, die als Stege benutzt werden. Die Kraftfahrzeuge werden im direkten Uferbereich abgestellt, der vorhandene Parkplatz am Wegabzweig zum Dunkelsee wird nicht genutzt. Am Ufer können häufig Abfallablagerungen gefunden werden. Eine Beschränkung der Zufahrt zum Dunkelsee wäre eine sinnvolle Maßnahme. Das Angeln sollte an diesem Gewässer unterbleiben oder auf wenige Stellen konzentriert werden.

Sanierung und Restaurierung von Seen mit naturferner Trophie

Zeutensee, Großer Törnsee, Dollgower See und Köperner See sind stark eutrophierte Gewässer. Durch den erhöhten Sestonabfluß aus den Seen kommt es zu einer starken Verschlammung der Fließgewässer und zu erheblichen O₂-Mangelsituationen an den Abbaustrecken. Die Verminderung der Trophie dieser Seen sollte im Untersuchungsgebiet oberste Priorität besitzen.

In den oberirdischen Einzugsgebieten der Untersuchungsgewässer sind die Möglichkeiten zur Sanierung bereits weitgehend ausgeschöpft. Der überwiegende Teil wird von Forsten eingenommen, viele Grünlandflächen werden nach den Kriterien des Vertragsnaturschutzes gedüngt, die Beweidungsintensität ist augenscheinlich gering. Die Ortschaft Dollgow sollte zügig an eine zentrale Kanalisation angeschlossen werden, um Nährstoffeinträge in den Dollgower See zu vermindern.

Das Abwasserbeseitigungskonzept des Trink- und Abwasserverbands Lindow/Gransee von 1994 sieht mittelfristig einen Anschluß von Köperneritz an die Kläranlage Schönermark und eine eigene Kleinkläranlage für Dollgow und Güldenhof vor. Der angedachte Standort dieser Anlage - Wurzelraumanlage oder unbelüfteter Abwasserteich - liegt am Auslauf des Dollgower Sees. Beide Anlagentypen bergen im Falle der Untersuchungsgewässer große ökologische Risiken, da in ihnen keine Nährstoffeliminierung erfolgt. Eine weitere Eutrophierung des Köperner Sees wäre damit absehbar. Ein verstärkter Sestonabfluß aus diesem See kann die rhytrale Artengemeinschaft am Unterlauf des Kleinen Rhins gefährden. Mit erheblichen Auswirkungen auf die O₂-Verhältnisse wäre zu rechnen.

Für die Restaurierung von Flachseen kommen nach KLAPPER (1992: 33) in erster Linie die Entschlammung, Entlandung, chemische Sedimentkonditionierung und die Biomanipulation in Frage. Auch der winterliche Schilfschnitt kann zu einer Abschöpfung der Nährstoffe beitragen (KLAPPER 1992: 14). Die sommerlichen P-Freisetzungen aus Zeutensee und Dollgower See lassen auf erhebliche P-Vorräte im Sediment schließen, so daß hier die Entschlammung oder Sedimentkonditionierung wirksame Mittel zur Verminderung der Trophie wären. Derartige Maßnahmen sind allerdings sehr kostenaufwendig und mit den

Zielen des Naturschutzes nicht immer zu vereinbaren. Der Abtransport des Schlammes erfordert schweres Gerät und wäre zumindest am Zeutensee naturschutzfachlich bedenklich.

Die heutigen Wasserstände von Zeutensee, Großem Törnsee, Dollgower See und Pritzkowsee weichen erheblich von den ursprünglichen Verhältnissen ab. Das vorrangige Entwicklungsziel sollte die Aufhöhung der Wasserstände sein. Durch größere Tiefen wird eine geringere Trophie der Seen begünstigt. Die erhöhte Retention hätte eine positive Wirkung auf den Landschaftswasserhaushalt. Höhere Wasserstände würden die Mineralisierung des Niedermooses verlangsamen und damit die Nährstoffausträge in die Gewässer verringern. Als weitere Folge wäre mit einer verbesserten Nutzbarkeit der Randwiesen am Törnseegraben zu rechnen, die heute weiträumig von nitrophilen Brennesselfluren eingenommen werden.

Durch weitere Untersuchungen ließe sich klären, welche Möglichkeiten eine auf Trophieverminderung ausgerichtete fischereiliche Bewirtschaftung der Gewässer birgt. Nach KASPRZAK (1996: 135) ist die Biomanipulation besonders geeignet für Gewässer, deren Einzugsgebiet bereits saniert ist und in denen autochthone Nährstoffquellen überwiegen. Dies trifft in hohem Maße auf den Zeutensee und den Großen Törnsee zu.

7.2 Fließgewässer

In Tab. 7.1 sind die Bewertungen aus dem vorhergehenden Kapitel zusammenfassend dargestellt.

Sicherung naturnaher Fließgewässerabschnitte

Die Abschnitte R1-R8 am Unterlauf des Kleinen Rhins und die Abschnitte D3 und D4 am Oberlauf des Dollgower Seegrabens sind die aus Sicht des Gewässerschutzes vorrangig zu sichernden Fließgewässerteile. Nur an den Untersuchungsstellen U1 und U7 konnten gefährdete rhitrale Arten gefunden werden. Der Unterlauf des Kleinen Rhins ist unbegradigt und besitzt eine reich strukturierte Sohle. Der Oberlauf des Dollgower Seegrabens besitzt in den Abschnitten D3 und D4 noch ein natürliches Profil. Der Beschattungsgrad durch Erlengalerien und Erlenbruchwälder ist an beiden Gewässerteilstücken hoch.

Zu Beeinträchtigungen kommt es am Unterlauf des Kleinen Rhins durch den O₂-zehrenden Sestonabbau am Mittellauf des Kleinen Rhins und durch Schlammverlagerungen vom Mittel- zum Unterlauf, die zur Verschlammung der Kolke im naturnahen Abschnitt R8 geführt haben.

Die Bewertung der starken Faulschlammabildung an Kleinem Rhin und Törnseegraben muß abschnittsbezogen erfolgen. Sie führt im positiven Sinne zur Aufhöhung der Sohle und zur Verminderung der Niedermoordegradierung und sichert damit den Erhalt der Feuchtwiesen. Andererseits kommt es durch die Sohlverschlämzung zur Verdrängung rhitraler Arten, die an eine hartgrundige Sohle gebunden sind. Am potamalen Oberlauf des Kleinen Rhins und am Törnseegraben sollte aus Sicht des Naturschutzes eine Sohlverschlämzung toleriert werden, weil hier aufgrund des geringen Gefälles nicht mit dem Auftreten rhitraler Arten gerechnet werden kann und die positiven Wirkungen überwiegen.

Tab. 7.1: Naturnähe der Fließgewässer (Übersicht)

	Abfluss	Profil	Ufervegetation	Rheotyp. Arten	Saprobie	O ₂	NH ₄	NO ₂	NO ₃	o-PO ₄
Kleiner Rhin										
R1					-	-	-	-	-	-
R2/U1					-	III	II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
R3					-	-	-	-	-	-
R4					-	-	-	-	-	-
R5					-	-	-	-	-	-
R6					-	-	-	-	-	-
R7					-	-	-	-	-	-
R8/U2					-	II-IV bis IV	II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
R9					-	-	-	-	-	-
R10					-	-	-	-	-	-
R11					-	-	-	-	-	-
R12/U3					-	II-III	I-II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
R13					-	-	-	-	-	-
R14					-	-	-	-	-	-
R15/U4					-	III	I-II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
R16/U5					-	II-III	I-II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
R17					-	-	-	-	-	-
Törnseegraben										
T1					-	-	-	-	-	-
T2/U8					-	II-IV bis IV	II	II bis II-III	I bis I-II	II bis II-III
T3/U9					-	II-IV bis IV	II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
T4/U10					-	III	II	I bis I-II	I bis I-II	II bis II-III
Dollg. Seegraben										
D1					-	-	-	-	-	-
D2/U6					-	III	I-II	I bis I-II	II bis II-III	II bis II-III
D3/U7					-	III	I-II	I bis I-II	II bis II-III	II bis II-III
D4					-	-	-	-	-	-
D5					-	-	-	-	-	-
D6					-	-	-	-	-	-

<p>naturlich naturmah bedingt naturmah naturfern sehr naturfern extrem naturfern</p>		<p>Güteklasse I: Güteklasse II: Güteklasse III: Güteklasse IV:</p>	<p>unbelastet gering belastet mäßig belastet kritisch belastet stark verschmutzt sehr stark verschmutzt übermäßig verschmutzt</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Die kurzen hartgrundigen Strecken in R15 und T2 könnten aber als Laichplatz des *Gründlings* erhalten werden. Hier müsste die Beschattung vorrangig erhöht werden, um die starke Vegetationsentwicklung einzudämmen, die eine Verschlammung begünstigt. Gleiches gilt für den Abschnitt R12 am Mittellauf des Kleinen Rhins.

Das Entwicklungsziel am Mittellauf sollte die Sicherung der Populationen der gefährdeten Arten am Unterlauf sein. Dazu ist es notwendig, die Funktion des Mittellaufs als Reinigungsstrecke für den Unterlauf zu erhalten. Der Rückhalt des Sestons aus dem Köperner See sollte möglichst weit bachaufwärts erfolgen, damit in der anschließenden Gewässerstrecke durch die atmosphärische O₂-Anreicherung wieder O₂-Gehalte erreicht werden können, die eine Schädigung der aquatischen Fauna ausschließen.

Der Mühlenteich an der Köperner Mühle könnte als erster Schlammfang dienen. Der gefällearme Abschnitt R9 bietet sich als natürliche Absetzstrecke an. Seine Ufer müssten auch zukünftig frei von Gehölzbewuchs gehalten werden, damit sich hier die submerse Vegetation weiterhin voll entwickeln kann. Auch das aufgeweitete Profil ist zu erhalten, um eine maximale Rückhaltewirkung zu gewährleisten.

Diese Ziele stehen im Widerspruch zu einer Renaturierung dieses Abschnitts, die eine Profilverengung und eine stärkere Beschattung anstreben müsste. Beide Maßnahmen würden aber zu einer geringeren Abbauleistung am Mittellauf führen. Sie sollten erst dann in Erwägung gezogen werden, wenn eine Verringerung der Trophie des Köperner Sees eingetreten ist.

Bei der naturschutzfachlichen Abwägung zur weiteren Entwicklung ist auch das Vorkommen der Zielart *Aphelocheirus aestivalis* zu berücksichtigen. Für Zielarten müssen gezielte Schutzbemühungen angestrengt werden (BRAASCH 1995: 6). Durch geeignete Maßnahmen könnte möglicherweise eine Ausbreitung der rhitrallen Arten in bachaufwärts gelegene Abschnitte des Unterlaufs ermöglicht werden. Hier wäre zunächst zu überprüfen, welche Ausdehnung die Vorkommen der einzelnen Arten heute besitzen, um später Erfolgskontrollen durchführen zu können.

Der Faulschlamm sollte am Mittellauf regelmäßig entfernt werden. Die Entschlammung in den Monaten August-November birgt die geringsten ökologischen Risiken (MUNR 1997: 27).

Eine Erhöhung des Beschattungsgrads am Unterlauf hemmt die Vegetationsentwicklung im Profil und vermindert damit das Risiko von Schlammablagerungen. Insbesondere in den Abschnitten R2, R5 und R7 müsste der Uferbewuchs durch Gehölze noch gefördert werden. Durch eine starke Beschattung wird auch die Aufheizung des Gewässers vermindert und kaltstenotherme rhitrallen Arten werden gefördert. Die natürliche Verjüngung ist der Pflanzung vorzuziehen. Die Erfahrungen am Dollgower Seegraben zeigen, daß durch Abzäunung von Uferstreifen in kurzer Zeit vitale Gehölzgalerien entstehen. Auf eine Krautung kann bei ausreichender Beschattung am Unterlauf verzichtet werden. Grundräumungen sind in diesem Abschnitt zu vermeiden. Totholz sollte im Gewässerbett verbleiben, auch das künstliche Einbringen ist zu befürworten. Die Beseitigung der Sohlschwelle im Bereich des Durchlasses RB1 könnte die Verschlammung des Abschnitts R3 künftig verhindern.

Renaturierung naturferner Fließgewässerabschnitte

Im Landschaftsrahmenplan für den Altkreis Gransee wird die Renaturierung des Oberlaufs des Kleinen Rhins und des Dollgower Seegrabens empfohlen.

Die Renaturierung des Oberlaufs des Kleinen Rhins sollte neben einer Laufverlängerung - hier bietet sich zunächst der Anschluß der noch erhaltenen abgetrennten Bachmäander an - besonders eine Sohlaufhöhung und Profileinengung anstreben, um höhere Fließgeschwindigkeiten zu ermöglichen. Große Defizite bestehen am Oberlauf auch hinsichtlich der Ufergehölze. Durch eine stärkere Beschattung könnte der übermäßige Bewuchs der Sohle eingedämmt werden und auf eine Krautung mittelfristig verzichtet werden.

Erheblicher Handlungsbedarf besteht am Unterlauf des Dollgower Seegrabens. Das Profil ist hier sehr naturfern. Durch die Stützswellen besitzt dieser Teil Standgewässercharakter, die Anzahl rheotypischer Arten ist entsprechend gering. Die Stützswellen sind angesichts der großen Profiltiefe nicht in der Lage, einen wirkungsvollen Beitrag zur Sohlaufhöhung zu leisten. Aus Sicht des Naturschutzes ist hier die Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse durch Verfüllung des überdimensionierten Profils zu befürworten. Aufgrund des starken Gefälles, der niedrigen Temperaturen und der geringen organischen Belastung besitzt der Unterlauf des Dollgower Seegrabens ein großes biotisches Potential. In Abschnitt D2 sollte das Aufkommen von Gehölzen gefördert werden, um den starken Seggenbewuchs einzudämmen, der zu einer weiteren Verminderung der Fließgeschwindigkeit führt.

Am Oberlauf des Dollgower Seegrabens müssen Renaturierungsbemühungen die Wiederherstellung des natürlichen Abflusses zum Ziel haben. Dazu wäre die Reparatur des beschädigten Bauwerks GB3 und die Verfüllung der beiden Überläufe vom Dollgower Seegraben in den Umgehungsgraben nötig. Ferner müßte die Rohrverbindung zwischen dem nördlichen Randgraben und dem Umgehungsgraben verschlossen werden, damit dieses Wasser wieder unterirdisch dem Dollgower Seegraben zuströmen kann. Die Fassungen der Quellen im Bereich der alten Fischteiche besitzen heute keine Funktion mehr und könnten entfernt werden.

Nach den Ergebnissen dieser Arbeit besteht auch am Törnseegraben erheblicher Handlungsbedarf, weil dieses Gewässer heute keinen Fließgewässercharakter mehr besitzt. Eine Renaturierung des Törnseegrabens müßte eine Verengung des Profils oder eine Vergrößerung des Durchflusses zum Ziel haben. Die Wiederherstellung der ursprünglichen Abflußverhältnisse ist nicht anzustreben, da der Polzowkanal sich zu einem naturschutzfachlich bedeutsamen Gewässer entwickelt hat und sich die Biozönose seit 1751 an die Bedingungen angepaßt hat. Eine Renaturierung des Törnseegrabens wird hier nicht empfohlen, weil die Aufhöhung der Wasserstände von Zeutensee und Kleinem und Großen Törnsee Priorität besitzt. Durch einen Anstau dieser Seen wird die Fließgeschwindigkeit weiter verringert, so daß nur ein erheblicher Rückbau dem Törnseegraben wieder Fließgewässercharakter verleihen könnte.

Zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit sollte das Mühlenwehr der Köpermitzer Mühle zu einer rauhen Sohlgleite umgebaut werden.

8. Zusammenfassung

Der Kleine Rhin ist ein kleines Fließgewässer im nördlichen Brandenburg, er mündet nahe der Stadt Rheinsberg in den Rheinsberger Rhin. Neben dem Kleinen Rhin werden seine Zuflüsse - der Dollgower Seegraben und der Törnseegraben - und die größeren Stillgewässer des Einzugsgebiets betrachtet.

Im Untersuchungsgebiet besteht aus naturschutzfachlicher Sicht ein Handlungsbedarf. Große Strecken der Fließgewässer wurden naturfern ausgebaut. An einem der Seen wurde von 1970-1990 eine Entenmastanlage betrieben, die zur Eutrophierung des Gewässersystems beitrug. Das Untersuchungsgebiet besitzt eine hohe Bedeutung für den Naturschutz. Der überwiegende Teil befindet sich im Verfahren zur Festsetzung als Naturschutzgebiet und ist Bestandteil des Europäischen Vogelschutzgebiets "Stechlin".

In dieser Diplomarbeit wird die Naturnähe der Gewässer untersucht, um anschließend Empfehlungen zu formulieren, welche Gewässer und Gewässerteile vorrangig zu sichern und zu entwickeln sind. Die Vorgaben der Landschaftsrahmenplanung sollen konkretisiert und ergänzt werden. Zur Entwicklung des Leitbildes werden die früheren Gewässerzustände und die naturnahen Gewässer und Gewässerteile des Einzugsgebiets betrachtet.

Die Seenuntersuchungen umfassen die Ermittlung der Trophie, die Untersuchung der submersen Makrophyten und die Vermessung der Wasserspiegellagen, Gewässerflächen und Gewässertiefen. Hier steht die Bewertung der Naturnähe der heutigen Trophie im Vordergrund.

An den Fließgewässern werden die Abflußverhältnisse, die Gewässerstruktur, die faunistische Besiedlung, die Nährstoffgehalte und die O₂-Verhältnisse untersucht. Zur Bewertung der Naturnähe der einzelnen Kriterien wird überwiegend auf formale Bewertungssysteme verschiedener Autoren zurückgegriffen.

Bei allen untersuchten Seen handelt es sich um polymiktische Flachseen. Köperner See und Großer Törnsee sind schwach polytrophe Gewässer, Zeutensee und Dollgower See sind deutlich polytroph. Die Primärproduktion von Zeutensee und Dollgower See liegt bereits in der Größenordnung hypertropher Gewässer. Diese Seen besitzen praktisch keine submerse Vegetation. Ursprünglich waren diese Seen eutroph. Die Aufnahmen früherer Jahre legen den Schluß nahe, daß Großer Törnsee und Köperner See noch in der Mitte dieses Jahrhunderts mäßig eutroph gewesen sind, während Zeutensee und Dollgower See bereits 1950 hocheutroph oder polytroph waren. Neben den Intensivnutzungen als Entenmast- und Karpfenintensivgewässer dürften auch die starken Wasserspiegelabsenkungen der Seen zu deren Eutrophierung beigetragen haben. Der Pritzkowsee wurde um 1,5 m abgesenkt, am Zeutensee, Großem Törnsee und Dollgower See beträgt die Absenkung rund 1 m. Der Kleine Törnsee verlandete durch die Absenkung.

Die Untersuchung der Trophie ergab keine wesentlichen Veränderungen im Vergleich zur Untersuchung durch das Gewässerkataster in den Jahren 1992/93. Am Zeutensee und Dollgower See wurden geringere Phosphorwerte gemessen. Die Chlorophyll-a-Werte fielen am Zeutensee deutlich niedriger und am Dollgower See deutlich höher als 1992/93 aus.

Durch die extensivierte Nutzung der Gewässer ist langfristig mit der Verminderung der Phosphor-Gehalte in den Seen zu rechnen.

Der Dunkelsee liegt nach den Nährstoffverhältnissen und den Chlorophyll-a-Gehalten im oligotroph-mesotrophen Übergangsbereich. Seine submerse Vegetation ist reich an *Characeen*, es konnten zwei in Brandenburg vom Aussterben bedrohte und fünf stark gefährdete Arten nachgewiesen werden. Die submerse Vegetation des Dunkelsees hat sich seit 1950 nicht verändert, es ist davon auszugehen, daß die Trophie des Dunkelsees seiner potentiell natürlichen Trophie entspricht.

Große Teile des Kleinen Rhins wurden begradigt, verbreitert und vertieft. Der Unterlauf blieb unbegradigt, wurde aber durch Unterhaltungsmaßnahmen erheblich vertieft. Das Profil des Kleinen Rhins ist heute weitgehend naturfern, am Unterlauf bedingt naturnah. Durch den Bau des Polzowkanals verlor der Kleine Rhin einen Teil seines Abflusses. Der Ober- und Mittellauf sind weitgehend unbeschattet.

Anspruchsvolle rheotypische Arten konnten fast nur am gefällereichen Unterlauf gefunden werden. Naturschutzfachlich am bedeutsamsten ist das Vorkommen der in Brandenburg vom Aussterben bedrohten *Grundwanze* (*Aphelocheirus aestivalis*). Daneben konnten zahlreiche Leitarten des Rhitrals und fünf gefährdete oder potentiell gefährdete Arten nachgewiesen werden. Aber auch hier kam es zu einer Artenverarmung. *Bachneunauge* und *Bachmuschel* kamen hier früher vor und konnten jetzt nicht mehr gefunden werden. Das Vorkommen der *Bachforelle* beruht wahrscheinlich auf Besatzmaßnahmen.

Der Ober- und Mittellauf werden fast ausschließlich von ungefährdeten potamalen und euryöken Arten besiedelt. Neben den geringen Fließgeschwindigkeiten dürften dafür auch die hohen Temperaturen, die starke Verschlammung der Sohle und die große organische Belastung durch das Seston der Seen verantwortlich sein. Der Mittellauf hat eine wichtige Reinigungsfunktion für den Unterlauf. Hier wird im Sommer die organische Belastung deutlich reduziert. Am Kleinen Rhin wurden im Sommer O₂-Konzentrationen gemessen, die charakteristisch für kritisch bis übermäßig verschmutzte Gewässer sind. Im Gegensatz dazu sind die Saprobienindices von 2,0-2,2 am Kleinen Rhin typisch für mäßig belastete Gewässer.

Der Törnseeegraben verlor durch den Bau des Polzowkanals etwa 4/5 seines Durchflusses. Durch das breite Profil und den verlorengegangenen Abfluß hat der Törnseeegraben heute keinen Fließgewässercharakter mehr und ist ebenfalls stark verschlammt. Am Törnseeegraben konnten am wenigsten rheotypische Arten gefunden werden. Der O₂-Haushalt des Törnseeegrabens ist extrem gestört, im Sommer wurden an zwei von drei Untersuchungsstellen über längere Zeiträume O₂-Gehalte von <2 mg/l gemessen. Der Grund ist auch hier die organische Belastung durch das Seston der durchflossenen Seen. Auch am Törnseeegraben deutet der Saprobienindex von 2,5 lediglich auf eine kritische Belastung hin.

Der Dollgower Seegraben ist ein sommerkühler Quellbach. Entsprechend konnten an seinem Oberlauf einige Leitarten des Krenals und Rhitrals nachgewiesen werden, darunter vier in Brandenburg gefährdete Arten. Der Oberlauf besitzt einen Saprobienindex von 2,0. Nur hier sind noch natürliche Profile erhalten geblieben. Es wurden jedoch zwei parallele Gräben angelegt, die dem Oberlauf heute einen großen Teil seines Abflusses nehmen. Der Unterlauf wurde stark verbreitert und vertieft. Als Renaturierungsmaßnahme wurden später zur

Sohlaufhöhung Stützwällen eingebaut. Bislang konnte sich noch keine festgrundige höhere Sohle ausbilden, die Stützwällen führen noch immer zum Aufstau des Gewässers. Durch die Stauwirkung fehlen unterhalb des Pritzkowsees alle rheophilen und gefährdeten Arten.

Der Einfluß des Törnseegrabens auf die Gewässergüte des Kleinen Rhins ist nicht erheblich. Das aus dem Dollgower See abfließende Wasser besitzt ähnliche Nährstoffgehalte und eine vergleichbare organische Belastung. Der Törnseegraben steuert beim Zusammenfluß beider Gewässer auch nur rund ein Drittel zum Gesamtabfluß bei.

Der Verminderung der Trophie der Seen sollte im Untersuchungsgebiet die höchste Priorität eingeräumt werden. Weil die Tiefe bei Flachseen ein entscheidendes Kriterium für deren Produktivität ist, wird die Aufhöhung der Wasserstände von Zeutensee, Großem und Kleinem Törnsee, Dollgower See und Pritzkowsee empfohlen.

Während die Sohlverschlammung am Oberlauf des Kleinen Rhins toleriert werden sollte, um den Bestand der Feuchtwiesen zu sichern, sollte der Schlamm am Mittellauf regelmäßig entfernt werden, damit eine Schlammverlagerung in den rhitralen Unterlauf vermieden wird. Der Mittellauf sollte unbeschattet bleiben, um hier weiterhin einen möglichst hohen Sestonrückhalt zu gewährleisten.

Renaturierungsbedarf besteht vor allem am Unterlauf des Dollgower Seegrabens, weil dieses Gewässer sich in einem sehr naturfernen Zustand befindet und aufgrund des großen Gefälles, der geringen Temperaturen und der geringen organischen Belastung ein großes biotisches Potential besitzt.

9. Quellenverzeichnis

- AHLERS, F. (1998, mündl. Mitteilung.). F. Ahlers war als Mitarbeiter der Wasserwirtschaft seit 1956 für den Kleinen Rhin zuständig
- ANWAND, K. (1973): Gewässerverzeichnis der Seen- und Flußfischerei der DDR. - Hrsg.: Institut für Binnenfischerei Berlin
- BACKHAUS, D. (1998, mündl. Mitteilung). D. Backhaus war von 1965-1990 Leiter der Meliorationsgenossenschaft "Granseer Gewässer"
- BALON, E.K. (1975): Reproductive guilds of fishes - A proposal and definition. - J. Fish. Res. Board Can. 32 (6)
- BALON, E.K. (1981): Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. - Environ. Biol. Fish. 6
- BARNDT, G., BOHN, B. & KÖHLER, E. (1992): Biologische und chemische Gütebestimmung von Fließgewässern. - Schriftenreihe der Vereinigung deutscher Gewässerschutz 53
- BECK, F. (Hrsg., 1970): Historisches Ortslexikon für Brandenburg, Teil II: Ruppin. - Veröffentlichungen des Staatsarchivs Potsdam 7. Weimar: Verlag Hermann Böhlaus Nachf.
- BLHA (o. J. a): Rep.27c Neuruppin, Nr. 1265
- BLHA (o. J. b): Rep. 31a, Nr. 3026
- BLHA (o.J. c): Rep.31a Nr.3761
- BLHA (o.J. d): Rep.208 Nr. 3784
- BÖHME, M. (1996): Sauerstoffhaushalt, Sestonrückhalt und die Bedeutung von Makrophyten in einem naturnahen Flachlandfluß (Löcknitz). - Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands, 3/1996
- BÖTTGER, K. & PÖPPERL, R. (1992): Aussagen zum Natürlichkeitsgrad von Bächen anhand rheotypischer Faunenelemente, dargestellt unter besonderer Berücksichtigung der Tieflandsbäche Schleswig-Holsteins. - Limnologie aktuell 3. Stuttgart: Fischer Verlag
- BÖTTCHER, A. (1998, mündl. Mitteilung). A. Böttcher war Vorsitzender und Brigadeleiter der "Fischereigenossenschaft Neuglobsow" und ist heute Pächter des Dollgower Sees
- BRAASCH, D. (1995): Zur Bewertung rheotypischer Arten in Fließgewässern des Landes Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, 3/1995
- BRAASCH, D., SCHARF, R. & KNUTH, D. (1993): Zur Erfassung und Bewertung sensibler Fließgewässer im Land Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, 2/1993
- BRAASCH, D., SCHARF, R. & KNUTH, D. (1994): Konzeption eines naturschutzbezogenen Fließgewässer-Biotopverbundsystems im Land Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, 1/1994
- BRAUKMANN, U. (1987): Zoozoologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. - Ergebnisse der Limnologie 26. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung
- BRAUN-BLANQUET (1964): Pflanzensoziologie. - Wien
- BRUNKEN, H. (1986): Zustand der Fließgewässer im Landkreis Helmstedt: Ein einfaches Bewertungsverfahren. - Natur und Landschaft 61
- CASPER, P. (1994): Die Cäsium-Datierung von Sedimenten unterschiedlicher mikrobieller Aktivität. - Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Limnologie. In: Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 1994 in Hamburg

- DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNGEN e.V.: Deutsche Industrie Norm (DIN) 38 410, 24. Lieferung von 1991
- DWD (1997, unveröff.): Klimabeurteilung zur Anerkennung als Erholungsort für die Stadt Lychen
- DWD (schriftl. Mitt. 1998 a): Ergebnisse der Durchflußmessungen am Regelbauwerk Nehmitzsee von 1958-1997
- DWD (schriftl. Mitt. 1998 b): Ergebnisse der monatlichen Pegestandsmessungen an Zeutensee, Roofensee, Nehmitzsee, Plötzensee, Großem Tietzensee und Großer Fuchskuhle von 1957-1997
- EYRICH, A. (1992): Hydrographische und limnogeologische Untersuchungsergebnisse aus Gewässern des östlichen Bereiches von Berlin. - In: Sonderdruck der Deutschen Gewässerkundlichen Mitteilungen 36, (1)
- GINZEL, G. & HANDKE, H. (1995): Hydrogeologische Studie zur Abgrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes des Stechlin- und Nehmitzsees. - Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin
- GSTA (o.J.): Abt. I, Rep. 87F, Nr. 3714-3725 und Nr. 3833-3835
- GuG (Manuskript, o.J.): Grundlagen der Trophieklassifizierung durch das Seenkataster, Potsdam
- HEINRICH, D. & HERGT, M. (1994): dtv-Atlas zur Ökologie. - München: Deutscher Taschenbuch Verlag
- HOESCH, A. & BUHLE, M. (1996): Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. - Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands, 1/96.
- HOLM, A. (1989): Ökologischer Bewertungsrahmen Fließgewässer (Bäche) für die Naturräume der Geest und des östlichen Hügellandes in Schleswig-Holstein. - Naturschutz und Landschaftspflege des Landes Schleswig-Holstein 7 (46)
- JACOBSEN, H. P. (1990, unveröff.): Untersuchungen zu Möglichkeiten der Reproduktion natürlicher Bedingungen in den Einzugsgebieten von Döllnitz und Kleiner Rhin in den Jahren 1986-1990
- KASPRZAK, P. (1996): Möglichkeiten und Grenzen der Biomanipulation bei der Sanierung brandenburgischer Seen. - Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands, 2/96
- KLAPPER, H. (1992): Eutrophierung und Gewässerschutz. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- KNUTH, D. et al. (im Druck): Rote Liste und Artenverzeichnis (Checkliste) der im Bundesland Brandenburg vorkommenden Rundmäuler und Fische. - Hrsg: Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam
- KNUTH, D. (1998, mündl. Mitteilung). Dr. D. Knuth ist Leiter der Abteilung Natur & Umwelt am Potsdam-Museum.
- KRAUSE, A. (1992): Zur Natürlichkeit von Fließgewässern - Eine Annäherung anhand botanischer Kriterien bei der Bewertung von Wasserläufen. - Limnologie aktuell 3. Stuttgart: Fischer Verlag
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae).- Süßwasserflora von Mitteleuropa, 18. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- LGR (o.J.): Bohrprotokolle des Brunnenbauunternehmens K. Fröhlich
- LUA (1995): Biotopkartierung Brandenburg - Kartierungsanleitung. - Potsdam: Unze-Verlag
- LETTOW, A. (1998, mündl. Mitteilung). A. Lettow ist Mitarbeiter des Gewässerunterhaltungsverbands Oberer Rhin/Temnitz
- MAUCH, E. (1992): Ein Verfahren zur gesamtökologischen Bewertung der Gewässer. - Limnologie aktuell 3. Stuttgart: Fischer Verlag

- MAUERSBERGER, H. & MAUERSBERGER, R. (1996, unveröff.): Die Seen des Biosphärenreservates "Schorfheide-Chorin" - eine ökologische Studie
- MELZER, A. (1988): Der Makrophytenindex - eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen. - Habilitationsschrift der Technischen Universität München
- MIETZ, O. (1996): Allgemeiner hydrogeographisch-limnologischer Überblick über die Seen Brandenburgs und die Entwicklung eines Klassifikationsmodells für die glazialen Seen des Norddeutschen Tieflandes. - Studien und Arbeitsberichte aus dem Institut für angewandte Gewässerökologie in Brandenburg 2
- MIETZ, O. et al. (1996): Die Seen im Brandenburgischen Jungmoränenland, Teil 1. - Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg
- MUNR (Hrsg., 1997): Richtlinie für die naturnahe Unterhaltung und Entwicklung von Fließgewässern im Land Brandenburg
- MUNR (Hrsg., 1993): Rote Liste der gefährdeten Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg
- MUNR (Hrsg., 1992): Rote Liste der gefährdeten Tiere im Land Brandenburg
- MÜLLER, H. (1983): Fische Europas. - Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag
- NIEHOFF, N. (1996): Ökologische Bewertung von Fließgewässerlandschaften. - Berlin: Springer Verlag
- OEHLKE, J. et al. (1996, unveröff.): Zoologische Leit- und Zielarten der bedeutsamsten Biotoptypen des Bundeslandes Brandenburg, Teil Wirbellose
- RASPER, M., SELLHEIM, P. & STEINHARDT, B. (1991): Das niedersächsische Fließgewässerschutzsystem - Grundlagen für ein Schutzprogramm. - Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 25, (4), Hannover
- SAMTER, M. (1912): Statistik der märkischen stehenden Gewässer. - Bes. Mitt. zum Gewässerkundlichen Jahrbuch Norddeutschlands 2, (4)
- SCHIEMER, F. & WAIDBACHER, H. (1992): Strategies for Conservation of a Danubian Fish Fauna. - In: River Conservation and Management, John Wiley & Sons Ltd
- SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie.- Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- SCHOLZ, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. - Hrsg.: Pädagogisches Bezirkskabinett, Potsdam
- SCHWOERBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- SCHWOERBEL, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie - Süßwasserbiologie. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- Technische Gewerbe- und Lieferbedingungen der DDR (TGL) 27885/01 von 1982: Fachbereichsstandard zur Klassifizierung stehender Binnengewässer. - Leipzig: Verlag für Standardisierung
- THIEL, U. (1998, mündl. Mitt.). U. Thiel ist Mitarbeiter für Gewässermanagement beim Landesanglerverband Brandenburg
- VEBMEL (1965): Vermessungsunterlagen für die Hauptinstandsetzung des Kleinen Rhins. - Im Besitz des Gewässerunterhaltungsverbands Oberer Rhin/Temnitz
- VEBMEL (1971): Vermessungsunterlagen für die Hauptinstandsetzungen des Kleinen Rhins und Törnseegrabens. - Im Besitz des Gewässerunterhaltungsverbands Oberer Rhin/Temnitz
- WALL, S. (1998, mündl. Mitt.). S.Wall ist stellv. Leiterin des Naturparks "Uckermärkische Seen"

WARINGER, J. & GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. - Wien: Facultas Universitätsverlag

ZEUSCHNER, T. (1998, mündl. Mitteilung). T. Zeuschner ist Pächter des Zeutensees, Großen Törnsees und Köperrützer Sees

Bestimmungsliteratur

Fauna

ASKEW, R.R. (1988): The Dragonflies of Europe. - Colchester, GB: Harley Books

EDINGTON, J.M. & HILDREW, A.G. (1995): Caseless Caddis Larvae of the British Isles. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

ELLIOT, J. M. & HUMPESCH, U. H. (1983): A Key to the Adults of the British Ephemeroptera. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

ELLIOT, J. M. & HUMPESCH, U. H., MACAN, T. T. (1988): Larvae of the British Ephemeroptera. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

ELLIOT, J. M. & MANN, K. H. (1979): A Key to the British Freshwater Leeches. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (Hrsg., 1971): Die Käfer Mitteleuropas, 3. Krefeld: Goecke & Evers

GEIGER, H. J., RYSER, H. M. & SCHOLL, A. (o.J.): Bestimmungsschlüssel für die Larven von 18 Zuckmückenarten der Gattung Chironomus. - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern

GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (1998): Süßwassermollusken. - Hrsg.: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. - Keltern: Verlag Erna Bauer

HICKIN, N. E. (1968): Caddis Larvae - Larvae of the British Trichoptera. - Associated University Presses, Inc., Cranbury, New Jersey, USA

HYNES, H. B. N. (1977): A Key to the Adults and Nymphs of British Stoneflies. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

KLAUSNITZER, B. (1991): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 1. Krefeld: Goecke & Evers

KLAUSNITZER, B. (1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 2. Krefeld: Goecke & Evers

LEPNEVA, S. G. (1966): Fauna of the USSR - Trichoptera. - Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Moskau-Leningrad

MACAN, T.T. (1969): A Key to the British Fresh- and Brackish-water Gastropods. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen. - Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin, Sonderheft S8

REYNOLDSON, T. B. (1978): A Key to the British Species of Freshwater Triclad. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

TOBIAS, W. & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica. Teil I: Imagines. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 49, Frankfurt/Main

WALLACE, I. D., WALLACE, B. & PHILIPSON, G. N. (1990): Case-bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland. - Hrsg.: Freshwater Biological Association, Cumbria, GB

WARINGER, J. & GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. - Wien: Facultas Universitätsverlag

Flora

KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae).- Süßwasserflora von Mitteleuropa, 18. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag

MEISTER, F. (1900): Beiträge zur Kenntnis der europäischen Arten von Utricularia. - Memoires de l'herbier boissier 12, Lyon

ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag

TAYLOR, P.: The Genus Utricularia. - Hrsg.: The Royal Botanical Gardens. Kew Bulletin, Additional Series 14. London, GB

WOOD, R. D. & IMAHORY, K. (1964): A Revision of the Characeae - Iconograph of the Characeae. - Weinheim: Verlag J. Cramer

10. Verzeichnis der Tabellen, Karten, Abbildungen und Bilder

Tabellenverzeichnis

Tab.	3.1	Merkmale (Auszüge) zur Typisierung von Seen	16
Tab.	4.1	Klassengrenzen der trophischen Kriterien	22
Tab.	4.2	Trophieklassen	22
Tab.	4.3	Artmächtigkeitskategorien	23
Tab.	4.4	Häufigkeitsstufen der Strukturgütekartierung	24
Tab.	4.5	Häufigkeitsklassen Makrozoobenthon	28
Tab.	4.6	Einstufung der Saprobienindices in die Gewässergüteklassen	29
Tab.	4.7	Einstufung der Makrophytenindices in die Trophieklassen	30
Tab.	4.8	Bewertung der Naturnähe des Abflußregimes	31
Tab.	4.9	Bewertung der Naturnähe des Profils	31
Tab.	4.10	Bewertung der Naturnähe der Ufervegetation	31
Tab.	4.11	Charakteristische O ₂ - und NH ₄ -Werte der Gewässergüteklassen	32
Tab.	4.12	Charakteristische NO ₃ -, NO ₂ - und o-PO ₄ -Werte der Gewässergüteklassen	32
Tab.	4.13	Bewertung der Naturnähe des Makrozoobenthons	32
Tab.	4.14	Bewertung der Naturnähe der Saprobienindices	33
Tab.	4.15	Vereinheitlichung der Bewertungssysteme	33
Tab.	5.1	Klassifizierung der trophischen Kriterien	35
Tab.	5.2	Tag/Nacht-Schwankungsbreite der O ₂ -Sättigung	36
Tab.	5.3	Submerse Makrophyten	37
Tab.	5.4	Jahresgebietsabflüsse und Abflußpenden	38
Tab.	5.5	Temperaturen	49
Tab.	5.6	Leitfähigkeit, pH-Wert	50
Tab.	5.7	O ₂ -Gehalt und O ₂ -Sättigung	50
Tab.	5.8	BSB ₂	55
Tab.	5.9	NO ₃	55
Tab.	5.10	NO ₂	57
Tab.	5.11	NH ₄	57
Tab.	5.12	N _{anorg.} -Jahresfrachten	58
Tab.	5.13	o-PO ₄ -P	58
Tab.	5.14	TP	58
Tab.	5.15	TP-Jahresfrachten	60
Tab.	5.16	Makrozoobenthon	61
Tab.	5.17	Saprobienindices	65
Tab.	5.18	Fische	66
Tab.	5.19	Unionidae	66
Tab.	5.20	Grundwasserproben	67
Tab.	6.1	Entwicklung der Sichttiefen	70
Tab.	6.2	Absenkung und Flächenverluste der Seen	74
Tab.	6.3	Entwicklung der trophischen Kriterien	76
Tab.	7.1	Naturnähe der Fließgewässer (Übersicht)	91
Tab.	11.1	Lagefestpunkte	105
Tab.	11.2	Sohlhöhe des Unterlaufs des Kleinen Rhins	105
Tab.	11.3	Entwicklung der Wasserstände, Gewässerflächen und maximalen Tiefen	106
Tab.	11.4	Meßwerte Sichttiefe, Chlorophyll-a-Gehalt und TP (Seen)	107
Tab.	11.5	Meßwerte der Durchflußmessungen	107
Tab.	11.6	Ergebnisse der Strukturgütekartierung (Abschnitte)	108
Tab.	11.7	Ergebnisse der Strukturgütekartierung (Bauwerke)	110

Tab.	11.8	Meßwerte Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert	111
Tab.	11.9	Meßwerte der Temperaturtagesgänge	112
Tab.	11.10	Meßwerte der O ₂ -Tagesgänge	112
Tab.	11.11	Meßwerte O ₂ und BSB ₂	113
Tab.	11.12	Meßwerte NO ₃ , NO ₂ und NH ₄	114
Tab.	11.13	Meßwerte o-PO ₄ -P und TP	115
Tab.	11.14	Meßwerte der Brunnenproben	116
Tab.	11.15	Makrozoobenthon (Häufigkeitsklassen aller Untersuchungstermine)	117
Tab.	11.16	Berechnung der Saprobienindices von U1	119
Tab.	11.17	Berechnung des Saprobienindex von U2	120
Tab.	11.18	Berechnung der Saprobienindices von U3	121
Tab.	11.19	Berechnung der Saprobienindices von U4	122
Tab.	11.20	Berechnung der Saprobienindices von U5	123
Tab.	11.21	Berechnung der Saprobienindices von U6	124
Tab.	11.22	Berechnung der Saprobienindices von U7	125
Tab.	11.23	Berechnung der Saprobienindices von U8	126
Tab.	11.24	Berechnung der Wertstufen nach HOLM	127

Kartenverzeichnis

Karte	1.1	Lage des Untersuchungsgebiets	7
Karte	1.2	Untersuchungsgewässer	9
Karte	2.1	Lage der Fürstenberger Endmoräne	12
Karte	2.2	Oberirdisches Einzugsgebiet und Binneneinzugsgebiete/Geologische Karte	14
Karte	4.1	Untersuchungsstellen	34
Karte	11.1	Gefälleverhältnisse	128
Karte	11.2	Karte von Schmettau (1767-87)	129
Karte	11.3	Urmeßtischblatt (1825)	130
Karte	11.4	Topographische Karte von 1932	131
Karte	11.5	Land der Witwe Schultze (1753)	132
Karte	11.6	Seen und Lücher in der Menzer Heide (1741)	133
Karte	11.7	Oberlauf Kleiner Rhin	134
Karte	11.8	Mittellauf Kleiner Rhin	135
Karte	11.9	Unterslauf Kleiner Rhin	136
Karte	11.10	Törnseeegraben	137
Karte	11.11	Dollgower Seegraben	138
Karte	11.12	Oberlauf Dollgower Seegraben	139

Abbildungsverzeichnis

Abb.	2.1	Längsprofil von Kleinem Rhin und Törnseeegraben	11
Abb.	5.1	Längsverlauf der O ₂ -Sättigung am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben	51
Abb.	5.2	Längsverlauf der O ₂ -Sättigung am Törnseeegr. und dem Hauptgr. der Zeutenwiese	51
Abb.	5.3	Tagesgang der O ₂ -Sättigung am Kleinen Rhin	52
Abb.	5.4	Tagesgang der O ₂ -Sättigung am Törnseeegraben	52
Abb.	5.5	Tagesgang der O ₂ -Sättigung am Dollgower Seegraben	52
Abb.	5.6	Längsverlauf des BSB ₂ am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben	54
Abb.	5.7	Längsverlauf des BSB ₂ am Törnseeegraben und dem Hauptgraben der Zeutenwiese	54
Abb.	5.8	Längsverlauf der NH ₄ - und NO ₂ -Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben	56
Abb.	5.9	Längsverlauf der NH ₄ - und NO ₂ -Geh. am Törnseeegr. und dem Hauptgr. der Zeutenwiese	56
Abb.	5.10	Längsverlauf der NO ₃ -Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben	56
Abb.	5.11	Längsverlauf der NO ₃ -Gehalte am Törnseeegr. und dem Hauptgr. der Zeutenwiese	56
Abb.	5.12	Längsverlauf der o-PO ₄ -P und TP-Gehalte am Kleinen Rhin und Dollgower Seegraben	59
Abb.	5.13	Längsverl. der o-PO ₄ -P und TP-Geh. am Törnseeegr. und dem Hauptgr. der Zeutenwiese	59

Abb.	6.1	Entwicklung der Sohlhöhe am Unterlauf des Kleinen Rhins	79
------	-----	---------------------------------------------------------	----

Bilderverzeichnis

Bild	3.1	Luftbildkarte Deutsches Reich von 1939	19
Bilder	5.1.1-5.1.4	Oberlauf des Kleinen Rhins	39
Bilder	5.2.1-5.2.4	Mittellauf des Kleinen Rhins	40
Bilder	5.3.1-5.3.5	Unterlauf des Kleinen Rhins	43
Bilder	5.4.1-5.4.4	Törnseegraben	44
Bilder	5.5.1-5.5.5	Dollgower Seegraben	47
Bild	6.1	Großer und Kleiner Törnsee auf dem Luftbild von 1953	75
Bild	6.2	Großer und Kleiner Törnsee auf dem Luftbild von 1992	75
Bild	6.3	Pritzkowsee auf der Luftbildkarte von 1939	75
Bild	6.4	Pritzkowsee auf dem Luftbild von 1992	75

11. Anhang

Tab. 11.1: Lagefestpunkte

Vermessenes Gewässer	Verwendeter Lagefestpunkt			
	Nummer	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü.NN
Großer Törnsee	n.e.	4568 350	5884 490	73,65
Dollgower See	n.e.	4568 350	5884 490	73,65
Köpernitzer See	n.e.	4564 560	5882 290	65,35
Pritzkowsee	n.e.	4567 675	5882 500	84,05
Kleiner Rhin (R2)	440900	4561 540	5880 660	57,23
Kleiner Rhin (R3-R8)	440900	4561 540	5880 660	57,23
	440700	4562 900	5881 390	65,79
Kleiner Rhin (R9)	440700	4562 900	5881 390	65,79

Tab. 11.2: Sohlhöhe des Unterlaufs des Kleinen Rhins

Entfernung von der Mündung (m)	Sohlhöhe (m.ü.NN)			Uferhöhe (m.ü.NN) 1965	Differenz Sohlhöhe 1998-1965 (I) (m)
	1965 (I) (Ist-Zustand)	1965 (A) (Ausbauzustand)	1998		
400	51,42	51,02	50,88	51,98	-0,54
600	51,74	51,64	51,21	52,34	-0,53
800	52,85	53,01	52,08	53,27	-0,77
1.000	53,27	53,17	52,61	53,81	-0,66
1.200	53,49	53,19	52,82	54,66	-0,67
1.400	53,54	53,25	52,9	53,95	-0,64
1.600	53,68	53,28	52,86	54,28	-0,82
1.800	53,83	53,44	53,1	54,42	-0,73
2.000	53,9	53,5	53,18	54,44	-0,72
2.200	54,05	53,65	53,44	54,73	-0,61
2.400	54,1	53,7	53,41	54,68	-0,69
2.600	54,2	53,8	53,57	54,88	-0,63
2.800	54,29	53,89	54,1	54,7	-0,19
3.000	54,44	54,13	54,13	55,6	-0,31
3.200	54,23	54,24	53,91	55,18	-0,32
3.400	54,11	54,28	54,07	54,85	-0,04

Tab. 11.3: Entwicklung der Wasserstände, Gewässerflächen und maximalen Tiefen

Gewässer	Wasserspiegellage (m.ü.NN)				Gewässerfläche (ha)			maximale Tiefe (m)						
	1912 ¹	1932 ²	1938 ³	1971 ⁴	1997/98	1912 ¹	1932 ⁷	1967/68 ⁸	1985	1912 ¹	1950 ¹¹	1967/68 ⁸	1990 ¹²	1998 ¹³
Zeutensee	59,3	59,3	n.e.	58,6	58,42 ⁵	26,6	24,2	22	17,8 ⁹	8	4	4	2	2
Großer Törnsee	59,2	59,2	n.e.	58,1	58,25 ⁶	21	17,3	n.e.	13,1 ⁹	4	3,5	3,5	2,6	2,3
Dollgower See	59,2	59,2	58,19	58	57,93 ⁶	21,2	20	19	18,0 ⁹	n.e.	2,8	2,8	n.e.	2,3
Pritzkowsee	n.e.	60,8	n.e.	n.e.	59,34 ⁶	n.e.	2,5	n.e.	1,2 ¹⁰	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Köperner See	57,4	57,4	57,06	57,1	57,23 ⁶	29,5	29,9	n.e.	24,6 ⁹	n.e.	9	n.e.	3,5	4
Dunkelsee	57,5	57,5	n.e.	n.e.	n.e.	5,1	5	5	4 ⁹	n.e.	n.e.	5	3,5	3

¹ nach SAMTERS (1912)

² nach topographischer Karte 1:25.000 von 1932

³ nach BLHA (o.J. a)

⁴ nach VEBMEL (1971)

⁵ nach DWD (1998 b)

⁶ nach eigener Nivellierung

⁷ nach eigener Planimetrierung der topographischen Karte 1:25.000 von 1932

⁸ nach Anwand (1973)

⁹ nach GuG (schriftl. Mitt. 1998)

¹⁰ nach eigener Planimetrierung der topographischen Karte AV 1:10.000 von 1985

¹¹ nach IGB (schriftl. Mitt. 1998) (Digitalisierung der topographischen Karte AV 1:10.000 von 1985)

¹² nach JACOBSEN (1990)

¹³ nach eigenen Messungen

Tab. 11.4: Meßwerte Sichttiefe, Chlorophyll-a-Gehalt und TP (Seen)

Eigene Daten	Zeutensee	Gr.Tömsee	Döllg. See	Köp. See
TP im Frühjahr (mg/l)				
18.02.1998	0,084	0,071	0,036	0,069
TP im Sommer (mg/l)				
26.05.1998	0,193	0,189	0,105	0,110
18.08.1998	0,199	0,080	0,118	0,060
Mittelwert	0,196	0,135	0,112	0,085
Chlorophyll-a im Sommer (mg/m ³)				
26.05.1998	74,0	48,0	63,0	26,0
18.08.1998	64,0	37,0	77,0	64,0
Mittelwert	69,0	42,5	70,0	45,0
Sichttiefe im Sommer (m)				
26.05.1998	0,3	0,7	0,4	1,3
18.08.1998	0,5	0,7	0,4	0,5
Mittelwert	0,4	0,7	0,4	0,9

Tab. 11.5: Meßwerte der Durchflußmessungen (m³/s)

Untersuchungsstelle	U1	U3	U4	U5	U6	U8
23.03.1998	0,19	0,18	0,13	0,06	0,02	0,03
26.04.1998	0,18	0,15	0,11	0,06	0,02	0,05
17.07.1998	0,11	0,08	0,05	0,04	0,01	0,01
20.08.1998	0,06	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01
Mittelwert	0,14	0,11	0,08	0,05	0,01	0,02

Tab. 11.6: Ergebnisse der Strukturkartierung (Abschnitte)

Abschnitt	Länge (m)	Linienführung	Breite (m)	Profiltiefe (m)	Sohlsubstrat ¹			Wassertiefe (m)	Fließgeschwindigkeit (m/s)		Strukturelemente ²	Beschattung ¹
					Geröll	Kies/ Sand	Schlamm		März	Aug.		
Unterauf Kleiner Rhin												
R1	150	leicht gewunden	5,5	0,8-0,9	0	4	0	0,3-0,4	n.e.	n.e.	Auf	1 (Erle)
R2	700	stark gewunden	3,5	1,8	1	4	0	0,2-0,3	0,87	0,26	Auf, B, K, S, U, T	1 (Erle)
R3	200	stark gewunden	4	0,8-1,4	0	0	4	0,3-0,4	n.e.	n.e.	Auf, B, T	4 (Erle)
R4	200	leicht gewunden	4,5	2	1	4	1	0,4-0,5	n.e.	n.e.	Auf, B, S, T, U	4 (Erle)
R5	300	stark gewunden	3,5	1,5-2	1	2	3	0,3-0,4	n.e.	n.e.	Auf, Ab, An, B, S, T, U	3 (Erle)
R6	250	leicht gewunden	3,5	1,3-1,5	1	3	2	0,3-0,4	0,22	0,22	S, T	4 (Erle)
R7	850	stark gewunden	4	1,3-1,5	0	4	1	0,3-0,4	0,29	0,09	Ab, Kolk, S, U	2 (Erle)
R8	350	leicht gewunden	4	>1,3	2	3	1	0,2-0,3	n.e.	n.e.	Auf, Kolk, T, U	4 (Buche)
Mittellauf Kleiner Rhin												
R9	1.050	leicht gewunden	5,5	1-1,2	0	0	4	0,2-0,3	0,7	<0,02	T	1 (Erle)
R10	250	gerade	3-4	1,2-1,4	0	4	1	0,2	n.e.	n.e.	T	2 (Erle)
R11	100	leicht gewunden	5,5	1-1,2	1	4	0	0,1-0,15	0,16	0,02	Ab, T	4 (Erle)
R12	500	leicht gewunden	3,5	1,5-1,7	0	4	0	0,2	0,19	0,11	Auf, T	2 (Erle)
R13	250	leicht gewunden	4-10	1-2	1	4	0	0,1	0,19	0,13	T,	4 (Erle)
Oberlauf Kleiner Rhin												
R14	850	gerade	4,5	0,5-0,7	0	0	4	0,15	0,04	<0,02	Auf, T, B	4 (Erle)
R15	800	gerade	2,5	1,3-1,5	0	1	4	0,3-0,5	0,24	0,12	Auf	1 (Erle)
R16	1.200	gerade	2-4	0,8-1,2	0	0	4	0,3-0,7	0,11	0,02	Auf, T	1 (Erle)
R17	350	gerade	2,5	0,8-1	0	0	4	0,4-0,5	n.e.	n.e.	T	1 (Erle, Weide)
Tömseeграben												
T1	400	gerade	3	0,8-1,2	0	1	4	0,1-0,25	n.e.	n.e.	T	1 (Erle)
T2	450	leicht gewunden	1-2	1-2	0	2	3	0,05-0,2	0,23	0,04	Auf, B, T	2 (Erle)
T3	250	leicht gewunden	2-5	0,8-1,4	0	1	4	0,1	0,06	<0,02	Auf, T	3 (Erle)
T4	1.000	leicht gewunden	4-5,5	0,5-1,3	0	0	4	0,15	<0,02	<0,02	B, Seg, T	3 (Erle)

Tab. 11.6: (Fortsetzung)

Abschnitt	Länge (m)	Linienführung	Breite (m)	Profiltiefe (m)	Sohlsubstrat ¹			Wassertiefe (m)	Fließgeschwindigkeit (m/s)		Strukturelemente ²	Beschattung ¹
					Geröll	Kies/ Sand	Schlamm		März	Aug.		
Dollgower Seegraben und Umgehungsgraben												
D1	300	leicht gewunden	2	0,5-2,1	0	1	4	0,2-0,3	n.e.	n.e.	Auf, T	4 (Erle, Weide, Birke, Pappel)
D2	600	leicht gewunden	3-4	1,5-2,1	0	1	4	0,25-0,6	0,03	<0,02	Auf, T	3 (Erle, Weide, Birke, Pappel)
D3	300	stark gewunden	2	0,3-0,5	0	1	4	0,1-0,15	0,21	0,02	Auf, B, Kolk, Sch, T, U	4 (Erle)
D4	550	stark gewunden	2	0,3-0,5	0	0	4	0,05	n.e.	n.e.	Auf, B, T	4 (Erle)
D5	200	leicht gewunden	3	0,5-1	0	0	4	0,2	n.e.	n.e.	Auf, B, T	4 (Erle)
D6	550	leicht gewunden	1-2	0,9-1,3	0	0	4	0,05-0,1	n.e.	n.e.	Auf, B, T	3 (Erle, Weide, Birke, Kiefer)
G1	500	gerade	2-4	1-1,2	0	0	4	0,1-0,25	n.e.	n.e.	Seg, T	3 (Erle, Weide, Birke, Pappel)
G2	250	gerade	3-4	0,4-0,6	0	0	4	0,1-0,25	n.e.	n.e.	Seg, T	4 (Erle)
G3	300	gerade	4-5	0,3-0,5	0	0	4	0,4-0,5	n.e.	n.e.	T	4 (Erle)

¹ Häufigkeitsstufen:

- 0: <1%
- 1: 1-25%
- 2: 26-50%
- 3: 51-75%

² Strukturelemente:

- Ab: Abbruchkanten
- Auf: Aufweilungen
- K: Kiesbänke
- S: Sandbänke
- Seg: Seggenbulte
- U: Unterspülungen
- An: Anlandungen
- B: Baumwurzeln
- Kolk: Auskolkungen
- Sch: Schlammabänke
- T: Totholz

Tab. 11.7: Ergebnisse der Strukturgütekartierung (Bauwerke)

Bauwerk	Art des Bauwerks	Lage (m)	Länge (m)	Durchmesser bzw. Breite (m)	verbleibender Luftraum (m)	Stauhöhe	Sohlsubstrat	Fließgeschwindigkeit
Unterlauf Kleiner Rhin								
RB1	Rahmendurchlaß	850	12	1,6	0,9	entfällt	Schotter	erhöht
RB2	Bahnbrücke	2.900	12	6	5	entfällt	Schutt	erhöht
Mittellauf Kleiner Rhin								
RB3	Straßenbrücke	3.050	8	6	3	entfällt	Schotter / Sand	gleichbleibend
RB4	Rohrdurchlaß	4.800	10	1	0,6	entfällt	Schotter / Sand	erhöht
RB5	Rohrdurchlaß	4.900	20	1,4	0,8	entfällt	Schotter	erhöht
RB6a	Sohlabschurz	4.940	entfällt	0,7	entfällt	entfällt	Beton	erhöht
RB6b	Sohlrampe	4.940	6	0,5	entfällt	entfällt	Beton	erhöht
RB7	Rohrdurchlaß	4.950	5	1	0,55	entfällt	Schotter	erhöht
Oberlauf Kleiner Rhin								
RB8	Rohrdurchlass	6.600	10	1	0,25	entfällt	Sand	gleichbleibend
RB9	Rahmendurchlass	6.850	12	1,5	0	entfällt	Sand	erhöht
RB10	Rohrdurchlass	8.100	18	1	0,05	entfällt	Schotter	erhöht
Tömseeegraben								
TB1	Rohrdurchlass	400	11	1	0,5	entfällt	Grobkies	erhöht
TB2	Rohrdurchlass	750	8	0,4	0,1	entfällt	Sand	erhöht
Dollgower Seeegraben und Umgehungsgraben								
DB1	Stau mit Sohlgleite	300	entfällt	entfällt	entfällt	0,2	Geröll	erhöht
DB2	Rohrdurchlaß	450	14	0,8	0,2	entfällt	Schotter	erhöht
DB3	Rohrdurchlaß	600	15	0,8	0,6	entfällt	Schotter	erhöht
DB4	Stau mit Sohlgleite	620	entfällt	entfällt	entfällt	0,05	Geröll	erhöht
DB5	Stau mit Sohlgleite	640	entfällt	entfällt	entfällt	0,1	Geröll	erhöht
GB1	Stau	900	entfällt	entfällt	entfällt	0,2	entfällt	entfällt
GB2	Stau	1.400	entfällt	entfällt	entfällt	0,25	entfällt	entfällt
GB3	Stau	1.650	entfällt	entfällt	entfällt	0,45	entfällt	entfällt
GB4	Stau	1.800	entfällt	entfällt	entfällt	0,2	entfällt	entfällt

Tab. 11.8: Meßwerte Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert

Temperatur (°C)		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
Datum	Uhrzeit																				
23.11.1997	9.00 - 15.00	2,1	2,2	2,4	2,4	2,1	3,3	3,3	3,0	1,8	2,3	3,1	7,2	n.e.	2,0	1,8	2,0	2,8	4,9	7,6	
15.12.1997	9.00 - 15.30	2,3	2,4	2,4	3,0	3,0	3,7	3,0	3,2	2,1	3,2	3,1	6,7	n.e.	3,5	2,5	2,6	2,9	3,6	7,6	
21.01.1998	8.00 - 13.30	2,5	2,6	2,5	3,0	3,1	3,5	3,0	2,8	1,8	2,7	3,2	6,9	2,5	5,4	2,8	2,3	2,8	3,9	7,5	
24.02.1998	11.00 - 15.30	7,3	7,3	7,0	7,2	6,7	7,0	7,7	6,7	6,8	7,0	7,6	8,7	n.e.	8,8	7,3	6,3	7,3	6,9	9,2	
19.03.1998	11.00 - 15.00	6,8	6,9	6,5	6,6	6,6	7,0	6,7	6,1	5,7	5,1	5,8	8,4	n.e.	11,4	6,6	6,0	8,0	n.e.	9,9	
20.04.1998	17.00 - 20.00	12,7	13,0	12,4	14,0	13,8	11,2	11,7	11,6	13,4	12,6	15,0	10,2	n.e.	14,1	14,7	10,7	12,9	n.e.	9,9	
22.05.1998	14.00 - 16.30	14,5	15,4	16,5	15,8	17,7	12,6	11,5	17,7	15,3	15,9	14,6	11,4	n.e.	16,1	17,9	n.e.	15,0	n.e.	11,6	
19.06.1998	13.00 - 16.00	14,7	15,4	16,8	15,8	17,3	13,5	12,6	17,0	16,6	17,3	13,6	11,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	14,2	n.e.	10,7	
17.07.1998	14.00 - 17.30	17,1	17,7	19,1	17,7	19,3	14,4	13,5	18,0	18,0	17,5	17,4	11,9	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	15,7	n.e.	n.e.	
20.08.1998	11.00 - 13.00	15,2	16,0	18,0	16,2	17,3	13,9	11,3	15,2	16,2	16,2	13,0	11,8	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	13,5	n.e.	8,4	
Mittelwert Winter (Nov.1997-März 1998)		4,2	4,3	4,2	4,4	4,3	4,9	4,7	4,4	3,6	4,1	4,6	7,6	n.e.	6,2	4,2	3,8	4,8	n.e.	8,4	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		14,8	15,5	16,6	15,9	17,1	13,1	12,1	15,9	15,9	15,9	14,7	11,3	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	14,3	n.e.	n.e.	
Leitfähigkeit (µS/cm)																					
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
25.10.1997	9.00 - 15.00	524	519	516	540	643	633	600	381	378	386	402	352	n.e.	537	410	693	763	508	728	
23.11.1997	9.00 - 15.00	617	626	635	699	677	739	685	432	531	379	382	478	n.e.	763	459	739	777	516	783	
15.12.1997	9.00 - 15.30	876	622	666	693	760	769	699	543	528	498	580	501	n.e.	861	511	709	869	631	867	
21.01.1998	8.00 - 13.30	617	586	592	612	679	724	663	495	479	432	529	440	173	496	473	674	756	582	833	
24.02.1998	11.00 - 15.30	652	643	634	662	733	768	704	516	532	518	551	503	n.e.	661	831	701	506	650	871	
19.03.1998	11.00 - 15.00	565	554	550	580	632	661	638	445	475	429	475	408	n.e.	532	480	650	743	566	785	
20.04.1998	17.00 - 20.00	578	553	550	577	626	696	679	487	459	413	487	456	n.e.	606	455	660	737	n.e.	772	
22.05.1998	14.00 - 16.30	575	555	551	583	616	661	693	476	445	403	461	442	n.e.	422	319	n.e.	748	n.e.	544	
19.06.1998	14.00 - 17.30	565	551	553	596	623	697	713	485	472	451	452	432	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	752	n.e.	570	
17.07.1998	11.00 - 13.00	565	565	537	593	599	683	721	474	496	433	534	507	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	865	n.e.	n.e.	
20.08.1998	11.00 - 13.00	565	551	554	579	582	698	691	472	448	415	434	406	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	787	n.e.	n.e.	
Mittelwert Winter (Okt.1997-März 1998)		609	600	599	631	687	715	665	469	487	440	487	447	n.e.	642	527	694	736	576	811	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		570	555	549	586	609	687	699	475	464	423	474	449	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	778	n.e.	n.e.	
Jahresmittel (Okt.1997-Aug.1998)		591	580	576	610	652	702	681	471	477	432	481	448	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	755	n.e.	n.e.	
Mittelabweichung		38	38	40	41	44	34	26	29	33	31	51	38	n.e.	114	89	24	52	46	91	
pH-Wert																					
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
23.11.1997	9.00 - 15.00	7,6	7,6	7,5	7,0	7,3	7,2	7,2	7,0	7,2	7,4	7,2	7,4	n.e.	7,1	6,9	7,5	7,2	6,8	7,4	
15.12.1997	9.00 - 15.30	7,7	7,8	7,9	7,8	7,9	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	n.e.	7,2	7,6	7,2	7,6	7,6	7,9	
21.01.1998	8.00 - 13.30	7,6	7,7	7,8	7,7	7,6	7,5	7,5	7,8	7,8	7,6	7,3	7,4	6,5	7,4	7,5	7,1	7,5	7,5	7,5	
24.02.1998	11.00 - 15.30	7,6	7,7	8,0	7,9	8,0	7,6	7,4	7,8	7,6	7,8	7,3	7,6	n.e.	7,2	7,3	7,1	7,5	7,2	7,5	
19.03.1998	11.00 - 15.00	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	n.e.	7,7	7,6	7,4	7,6	7,7	7,4	
20.04.1998	17.00 - 20.00	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,4	7,4	7,6	7,5	7,8	7,7	7,6	n.e.	7,6	7,6	7,5	7,5	n.e.	7,5	
22.05.1998	14.00 - 16.30	7,5	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,4	7,4	7,2	7,4	7,5	7,5	n.e.	7,6	7,6	n.e.	7,4	n.e.	7,3	
19.06.1998	14.00 - 17.30	7,4	7,3	7,3	7,2	7,3	7,2	7,3	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	n.e.	7,6	n.e.	n.e.	7,1	n.e.	7,1	
17.07.1998	11.00 - 13.00	7,7	7,7	7,6	7,6	7,5	7,4	7,6	7,5	7,4	7,5	7,3	7,5	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7,3	n.e.	n.e.	
20.08.1998	11.00 - 13.00	7,8	7,8	7,8	7,6	7,8	7,4	7,5	7,6	7,5	7,4	7,4	7,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7,4	n.e.	n.e.	
Mittelwert Winter (Nov.1997-März 1998)		7,6	7,7	7,8	7,6	7,7	7,6	7,5	7,6	7,6	7,7	7,4	7,6	n.e.	7,3	7,4	7,3	7,5	n.e.	7,5	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,3	7,4	7,5	7,4	7,5	7,4	7,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7,3	n.e.	n.e.	
Jahresmittel (Nov.1997-Aug.1998)		7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6	7,4	7,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7,4	n.e.	n.e.	
Mittelabweichung		0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	n.e.	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	

Tab. 11.9: Temperaturtagesgänge

Datum	3.6.1998				20.8.1998			
Wetter	Höchsttemperatur um 25° Celsius, wechselhaft				Höchsttemperatur um 28° Celsius, sonnig			
Uhrzeit ¹	16.00	20.00	5.00	11.00	16.00	20.00	6.00	11.00
Kleiner Rhin								
U1	20,2	19,3	17,2	17,6	17	17,2	13,7	15,2
U2	20,4	19,7	18,1	18,5	18,1	17,4	17	16
U3	21,9	21,8	19,7	19,7	18,9	18,2	16,8	18
U4	20,8	20,7	18,2	18,4	18,3	17,7	15,5	16,2
U5	22,8	22,3	19,1	19,5	19,7	19,3	15,8	17,3
Dollgower Seegraben								
U6	16,4	16,1	15,4	15,7	14,6	14,2	12,3	13,9
Törnseegraben								
U8	21,9	20,3	18,5	19,6	17,7	18	14	15,2
U9	21	20,5	17,7	18,6	18,2	17,8	13,5	16,2
U10	21,3	20,8	19,1	19,8	18,1	17,9	15,8	16,2

Tab. 11.10: O₂-Tagesgänge

Datum	3.6.1998								20.8.1998							
Wetter	Höchsttemperatur um 25° Celsius, wechselhaft								Höchsttemperatur um 28° Celsius, sonnig							
	O ₂ - Gehalt (mg/l)				O ₂ -Sättigung (%)				O ₂ - Gehalt (mg/l)				O ₂ -Sättigung (%)			
Uhrzeit ¹	16.00	20.00	5.00	11.00	16.00	20.00	5.00	11.00	16.00	20.00	6.00	11.00	16.00	20.00	6.00	11.00
Kleiner Rhin																
U1	5,9	4,6	3,4	4	64	49	35	42	6	5,7	6	6,3	62	60	58	64
U2	6,1	3,2	1,6	4,4	67	35	17	46	5,9	4,7	1,7	5,7	62	49	17	58
U3	7,8	7,1	4,9	5,4	88	80	54	58	7	6,6	5,9	6,6	75	71	61	70
U4	8,3	5,5	2,9	5,3	93	61	31	51	7,6	7,3	5	6,6	81	77	51	64
U5	9,9	7,8	4,3	6,2	113	87	46	67	10,6	9,6	7,3	8,2	116	104	74	86
Dollgower Seegraben																
U6	3,8	3,1	3,3	3,9	39	32	33	38	3,3	3	3,9	3,7	32	30	37	37
Törnseegraben																
U8	4	2,3	2,1	3,5	45	24	23	38	1,6	1,5	1,9	2	15	16	19	20
U9	1,1	0	0,6	1,1	12	0	5	11	1,3	1,1	1,5	1,9	15	12	15	21
U10	4,8	6,7	3	3,7	54	75	32	40	3,6	4	3,4	3,5	39	43	35	36

¹ Beginn der Probenahmeserie; Probenahmedauer einer Serie ca. 1 h

Tab. 11.11: Messwerte O₂ und BSB₂

O ₂ (mg/l)																				
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19
23.11.1997	9:00 - 15:00	10,5	10,5	13,4	10,2	12,4	7,5	8,5	9,6	7,7	13,6	4,3	0,8	n.e.	1,2	12,0	4,1	5,7	7,1	2,6
15.12.1997	9:00 - 15:30	10,5	10,0	11,6	9,1	9,8	7,1	8,3	7,2	6,6	7,1	4,0	3,4	n.e.	1,8	8,5	2,2	4,7	6,3	3,1
21.01.1998	8:00 - 13:30	11,5	11,5	12,5	10,4	11,6	8,4	8,1	9,6	9,0	11,1	4,5	3,3	0,7	4,0	10,5	4,6	5,7	5,3	6,2
24.02.1998	11:00 - 15:30	11,7	12,0	13,5	11,7	13,3	9,3	8,5	12,1	8,1	11,2	3,8	3,2	n.e.	4,0	12,4	5,4	7,0	5,5	5,6
19.03.1998	11:00 - 15:00	8,5	9,1	9,1	9,0	8,6	6,6	7,2	8,3	5,6	6,8	4,4	3,2	n.e.	6,5	9,5	6,1	8,0	n.e.	3,3
20.04.1998	17:00 - 20:00	9,4	9,1	10,5	9,0	9,7	8,1	9,3	8,6	6,8	10,3	9,2	3,1	n.e.	6,1	9,6	5,0	4,8	n.e.	3,7
22.05.1998	14:00 - 16:30	6,8	5,1	6,4	7,3	9,8	3,7	5,9	5,6	3,7	6,6	7,2	3,1	n.e.	7,1	9,8	n.e.	4,8	n.e.	0,2
17.07.1998	14:00 - 17:30	7,7	8,6	10,4	9,7	11,8	3,6	5,8	4,9	1,2	3,1	4,3	2,8	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	5,8	n.e.	n.e.
20.08.1998	11:00 - 13:00	6,3	5,7	6,6	6,6	8,2	3,7	5,3	2,0	1,9	3,5	3,6	1,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	4,7	n.e.	n.e.
Mittelwert Winter (Nov.1997-März 1998)		10,5	10,6	12,0	10,1	11,1	7,8	8,1	9,4	7,4	10,0	4,2	2,8	n.e.	3,5	10,6	4,5	6,2	n.e.	4,2
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		7,6	7,1	8,5	8,2	9,9	4,8	6,6	5,3	3,4	5,9	6,1	2,6	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	5,0	n.e.	n.e.
Jahresmittel (Nov.1997-Aug.1998)		9,2	9,1	10,4	9,2	10,6	6,4	7,4	7,5	5,6	8,1	5,0	2,7	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	5,7	n.e.	n.e.
Mittelabweichung		1,7	1,7	2,1	1,1	1,5	1,9	1,2	2,3	2,2	3,0	1,4	0,7	n.e.	1,9	1,1	0,9	0,8	0,7	1,4
O ₂ -Sättigung (%)																				
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19
23.11.1997	9:00 - 15:00	76	78	98	76	90	57	62	72	56	100	31	7	n.e.	8	86	26	43	57	23
15.12.1997	9:00 - 15:30	75	72	83	66	72	53	62	53	47	51	30	27	n.e.	13	61	16	36	48	26
21.01.1998	8:00 - 13:30	84	84	90	77	85	62	59	70	64	81	33	28	5	33	77	33	42	40	52
24.02.1998	11:00 - 15:30	97	99	110	96	109	76	71	99	66	93	32	27	n.e.	35	104	44	58	45	48
19.03.1998	11:00 - 15:00	69	74	74	73	69	54	59	66	44	52	35	27	n.e.	59	71	50	67	n.e.	29
20.04.1998	17:00 - 20:00	89	88	100	89	96	75	87	80	66	97	91	28	n.e.	60	94	44	46	n.e.	34
22.05.1998	14:00 - 16:30	67	51	67	75	104	36	54	59	38	68	71	29	n.e.	75	103	n.e.	47	n.e.	4
17.07.1998	14:00 - 17:30	78	94	112	103	128	37	57	52	13	30	47	27	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	61	n.e.	4
20.08.1998	11:00 - 13:00	64	58	70	64	86	37	49	20	21	36	34	23	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	47	n.e.	4
Mittelwert Winter (Nov.1997-März 1998)		80	81	91	77	85	60	63	72	55	75	32	13	n.e.	30	80	34	49	n.e.	36
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		75	73	87	83	104	46	62	53	35	58	61	24	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	50	n.e.	36
Jahresmittel (Nov.1997-Aug.1998)		78	78	89	80	93	54	62	63	46	68	45	24	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	50	n.e.	36
Mittelabweichung		8	12	14	11	14	12	8	16	15	22	17	6	n.e.	21	13	11	8	5	12
BSB ₂ (mg/l)																				
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19
15.12.1997	9:00 - 15:30	0,9	2,2	1,8	1,2	0,8	0,2	0,4	1,3	0,1	2,0	n.e.	0,8	n.e.	2,4	1,3	0,7	0,9	1,0	0,0
21.01.1998	8:00 - 13:30	1,1	0,7	1,0	0,9	0,8	0,4	0,4	0,8	1,1	1,4	0,5	0,2	1,0	n.e.	0,3	0,4	0,3	0,1	0,2
24.02.1998	11:00 - 15:30	0,8	0,9	1,2	1,0	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	0,8	0,9	n.e.	0,5	0,8	0,9	0,9	1,2	1,2
19.03.1998	11:00 - 15:00	1,4	1,5	1,8	0,8	1,0	0,0	0,0	0,7	0,6	1,6	0,3	0,3	n.e.	0,3	0,6	0,6	0,4	0,1	0,0
20.04.1998	17:00 - 20:00	1,0	0,9	1,6	1,3	1,2	0,8	0,3	1,4	1,1	3,6	0,2	0,2	n.e.	0,4	0,3	0,6	0,5	n.e.	0,1
19.06.1998	13:00 - 16:00	0,2	0,4	0,6	1,9	1,7	0,0	0,0	0,9	0,9	3,4	0,0	0,0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,0	n.e.	0,0
17.07.1998	14:00 - 17:30	1,0	1,2	3,3	4,1	4,6	0,5	0,6	1,7	1,3	2,8	0,3	0,5	n.e.	n.e.	n.e.	0,8	0,7	0,6	0,4
Mittelwert Winter (Dez.1997-März 1998)		1,0	1,3	1,5	1,0	0,8	0,3	0,4	1,0	0,7	1,6	n.e.	0,6	n.e.	n.e.	n.e.	0,8	0,7	0,6	0,4
Mittelwert Sommer (April-Juli 1998)		0,7	0,8	1,8	2,4	2,5	0,4	0,3	1,3	1,1	3,3	0,2	0,2	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,4	n.e.	n.e.
Jahresmittel (Dez.1997-Juli 1998)		0,9	1,1	1,6	1,6	1,6	0,4	0,4	1,1	0,9	2,3	n.e.	0,4	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,5	n.e.	n.e.
Mittelabweichung		0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8	0,2	0,3	n.e.	0,7	0,3	0,1	0,2	0,5	0,3

Tab. 11.12: Meßwerte NO₃, NO₂ und NH₄

NO ₃ (mg/l)		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
Datum	Uhrzeit																				
25.10.1997	9.00 - 15.00	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	n.e.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	
23.11.1997	9.00 - 15.00	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	n.e.	0,4	0,3	0,4	0,6	0,2	0,7	
15.12.1997	9.00 - 15.30	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	n.e.	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,7	
21.01.1998	8.00 - 13.30	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	
24.02.1998	11.00 - 15.30	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	n.e.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
19.03.1998	11.00 - 15.00	0,1	0,0	0,1	0,5	0,2	2,2	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	n.e.	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	
20.04.1998	17.00 - 20.00	1,0	0,8	0,4	1,0	1,2	1,3	4,0	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2	n.e.	0,3	0,2	0,2	1,2	n.e.	2,2	
22.05.1998	14.00 - 16.30	0,2	0,4	0,0	0,1	0,3	0,6	1,5	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	n.e.	0,0	0,1	n.e.	0,4	n.e.	0,6	
19.06.1998	14.00 - 17.30	1,3	1,3	1,7	1,2	1,2	4,2	1,3	0,0	0,0	2,3	5,0	2,6	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	2,7	n.e.	5,1	
17.07.1998	11.00 - 13.00	1,5	1,3	1,1	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,0	1,3	1,2	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	1,2	n.e.	n.e.	
20.08.1998	11.00 - 13.00	2,1	2,2	1,2	1,0	0,9	2,2	9,0	1,0	0,6	1,5	0,3	0,7	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,7	n.e.	n.e.	
Mittelwert Winter (Okt.1997-März.1998)		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	n.e.	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		1,2	1,2	0,9	0,7	0,7	1,7	8,7	0,3	0,1	1,3	1,3	0,9	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	1,2	n.e.	n.e.	
Jahresmittel (Okt.1997-Aug.1998)		0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	1,2	4,0	0,2	0,1	0,7	0,7	0,5	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,7	n.e.	n.e.	
Mittelabweichung		0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,9	4,5	0,2	0,1	0,7	0,9	0,5	n.e.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	1,1	
NO ₂ (mg/l)		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
Datum	Uhrzeit																				
25.10.1997	9.00 - 15.00	0,43	0,46	0,48	0,18	0,06	0,17	0,04	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,65	0,04	0,00	0,03	0,12	
23.11.1997	9.00 - 15.00	0,04	0,07	0,05	0,06	0,09	0,06	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	n.e.	0,03	0,00	0,04	0,04	0,00	0,06	
15.12.1997	9.00 - 15.30	0,03	0,06	0,05	0,10	0,10	0,07	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	
21.01.1998	8.00 - 13.30	0,05	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,10	
24.02.1998	11.00 - 15.30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	
19.03.1998	11.00 - 15.00	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20.04.1998	17.00 - 20.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22.05.1998	14.00 - 16.30	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19.06.1998	14.00 - 17.30	0,09	0,10	0,03	0,04	0,03	0,06	0,10	0,06	0,03	0,00	0,05	0,00	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,00	n.e.	0,04	
17.07.1998	11.00 - 13.00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,00	n.e.	0,00	
20.08.1998	11.00 - 13.00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,00	n.e.	0,00	
Mittelwert Winter (Okt.1997-März.1998)		0,10	0,11	0,11	0,08	0,07	0,06	0,03	0,23	0,02	0,01	0,01	0,02	n.e.	0,02	0,12	0,02	n.e.	0,01	n.e.	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,00	n.e.	n.e.	
Jahresmittel (Okt.1997-Aug.1998)		0,07	0,08	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,14	0,01	0,00	0,01	0,01	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,00	n.e.	0,00	
Mittelabweichung		0,07	0,07	0,08	0,04	0,03	0,04	0,03	0,20	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,14	0,02	0,01	0,02	0,03	
NH ₄ (mg/l)		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	
Datum	Uhrzeit																				
25.10.1997	9.00 - 15.00	0,22	0,19	0,18	0,16	0,16	0,10	0,07	0,23	0,20	0,18	0,04	0,09	n.e.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,02	
23.11.1997	9.00 - 15.00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	n.e.	0,05	0,03	0,04	0,03	0,10	0,05	
15.12.1997	9.00 - 15.30	0,54	0,32	0,43	0,41	0,41	0,28	0,21	0,47	0,29	0,52	0,32	0,21	n.e.	0,14	0,12	0,07	0,07	0,03	0,06	
21.01.1998	8.00 - 13.30	0,30	0,32	0,32	0,32	0,20	0,00	0,05	0,76	0,47	0,76	0,40	0,00	0,68	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	
24.02.1998	11.00 - 15.30	0,06	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	n.e.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19.03.1998	11.00 - 15.00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,22	0,23	0,08	0,00	n.e.	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
20.04.1998	17.00 - 20.00	0,21	0,07	0,06	0,03	0,09	0,06	0,03	0,03	0,07	0,00	0,02	0,00	n.e.	0,00	0,02	0,02	0,17	n.e.	0,00	
22.05.1998	14.00 - 16.30	0,32	0,54	0,21	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,11	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	0,00	0,00	0,00	n.e.	0,00	
19.06.1998	14.00 - 17.30	0,41	0,20	0,19	0,09	0,11	0,09	0,02	0,55	0,31	0,09	0,06	0,22	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,03	n.e.	0,04	
17.07.1998	11.00 - 13.00	0,15	0,06	0,06	0,06	0,22	0,13	0,15	0,95	0,38	0,05	0,07	0,05	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,02	n.e.	n.e.	
20.08.1998	11.00 - 13.00	0,12	0,14	0,07	0,09	0,26	0,14	0,14	1,14	0,27	0,09	0,06	0,07	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,03	n.e.	n.e.	
Mittelwert Winter (Okt.1997-März.1998)		0,20	0,15	0,17	0,16	0,15	0,08	0,07	0,27	0,27	0,37	0,15	0,07	n.e.	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		0,24	0,20	0,12	0,06	0,14	0,08	0,07	0,66	0,23	0,05	0,04	0,07	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,05	n.e.	n.e.	
Jahresmittel (Okt.1997-Aug.1998)		0,22	0,17	0,15	0,12	0,14	0,06	0,07	0,17	0,23	0,22	0,10	0,07	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,03	n.e.	n.e.	
Mittelabweichung		0,13	0,13	0,11	0,10	0,10	0,06	0,05	0,17	0,11	0,20	0,09	0,06	n.e.	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	

Tab. 11.13: Maßwerte o-PO₄-P und TP

o-PO ₄ -P (mg/l)																				
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19
25.10.1997	9.00 - 15.00	0,033	0,010	0,002	0,001	0,001	0,014	0,000	0,003	0,006	0,004	0,007	0,005	n.e.	0,083	0,004	0,045	0,019	0,008	0,002
23.11.1997	9.00 - 15.00	0,016	0,020	0,019	0,015	0,028	0,014	0,059	0,023	0,014	0,022	0,006	0,015	n.e.	0,057	0,014	0,072	0,009	0,027	0,015
15.12.1997	9.00 - 15.30	0,026	0,032	0,019	0,045	0,013	0,026	0,053	0,093	0,040	0,043	0,065	0,014	n.e.	0,154	0,014	0,074	0,038	0,068	0,014
21.01.1998	8.00 - 13.30	0,036	0,030	0,031	0,033	0,016	0,024	0,078	0,096	0,039	0,040	0,047	0,022	0,149	0,053	0,014	0,041	0,037	0,079	0,044
24.02.1998	11.00 - 15.30	0,019	0,007	0,016	0,013	0,010	0,016	0,054	0,002	0,010	0,004	0,012	0,090	n.e.	0,098	0,019	0,009	0,000	0,037	0,000
19.03.1998	11.00 - 15.00	0,010	0,010	0,018	0,010	0,011	0,018	0,041	0,016	0,099	0,024	0,028	0,007	n.e.	0,047	0,005	0,000	0,039	0,043	0,004
22.05.1998	14.00 - 16.30	0,044	0,033	0,026	0,034	0,039	0,018	0,012	0,041	0,036	0,055	0,026	0,005	n.e.	0,072	0,006	n.e.	0,009	n.e.	0,005
19.06.1998	14.00 - 17.30	0,027	0,047	0,027	0,035	0,022	0,025	0,034	0,035	0,062	0,096	0,041	0,000	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,022	n.e.	0,027
Mittelwert Winter (Okt.1997-März 1998)		0,023	0,018	0,017	0,020	0,013	0,019	0,048	0,039	0,035	0,023	0,027	0,026	n.e.	0,082	0,011	0,040	0,024	0,044	0,013
Mittelwert Sommer (Mai-Juni 1998)		0,036	0,040	0,027	0,034	0,030	0,021	0,023	0,038	0,049	0,076	0,033	0,002	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,015	n.e.	n.e.
Jahresmittel (Okt.1997-Juni 1998)		0,026	0,024	0,020	0,023	0,017	0,019	0,041	0,039	0,038	0,036	0,029	0,020	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,022	n.e.	n.e.
Mittelabweichung		0,009	0,012	0,006	0,014	0,009	0,004	0,020	0,029	0,022	0,023	0,017	0,018	n.e.	0,027	0,005	0,024	0,012	0,020	0,011
TP (mg/l)																				
Datum	Uhrzeit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19
25.10.1997	9.00 - 15.00	0,072	0,060	0,055	0,039	0,057	0,024	0,057	0,051	0,053	0,078	0,054	0,059	n.e.	n.e.	0,048	n.e.	0,065	n.e.	n.e.
23.11.1997	9.00 - 15.00	0,059	0,090	0,100	0,065	0,103	0,019	0,069	0,096	0,073	0,100	0,022	0,071	n.e.	0,184	0,032	0,067	0,023	0,071	0,058
15.12.1997	9.00 - 15.30	0,121	0,084	0,083	0,079	0,066	0,044	0,078	0,115	0,091	0,111	0,121	0,060	n.e.	0,193	0,041	0,110	0,050	0,177	0,017
21.01.1998	8.00 - 13.30	0,089	0,089	0,099	0,086	0,032	0,035	0,036	0,497	0,076	0,108	0,103	0,032	0,196	0,066	0,047	0,094	0,019	0,087	0,134
19.03.1998	11.00 - 15.00	0,101	0,110	0,061	0,171	0,113	0,056	0,076	0,114	0,159	0,148	0,210	0,048	n.e.	0,079	0,013	0,110	0,034	0,289	0,077
20.04.1998	17.00 - 20.00	0,143	0,128	0,098	0,162	0,202	0,037	0,034	0,106	0,175	0,182	0,099	0,050	n.e.	0,255	0,111	0,395	0,091	n.e.	0,013
22.05.1998	14.00 - 16.30	0,156	0,201	0,211	0,169	0,153	0,057	0,040	0,190	0,208	0,345	0,077	0,051	n.e.	0,217	0,055	n.e.	0,056	n.e.	0,011
19.06.1998	14.00 - 17.30	0,119	0,260	0,146	0,217	0,164	0,065	0,043	0,249	0,189	0,286	0,069	0,025	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,042	n.e.	0,026
17.07.1998	11.00 - 13.00	0,241	0,094	0,173	0,142	0,243	0,047	0,034	0,119	0,274	0,341	0,165	0,014	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,243	n.e.	n.e.
20.08.1998	11.00 - 13.00	0,109	0,136	0,168	0,234	0,188	0,052	0,023	0,074	0,031	0,090	0,013	0,024	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,038	n.e.	n.e.
Mittelwert Winter (Okt.1997-März 1998)		0,088	0,087	0,079	0,088	0,074	0,036	0,063	0,174	0,090	0,109	0,102	0,054	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,038	n.e.	n.e.
Mittelwert Sommer (April-Aug.1998)		0,154	0,164	0,157	0,185	0,190	0,052	0,035	0,147	0,215	0,311	0,083	0,033	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,091	n.e.	n.e.
Jahresmittel (Okt.1997-Aug.1998)		0,121	0,125	0,118	0,136	0,132	0,044	0,049	0,161	0,153	0,210	0,092	0,043	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0,065	n.e.	n.e.
Mittelabweichung		0,036	0,045	0,045	0,055	0,058	0,012	0,017	0,091	0,064	0,106	0,046	0,016	n.e.	0,062	0,019	0,096	0,041	0,077	0,036

Tab. 11.14: Meßwerte der Brunnenproben

	Ludwigshorst	Dollgow	Hartzwalde
Ort	Buddh. Kloster	Pferdepension	Gutshaus
Brunnentiefe (m)	17	14	32
Leitfähigkeit (µS/cm)			
08.11.1997	962	1263	766
23.11.1997	1027	1400	787
15.12.1997	1033	1361	n.e.
Mittelwert	1007	1341	777
NO₃ (mg/l)			
08.11.1997	7,00	21,50	1,03
23.11.1997	14,50	10,00	2,00
15.12.1997	10,05	16,00	n.e.
Mittelwert	10,52	15,83	1,52
NO₂ (mg/l)			
23.11.1997	0,03	0,02	0,03
15.12.1997	0,02	0,00	n.e.
Mittelwert	0,03	0,01	0,03
NH₄ (mg/l)			
08.11.1997	0,06	0,19	0,09
23.11.1997	0,03	0,02	0,02
15.12.1997	0,00	0,00	n.e.
Mittelwert	0,03	0,07	0,06
TP (mg/l)			
08.11.1997	0,006	0,037	0,010
23.11.1997	0,003	0,058	0,005
15.12.1997	0,005	0,048	n.e.
Mittelwert	0,004	0,053	0,005

Tab. 11.15: Makrozoobenthon (Häufigkeitsklassen aller Untersuchungstermine)

Probenname/Station	U1 31.07.1997	U1 24.09.1997	U1 06.04.1993	U2 09.04.1993	U3 31.07.1997	U3 24.09.1997	U3 06.04.1993	U4 31.07.1997	U4 24.09.1997	U4 07.04.1993	U5 01.08.1997	U5 24.09.1997	U5 06.04.1993	U6 01.08.1997	U6 06.04.1993	U7 24.09.1997	U7 06.04.1993	U8 01.08.1997	U8 24.09.1997	U8 06.04.1993	
Blattelia																					
Desmoria polymorpha																					
Psidium sp.	1	2	2	3	4	4	3	2	1	2	2	2	7	2				3	1		
Sphaerium commune	3																				
Collembola																					
Agabus pallidus																				2	
Agabus sibirici																				2	
Agabus subtilis																					
Colymbetes fuscus																					
Dytiscus marginalis																					
Gyrinus senilis																					
Gyrinus pycnolli																					
Gyrinus substriatus																					
Halipus limacoides																					
Halipus lineatocollis																					
Helophorus minutus-Gruppe																					
Hydrobius seminiger																					
Hydrobius peltatus																					
Hydrotus ovatus																					
Hydrotus fuliginosus																					
Hydrotus subaeneus																					
Laccophilus lyalinus																					
Laccophilus minutus																					
Noterus crassicornis																					
Oreochilus villosus																					
Panambus maculatus																					
Rhantus litigans																					
Crustacea																					
Aesillus aquaticus																					
Gammarus pulex	6	6	6	6	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	
Gammarus roseni	3	2	2	2	7	6	8	1	2	3	2	2	3	3	3	6	6	1	1	1	
Diptera																					
Chironomus liturini																					
Chironomus plumosus																					
Ephemeroptera																					
Baetis venosus																					
Caenis horaria	4	4	6	2	3	4		3	3	2	2	2	2	2	4		1	1	2		
Caenis robusta																					
Cloeon dipterum																					
Ephemerella danica																					
Ephemerella ignita	1		2		2		3	2	3	2	2	2	2	2	4		4	4	3	3	
Hedragia sulphurea																					
Leptophlebia vespertina	2		3																		
Paratropidoptera submarginata		2				1											2				1

Tab. 11.15: (Fortsetzung)

Probenplatz/Insektstelle	U1	U1	U1	U2	U3	U3	U3	U4	U4	U4	U5	U5	U5	U6	U6	U6	U7	U7	U8	U8	U8	U8		
	31.07.1997	24.09.1997	06.04.1998	06.04.1998	31.07.1997	24.09.1997	01.08.1997	07.04.1998	24.06.1997	31.07.1997	06.04.1998	24.09.1997	01.08.1997	01.08.1997	01.08.1997	01.08.1997	06.04.1998	25.09.1997	06.04.1998	01.08.1997	25.09.1997	06.04.1998		
Gastropoda																								
Acroloxus lacustris				2																				
Bathypneustes concolor																								
Bithynia tentaculata				3																				
Gyraulus silvius																								
Lymnaea palustris				1																				
Lymnaea stagnalis				2																				
Physa fontinalis																								
Planorbis cornutus																								
Planorbis carinatus																								
Planorbis volterri																								
Pezomachus lenkinsi																								
Radix ovata	1																							
Radix peregrina																								
Segmentina nitida																								
Thaeridius fluctans	3		2																					
Vaheria cristata																								
Vaheria piscinalis																								
Vulpianus concolor	1			2																				
Heteroptera																								
Apriaecheilus aestivalis	2		2																					
Homoptera																								
Ailondinea																								
Epicodella octoculata																								
Glucosiphonia complanata				1																				
Glucosiphonia heteroclita																								
Heliothrips stipitalis				1																				
Plesiosa geometra																								
Theromyza tessellatum																								
Megaloptera																								
Stialis fusca	3			1																				
Stialis fuliginosa																								
Odonata																								
Aeschna cyanea																								
Calopteryx splendens	1			2																				
Icthyura ebriata																								
Platycentrus pennipes																								
Pyrrhosoma nymphula				1																				
Phlebotominae																								
Phlebotomus																								
Leucina fusca																								
Nemoura ciliata																								
Nemoura pictetii	2			5																				
Trichoptera																								
Anabolia nemosa																								
Abraxodes cinereus																								
Abraxodes sp.																								
Chaetopteryx villosa																								
Cynurus trimaculatus																								
Cyphobolus pallidus	3			4																				
Halesus dipentus	4			4																				
Hydropsyche angustipennis																								
Hydropsyche stictica																								
Hydropsyche pellucidula	1			2																				
Limnephilus litsonis																								
Limnephilus turanus																								
Limnephilus rhombicus																								
Microgastera lateralis																								
Neuridipes bimaculata																								
Oederis lucida																								
Pezocnemia conspersa																								
Polycentropus litoreus	1																							
Potamophylax nuntiicornis	2																							
Stenocnema persobatum																								
Silo nigricornis																								
Turbellaria																								
Dugesia sp.	3			3																				
Dendrocoelium laevis	1																							

Tab. 11.16: Berechnung der Saprobienindices von U1

31.07.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	3	2,3	4	27,6	12	0,772111838
Coleoptera						
Oreochilus villosus	1	2	4	8	4	0,006580125
Platambus maculatus	1	2,3	8	18,4	8	0,514741225
Crustacea						
Gammarus pulex	6	2,1	4	50,4	24	0,069101726
Gammarus roeselii	3	2	8	48	24	0,06154076
Ephemeroptera						
Baetis venustus	4	2,1	4	33,6	16	0,046067617
Ephemerella danica	1	1,8	8	14,4	8	0,485472833
Heptagenia sulphurea	1	2	4	8	4	0,006580125
Gastropoda						
Radix perigrina	1	2,3	4	9,2	4	0,257370813
Theodoxus fluviatilis	3	1,7	8	40,8	24	2,678867823
Megaloptera						
Stalis lutaria	3	2,3	4	27,6	12	0,772111838
Odonata						
Calopteryx splendens	1	2	8	16	8	0,01716025
Trichoptera						
Polycentropus irritatus	1	2	8	16	8	0,01716025
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	1	2,2	8	17,8	8	0,18887567
Summen	30			335,6	164	6,087804678
Saprobienindex (S) = $(\text{Summe AxG}) / (\text{Summe A} \times G)$				2,06		
$(n-1) \times AxG$				2132		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,0028556443		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus $(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,05		
24.09.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	2	2,3	4	16,4	8	1,244029904
Coleoptera						
Oreochilus villosus	3	2	4	24	12	0,025770376
Crustacea						
Gammarus pulex	6	2,1	4	60,4	24	0,908429334
Gammarus roeselii	2	2	8	32	16	0,14239943
Ephemeroptera						
Baetis venustus	4	2,1	4	33,6	16	0,504286223
Heptagenia sulphurea	4	2	4	32	16	0,14239943
Paraleptophlebia submarginata	2	1,6	4	12	8	1,316482734
Gastropoda						
Theodoxus fluviatilis	3	1,7	8	40,8	24	1,01516358
Odonata						
Calopteryx splendens	4	2	8	64	32	0,28479861
Trichoptera						
Hydropsyche sibirica	2	1,8	8	28,8	16	0,178625845
Polycentropus irritatus	2	2	8	32	16	0,14239943
Sto nigricornis	3	1,5	8	36	24	3,949448202
Summen	37			404	212	9,962178349
Saprobienindex (S) = $(\text{Summe AxG}) / (\text{Summe A} \times G)$				1,81		
$(n-1) \times AxG$				2332		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,004267659		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus $(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,07		
06.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	2	2,3	4	18,4	8	0,731754908
Coleoptera						
Oreochilus villosus	3	2	4	24	12	0,025770376
Crustacea						
Asellus aquaticus	1	2,7	4	10,8	4	1,873682332
Gammarus pulex	6	2,1	4	50,4	24	0,251850089
Ephemeroptera						
Baetis venustus	6	2,1	4	50,4	24	0,251850089
Ephemerella danica	2	1,8	8	28,8	16	0,524485425
Heptagenia sulphurea	3	2	4	24	12	7,13861E-05
Gastropoda						
Theodoxus fluviatilis	2	1,7	8	27,2	16	1,416680547
Megaloptera						
Stalis lutaria	2	2,3	4	18,4	8	0,731754908
Odonata						
Calopteryx splendens	1	2	8	16	8	4,75907E-05
Trichoptera						
Hydropsyche sibirica	3	1,8	8	43,2	24	0,896721138
Polycentropus irritatus	1	2	8	16	8	4,75907E-05
Summen	32			327,6	164	6,94472379
Saprobienindex (S) = $(\text{Summe AxG}) / (\text{Summe A} \times G)$				2,00		
$(n-1) \times AxG$				1804		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,003849625		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus $(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,06		

Tab. 11.17: Berechnung des Saprobienindex von U2

06.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxSxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Bivalvia						
Sphaerium cornuam	3	2,3	4	27,6	12	0,14882231
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	32,4	12	3,13781922
Gammarus pulex	6	2,1	4	50,4	24	0,18856372
Gammarus roesei	2	2	8	32	16	0,56933884
Ephemeroptera						
Baetis vernus	2	2,1	4	16,8	8	0,06285124
Gastropoda						
Acroloxus lacustris	2	2,2	4	17,6	8	0,00103308
Bithynia tentaculata	3	2,3	8	55,2	24	0,29764463
Hirundinea						
Glossiphonia complanata	1	2,2	8	17,6	8	0,00103308
Helobdella stagnalis	1	2,6	4	10,4	4	0,67688017
Megaloptera						
Sialis lutaria	1	2,3	4	9,2	4	0,04960744
Odonata						
Calopteryx splendens	2	2	8	32	16	0,56933884
Platycnemis pennipos	1	2,1	8	16,8	8	0,06285124
Trichoptera						
Polycentropus irritatus	2	2	8	32	16	0,56933884
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,2	8	35,2	16	0,00206612
Summen	31			385,2	176	6,33727273
SaprobienIndex (S) = (Summe AxSxG)/(Summe AxG)				2,19		
(n-1)xAxG				2288		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00276979		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,05		

Tab. 11.18: Berechnung der Saprobienindices von U3

31.07.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	4	2,3	4	8,8	16	0,27168776
Coleoptera						
Oreochilus villosus	1	2	4	8	4	0,1151148
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	12,4	12	3,37534436
Gammarus pulex	3	2,1	4	12,4	12	0,05820153
Gammarus roeseli	7	2	8	56	56	1,61160714
Ephemeroptera						
Baetis vernus	3	2,1	4	12,4	12	0,05820153
Cloeon dipterum	2	2,2	8	16,8	16	0,0147440
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	3	2,3	8	24,8	24	0,40783163
Gyzactus albus	2	2,1	8	16,8	16	0,07760264
Nirundinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	8,8	8	2,25022669
Helobdella stagnalis	2	2,6	4	10,4	8	1,48165816
Odonata						
Calopteryx splendens	2	2	8	16	16	0,48049916
Trichoptera						
Anabolia nervosa	3	2	8	24	24	0,86068878
Summen	37			488	224	10,8736714
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,7		
(n-1)xAxG				268		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00404523		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,06		
24.09.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	4	2,3	4	16,8	16	0,48381195
Coleoptera						
Oreochilus villosus	2	2	4	8	8	0,12718336
Coleoptera						
Platambus maculatus	2	2,3	8	16,8	16	0,48381195
Crustacea						
Asellus aquaticus	1	2,7	4	10,8	4	1,31750473
Gammarus pulex	2	2,1	4	8,8	8	0,0054423
Gammarus roeseli	6	2	8	48	48	0,78310079
Ephemeroptera						
Baetis vernus	4	2,1	4	16,8	16	0,01088847
Paraleptophlebia submarginata	1	1,5	4	6	4	1,56780651
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	2	2,3	8	16,8	16	0,48381195
Potamopyrgus jenkinsii	2	2,3	4	8,8	8	0,24186667
Odonata						
Calopteryx splendens	3	2	8	24	24	0,38156009
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,3	8	16,8	16	0,08741021
Summen	31			391,2	184	5,95478261
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,13		
(n-1)xAxG				204		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00294209		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,05		
06.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Sphaerium corneum	3	2,3	4	12,4	12	0,17411157
Coleoptera						
Oreochilus villosus	3	2	4	12,4	12	0,38683884
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	12,4	12	3,25047521
Gammarus roeseli	6	2	8	48	48	1,54735637
Ephemeroptera						
Cloeon dipterum	3	2,2	8	24,8	24	0,01004132
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	3	2,3	8	24,8	24	0,34822314
Radix peregrina	1	2,3	4	8,8	4	0,00803719
Nirundinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	8,8	8	2,1698347
Trichoptera						
Anabolia nervosa	3	2	8	24	24	0,7738769
Turbellaria						
Dugesia lugubris	2	2,1	4	8,8	8	0,05081863
Summen	29			363,6	178	8,70636364
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,18		
(n-1)xAxG				154		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00563432		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,07		

Tab. 11.19: Berechnung der Saprobienindices von U4

31.07.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AuswG	AxG	(s-S) ² xAusG
Bivalvia						
Sphaerium corneum	2	2,3	4	18,4	8	0,03349481
Coleoptera						
Platambus maculatus	1	2,3	8	18,4	8	0,03349481
Crustacea						
Asellus aquaticus	2	2,7	4	21,6	8	1,72781248
Gammarus pulex	1	2,1	4	8,4	4	0,07321789
Ephemeroptera						
Baetis venus	3	2,1	4	25,2	12	0,21983388
Cloeon dipterum	2	2,2	8	35,2	16	0,0199338
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	1	2,3	8	56,2	24	0,10048443
Valvata piscinalis	2	2,1	8	33,6	16	0,28287197
Hirudinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,72781248
Megaloptera						
Sialis lutaria	2	2,3	4	18,4	8	0,03349481
Trichoptera						
Anabolia nervosa	3	2	8	48	24	1,32871872
Summen	23			304	138	5,59058824
Saprobienindex (S) = (Summe AuswG)/(Summe AxG)				2,34		
(n-1)xAusG				1368		
(Summe (s-S) ² xAusG)/(n-1)xAusG				0,00411073		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAusG)/((n-1)xAusG)				0,06		
24.09.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AuswG	AxG	(s-S) ² xAusG
Bivalvia						
Sphaerium corneum	1	2,3	4	9,2	4	0,03656918
Crustacea						
Asellus aquaticus	2	2,7	4	21,6	8	1,85454694
Gammarus pulex	2	2,1	4	16,8	8	0,08940403
Ephemeroptera						
Baetis venus	3	2,1	4	25,2	12	0,13410612
Cloeon dipterum	3	2,2	8	62,8	24	0,00078367
Gastropoda						
Acrotorus lacustris	2	2,2	4	17,6	8	0,00026122
Bithyniomphalus contortus	1	2,2	4	8,8	4	0,00013061
Bithynia tentaculata	2	2,3	8	36,8	16	0,14223673
Gyraulus albus	1	2,1	8	16,8	8	0,00940408
Valvata piscinalis	2	2,1	8	33,6	16	0,17880816
Hirudinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,85454694
Odonata						
Calopteryx splendens	3	2	8	48	24	1,01664082
Summen	24			308,8	140	5,59942837
Saprobienindex (S) = (Summe AuswG)/(Summe AxG)				2,21		
(n-1)xAusG				1640		
(Summe (s-S) ² xAusG)/(n-1)xAusG				0,0036334		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAusG)/((n-1)xAusG)				0,06		
07.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AuswG	AxG	(s-S) ² xAusG
Bivalvia						
Sphaerium corneum	2	2,3	4	18,4	8	0,05805213
Coleoptera						
Oreochilus villosus	1	2	4	8	4	0,18488182
Platambus maculatus	2	2,3	8	38,8	16	0,11810425
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	32,4	12	2,82485597
Gammarus pulex	3	2,1	4	25,2	12	0,1581693
Ephemeroptera						
Cloeon dipterum	2	2,2	8	38,2	16	0,00361188
Gastropoda						
Acrotorus lacustris	1	2,2	4	8,8	4	0,00087791
Bithyniomphalus contortus	1	2,2	4	8,8	4	0,00087791
Bithynia tentaculata	3	2,3	8	60,2	24	0,17416638
Physa fontinalis	1	2,4	4	9,6	4	0,13717421
Hirudinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,86323731
Glossiphonia complanata	2	2,2	8	38,2	16	0,00251186
Glossiphonia heterocica	2	2,5	4	20	8	0,65084472
Odonata						
Calopteryx splendens	3	2	8	48	24	1,10748971
Pymostoma nymphula	1	2	8	16	8	0,36916324
Trichoptera						
Anabolia nervosa	4	2	8	64	32	1,47866295
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,2	8	38,2	16	0,00361188
Summen	36			478,4	216	9,15268269
Saprobienindex (S) = (Summe AuswG)/(Summe AxG)				2,21		
(n-1)xAusG				3456		
(Summe (s-S) ² xAusG)/(n-1)xAusG				0,00264832		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAusG)/((n-1)xAusG)				0,05		

Tab. 11.20: Berechnung der Saprobienindices von U5

01.08.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	$(s-S)^2 \times AxG$
Bivalvia						
Dreissena polymorpha	2	2,2	4	17,8	8	0,002592
Sphaerium comeum	2	2,3	4	18,4	8	0,053792
Coleoptera						
Oreochilus villosus	1	2	4	8	4	0,190064
Platambus maculatus	2	2,3	8	36,8	18	0,107584
Crustacea						
Asellus aquaticus	2	2,7	4	21,8	8	1,856592
Gammarus pulex	2	2,1	4	16,8	8	0,111392
Ephemeroptera						
Baetis venosus	3	2,1	4	25,2	12	0,167088
Cloeon dipterum	3	2,2	8	52,8	24	0,037776
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	2	2,3	8	36,8	18	0,107584
Gyraulus albus	3	2,1	8	50,4	24	0,334176
Potamopyrgus jenkinsii	2	2,3	4	18,4	8	0,053792
Radix peregrina	1	2,3	4	9,2	4	0,026896
Hirudinea						
Eprobella octoculata	3	2,7	4	32,4	12	2,787888
Glossiphonia complanata	2	2,2	8	35,2	16	0,005184
Trichoptera						
Anabolia nervosa	4	2	8	64	32	1,520768
Summen	34			443,6	200	7,3362
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,22		
(n-1)xAxG				2800		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,00261971		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² × AxG) / ((n-1) × AxG)				0,05		
24.09.1997						
Coleoptera						
Platambus maculatus	2	2,3	8	36,8	18	0,14271605
Crustacea						
Gammarus pulex	2	2,1	4	16,8	8	0,0891358
Ephemeroptera						
Baetis venosus	2	2,1	4	16,8	8	0,0891358
Cloeon dipterum	2	2,2	8	35,2	16	0,00049263
Gastropoda						
Bithynia tentaculata	2	2,3	8	36,8	18	0,14271605
Gyraulus albus	2	2,1	8	33,6	18	0,1782718
Potamopyrgus jenkinsii	2	2,3	4	18,4	8	0,07135802
Radix peregrina	3	2,3	4	27,6	12	0,10703704
Hirudinea						
Eprobella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,85580247
Megaloptera						
Sialis lutaria	1	2,3	4	9,2	4	0,03587801
Odonata						
Calopteryx splendens	3	2	8	48	24	1,01407407
Platycnemis pennipes	1	2,1	8	16,8	8	0,0891358
Summen	24			317,8	144	3,91585558
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,21		
(n-1)xAxG				1584		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,00247194		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² × AxG) / ((n-1) × AxG)				0,05		
08.04.1998						
Bivalvia						
Dreissena polymorpha	2	2,2	4	17,8	8	5,5402E-05
Crustacea						
Asellus aquaticus	2	2,7	4	21,8	8	1,07800277
Gammarus pulex	2	2,1	4	16,8	8	0,08426583
Ephemeroptera						
Cloeon dipterum	2	2,2	8	35,2	16	0,0001108
Gastropoda						
Acrotaxus lapustris	1	2,2	4	8,8	4	2,7701E-05
Bithynia tentaculata	2	2,3	8	36,8	18	0,15189875
Radix peregrina	2	2,3	4	18,4	8	0,07584488
Hirudinea						
Eprobella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,07900277
Glossiphonia complanata	2	2,2	8	35,2	16	0,0001108
Megaloptera						
Sialis lutaria	1	2,3	4	9,2	4	0,03792244
Odonata						
Calopteryx splendens	2	2	8	32	16	0,05885281
Platycnemis pennipes	2	2,1	8	33,6	16	0,16823188
Trichoptera						
Anabolia nervosa	3	2	8	48	24	0,08542838
Summen	25			334,8	152	8,11684737
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,20		
(n-1)xAxG				1824		
$(\text{Summe } (s-S)^2 \times AxG) / ((n-1) \times AxG)$				0,00335469		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² × AxG) / ((n-1) × AxG)				0,06		

Tab. 11.21: Berechnung der Saprobienindices von U6

01.08.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxSxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Bivalvia						
Sphaerium comeum	7	2,3	4	64,4	28	0,01285714
Coleoptera						
Platambus maculatus	2	2,3	8	36,8	16	0,00734694
Crustacea						
Asellus aquaticus	4	2,7	4	43,2	16	2,84163265
Gammarus pulex	3	2,1	4	25,2	12	0,38265306
Ephemeroptera						
Baetis vernus	2	2,1	4	16,8	8	0,25510204
Cloeon dipterum	2	2,2	8	35,2	16	0,09877551
Gastropoda						
Bathymophalus contortus	1	2,2	4	8,8	4	0,02469388
Potamopyrgus jonkinsi	1	2,3	4	9,2	4	0,00183873
Radix peregra	1	2,3	4	9,2	4	0,00183873
Hirundinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,42081633
Glossiphonia complanata	2	2,2	8	35,2	16	0,09877551
Megaloptera						
Sialis lutaria	3	2,3	4	27,6	12	0,0066102
Trichoptera						
Anabolia nervosa	2	2	8	32	16	1,24163265
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	1	2,2	8	17,6	8	0,04938778
Summen	33			382,8	168	8,44285714
Saprobienindex (S) = (Summe AxSxG)/(Summe AxG)				2,28		
(n-1)xAxG				2184		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00295003		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,05		
08.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxSxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Bivalvia						
Sphaerium comeum	2	2,3	4	18,4	8	0,01234694
Coleoptera						
Platambus maculatus	1	2,3	8	18,4	8	0,01234694
Crustacea						
Asellus aquaticus	4	2,7	4	43,2	16	3,08755102
Gammarus pulex	3	2,1	4	25,2	12	0,30894698
Ephemeroptera						
Cloeon dipterum	2	2,2	8	35,2	16	0,05897959
Gastropoda						
Bathymophalus contortus	1	2,2	4	8,8	4	0,0147449
Hirundinea						
Erpobdella octoculata	2	2,7	4	21,6	8	1,54377551
Megaloptera						
Sialis lutaria	1	2,3	4	9,2	4	0,00617347
Odonata						
Pyrhosoma nymphula	2	2	8	32	16	1,08755102
Trichoptera						
Plectrocnemia conspersa	1	1,5	4	6	4	2,3147449
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,2	8	35,2	16	0,05897959
Summen	21			253,2	112	8,50714286
Saprobienindex (S) = (Summe AxSxG)/(Summe AxG)				2,28		
(n-1)xAxG				1120		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,00759568		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,08		

Tab. 11.22: Berechnung der Saprobienindices von U7

25.09.1997	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxSxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	32,4	12	4,97296875
Gammarus pulex	6	2,1	4	50,4	24	0,0458375
Ephemeroptera						
Baetis vernus	4	2,1	4	33,6	16	0,030625
Gastropoda						
Physa fontinalis	1	2,4	4	9,6	4	0,47265625
Hirudinea						
Glossiphonia complanata	1	2,2	8	17,6	8	0,1653125
Helobdella stagnalis	1	2,6	4	10,4	4	1,18265625
Megaloptera						
Sialis fuliginosa	1	2	8	16	8	0,0253125
Odonata						
Aeshna cyanea	1	2	8	16	8	0,0253125
Trichoptera						
Plectrocnemia conspersa	3	1,5	4	18	12	3,71296875
Sericostoma personatum	2	1,5	8	24	16	4,950625
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,2	8	35,2	16	0,330625
Summen	25			283,2	128	15,915
Saprobienindex (S) = (Summe AxSxG)/(Summe AxG)				2,06		
(n-1)xAxG				1280		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,01243359		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,11		
08.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxSxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Crustacea						
Asellus aquaticus	3	2,7	4	32,4	12	5,88
Gammarus pulex	6	2,1	4	50,4	24	0,24
Megaloptera						
Sialis fuliginosa	2	2	8	32	16	0
Trichoptera						
Plectrocnemia conspersa	3	1,5	4	18	12	3
Sericostoma personatum	2	1,5	8	24	16	4
Turbellaria						
Dendrocoelum lacteum	2	2,2	8	35,2	16	0,84
Summen	18			192	96	13,76
Saprobienindex (S) = (Summe AxSxG)/(Summe AxG)				2,00		
(n-1)xAxG				480		
(Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,02866687		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/((n-1)xAxG)				0,17		

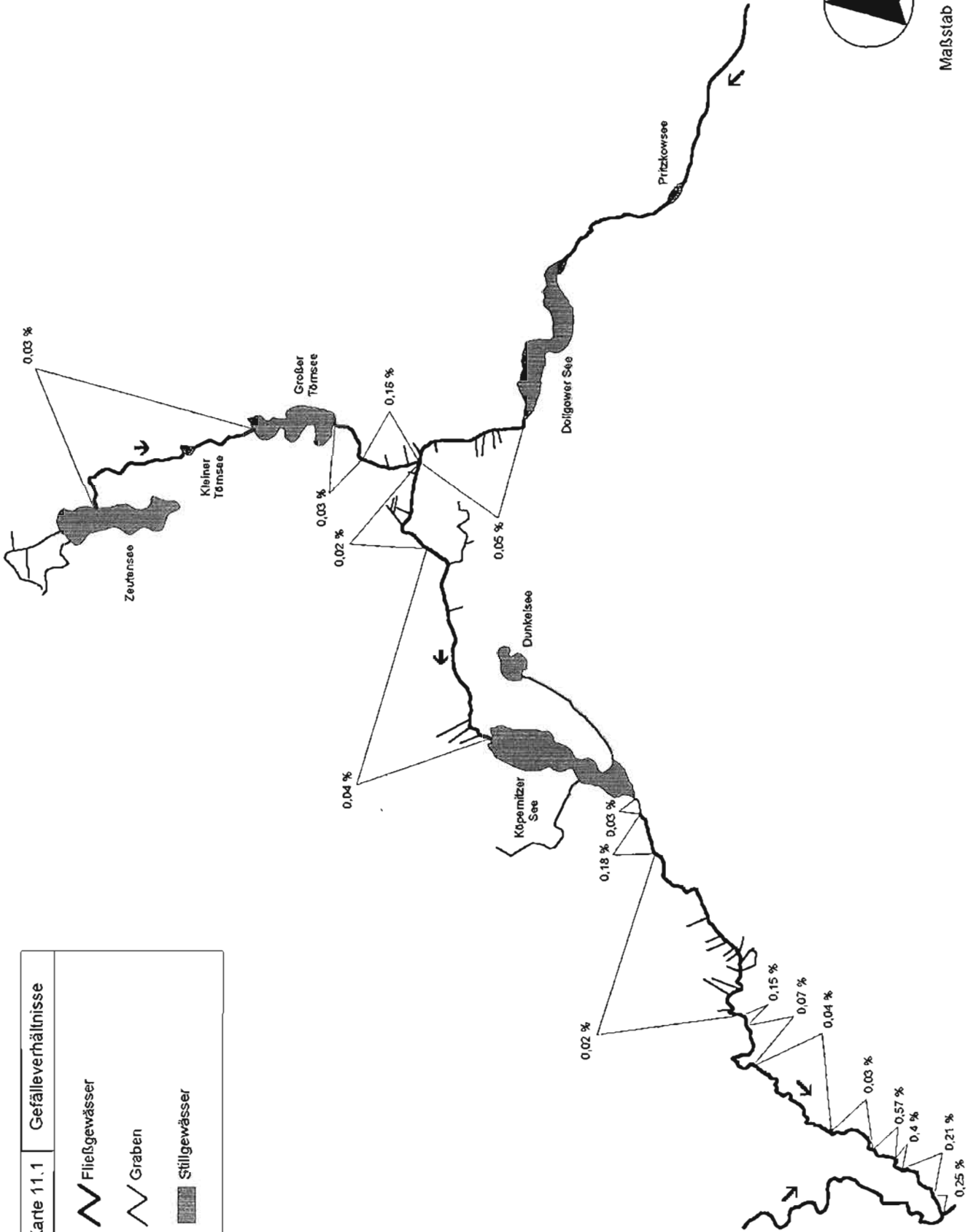
Tab. 11.23: Berechnung der Saprobienindices von U8

01.08.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Bivalvia						
Sphaerium corneum	3	2,3	4	27,6	12	0,22231481
Coleoptera						
Orectochilus villosus	2	2	4	16	8	1,52154321
Crustacea						
Asellus aquaticus	4	2,7	4	43,2	16	1,11419753
Diptera						
Chironomus plumosus	2	3,4	4	27,2	8	7,43265432
Chironomus thummi	2	3,2	4	25,6	8	4,66820968
Ephemeroptera						
Baetis vernus	1	2,1	4	8,4	4	0,45188272
Cloeon dipterum	4	2,2	8	70,4	32	1,78385062
Gastropoda						
Bathymphalus contortus	1	2,2	4	8,4	4	0,45188272
Gyraulus albus	2	2,1	8	33,6	16	1,80753086
Hirundinea						
Eprobella octoculata	3	2,7	4	32,4	12	0,83584815
Glossiphonia complanata	2	2,2	8	35,2	16	0,89197531
Helobdella stagnalis	3	2,6	4	31,2	12	0,32231481
Summen	29			350,8	144	21,0522222
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,44		
(n-1)xAxG				1584		
(Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,01329054		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,12		
25.09.1997						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Bivalvia						
Sphaerium corneum	1	2,3	4	9,2	4	0,09817778
Crustacea						
Asellus aquaticus	4	2,7	4	43,2	16	0,84737778
Gammarus pulex	1	2,1	4	8,4	4	0,50884444
Diptera						
Chironomus plumosus	3	3,4	4	40,8	12	10,6785333
Ephemeroptera						
Baetis vernus	2	2,1	4	16,8	8	1,01788889
Cloeon dipterum	3	2,2	8	52,8	24	1,58105667
Gastropoda						
Bathymphalus contortus	2	2,2	4	17,6	8	0,52702222
Hirundinea						
Eprobella octoculata	4	2,7	4	43,2	16	0,84737778
Glossiphonia heteroclita	1	2,5	4	10	4	0,00751111
Helobdella stagnalis	2	2,6	4	20,8	8	0,18436558
Odonata						
Pymhosoma nymphula	2	2	8	32	16	3,33671111
Summen	25			294,8	120	19,8148667
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,48		
(n-1)xAxG				1200		
(Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,01651222		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,13		
08.04.1998						
	Abundanz (A)	Saprobienwert (s)	Indikationsgewicht (G)	AxG	AxG	(s-S) ² xAxG
Crustacea						
Asellus aquaticus	4	2,7	4	43,2	16	0,92729767
Gammarus pulex	1	2,1	4	8,4	4	0,51628888
Diptera						
Chironomus plumosus	3	3,4	4	40,8	12	10,6199177
Ephemeroptera						
Cloeon dipterum	3	2,2	8	52,8	24	1,61316872
Gastropoda						
Bathymphalus contortus	2	2,2	4	17,6	8	0,53772291
Radix peregrina	2	2,3	4	18,4	8	0,20298889
Hirundinea						
Eprobella octoculata	3	2,7	4	32,4	12	0,69547325
Glossiphonia heteroclita	2	2,5	4	20	8	0,01327846
Odonata						
Calopteryx splendens	1	2	8	16	8	1,68735254
Pymhosoma nymphula	1	2	8	16	8	1,68735254
Summen	22			265,6	108	18,5007407
Saprobienindex (S) = (Summe AxG)/(Summe AxG)				2,46		
(n-1)xAxG				972		
(Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,01903368		
Streuungsmaß (SM) = Wurzel aus (Summe (s-S) ² xAxG)/(n-1)xAxG				0,14		

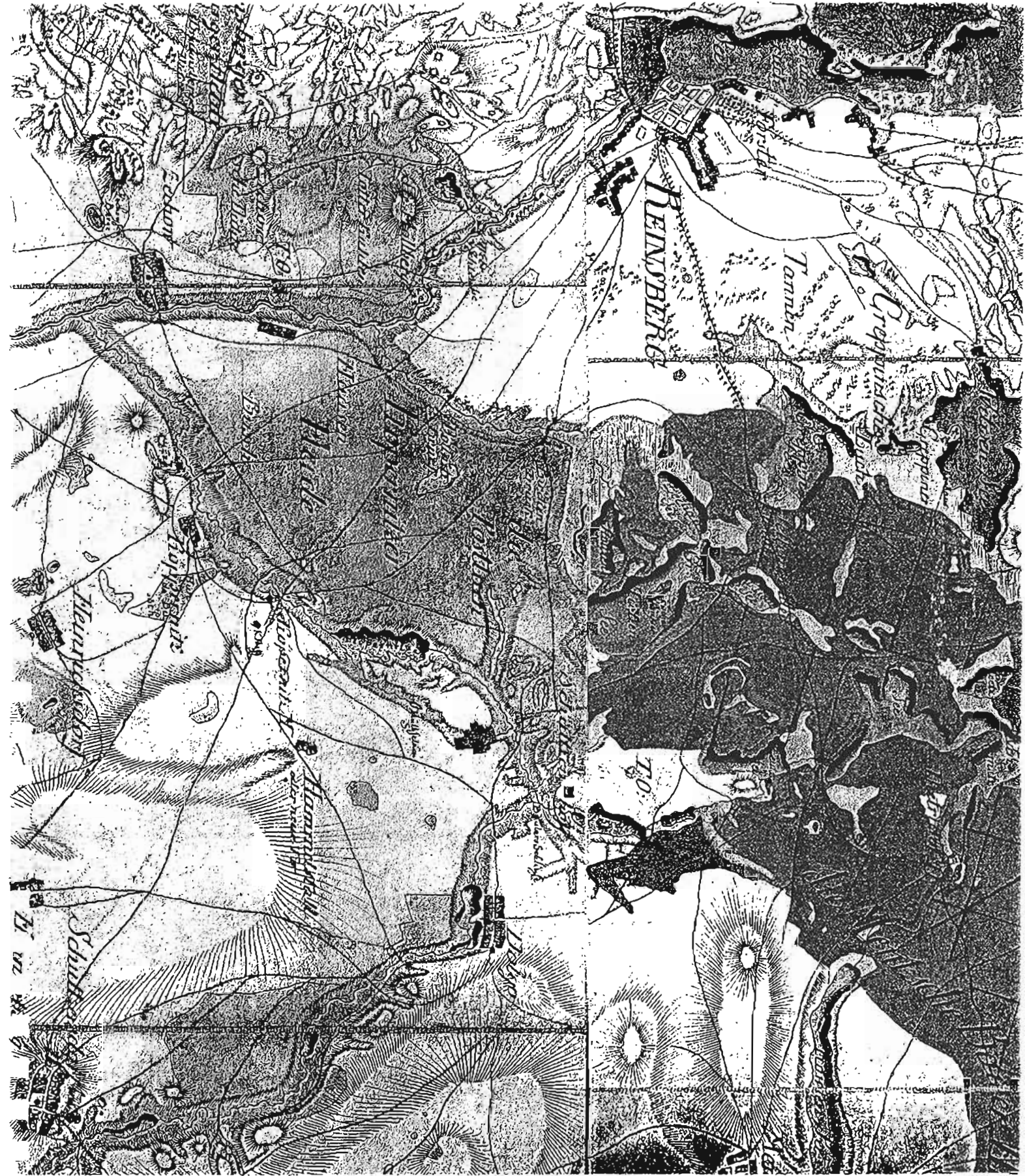
Tab. 11.24: Berechnung der Wertstufen nach HOLM (1989)

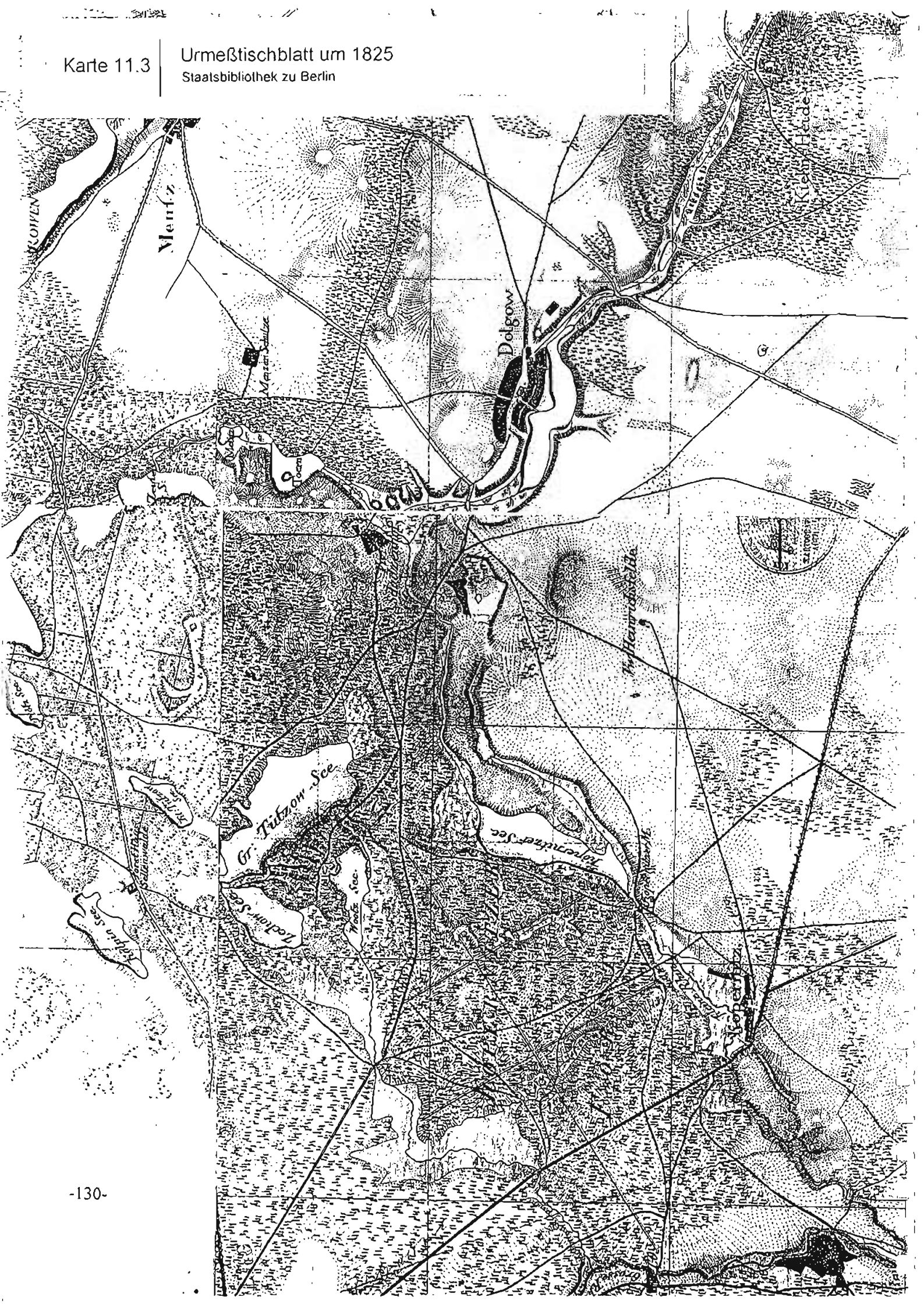
Taxon	Gewichtung	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8
Coleoptera									
Helodes minuta coll.	2	2						2	
Orectochilus villosus	1	1		1					1
Crustacea									
Gammarus pulex	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ephemeroptera									
Baetis vernus	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ephemera danica	1	1							
Heptagenia sulphurea	2	2							
Paraleptophlebia submarginata	1	1							
Gastropoda									
Theodoxus fluviatilis	1	1							
Heteroptera									
Aphelocheirus aestivalis	3	3							
Odonata									
Calopteryx splendens	2	2	2	2	2	2			
Plecoptera									
Leuctra fusca	3	3							
Nemoura cinerea	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nemurella pictetii	2							2	
Trichoptera									
Anabolia nervosa	1			1	1	1	1		
Chaetopteryx villosa	1							1	
Halesus digitatus	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hydropsyche angustipennis	1	1	1	1	1	1			
Hydropsyche siltalai	1	1							
Hydropsyche pellucidula	1	1							
Micropterna lateralis	1							1	
Neureclipsis bimaculata	2				2	2			2
Plectrocnemia conspersa	2							2	
Polycentropus irroratus	1	1	1						
Potamophylax rotundipennis	1	1							
Sericostoma personatum	3							3	
Silo nigricornis	3	3						3	
Anzahl rheotypischer Arten		19	7	8	8	8	5	11	4
Summe der Gewichtungen		28	8	9	10	10	5	18	5
Wertzahl		4	2	2	2	2	1	3	1

Karte 11.1	Gefälleverhältnisse
	Fließgewässer
	Graben
	Stillegewässer

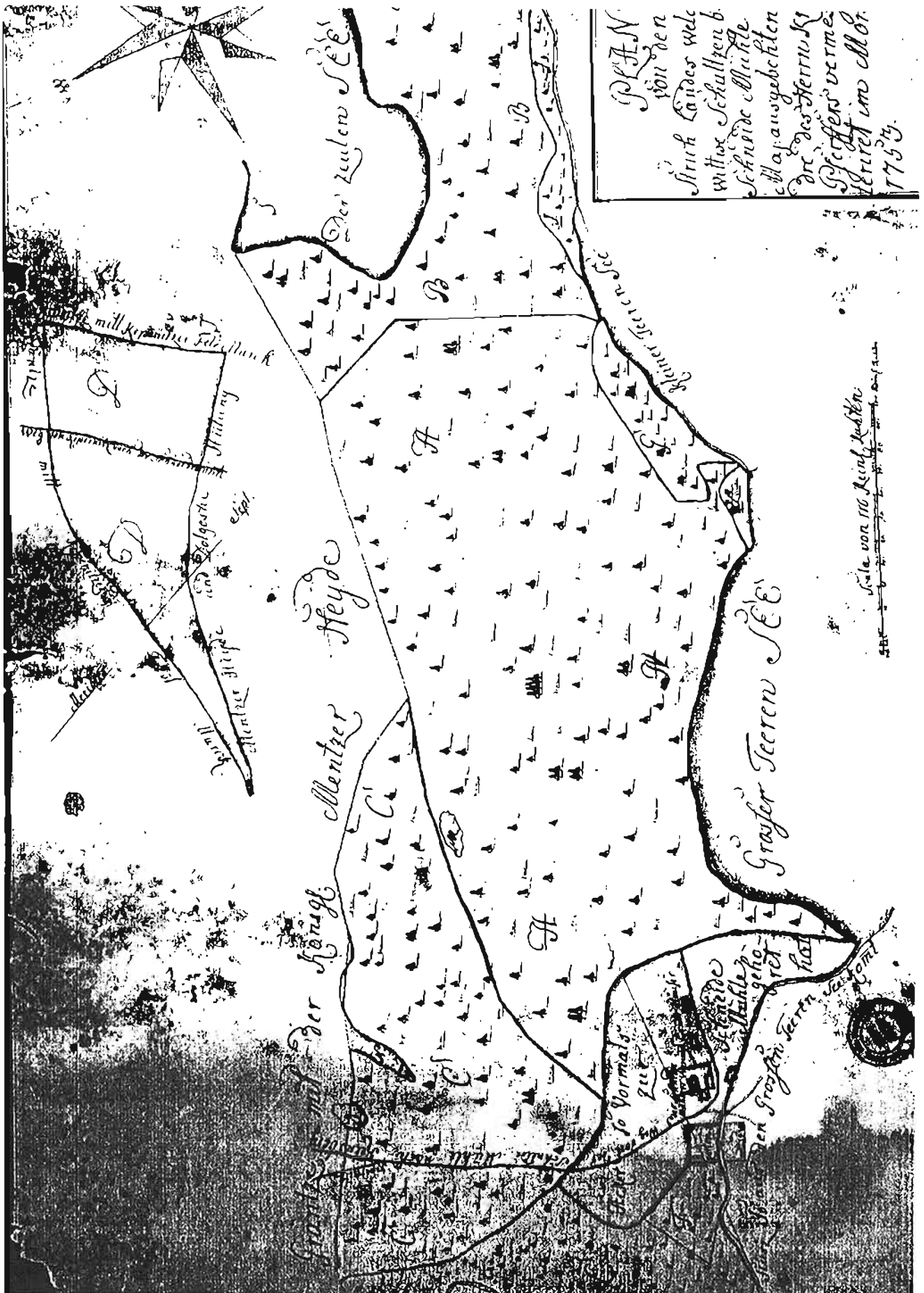


Karte 11.2	Karte von Schmelltau (1767-87) Staatsbibliothek zu Berlin
------------	--------------------------------------------------------------










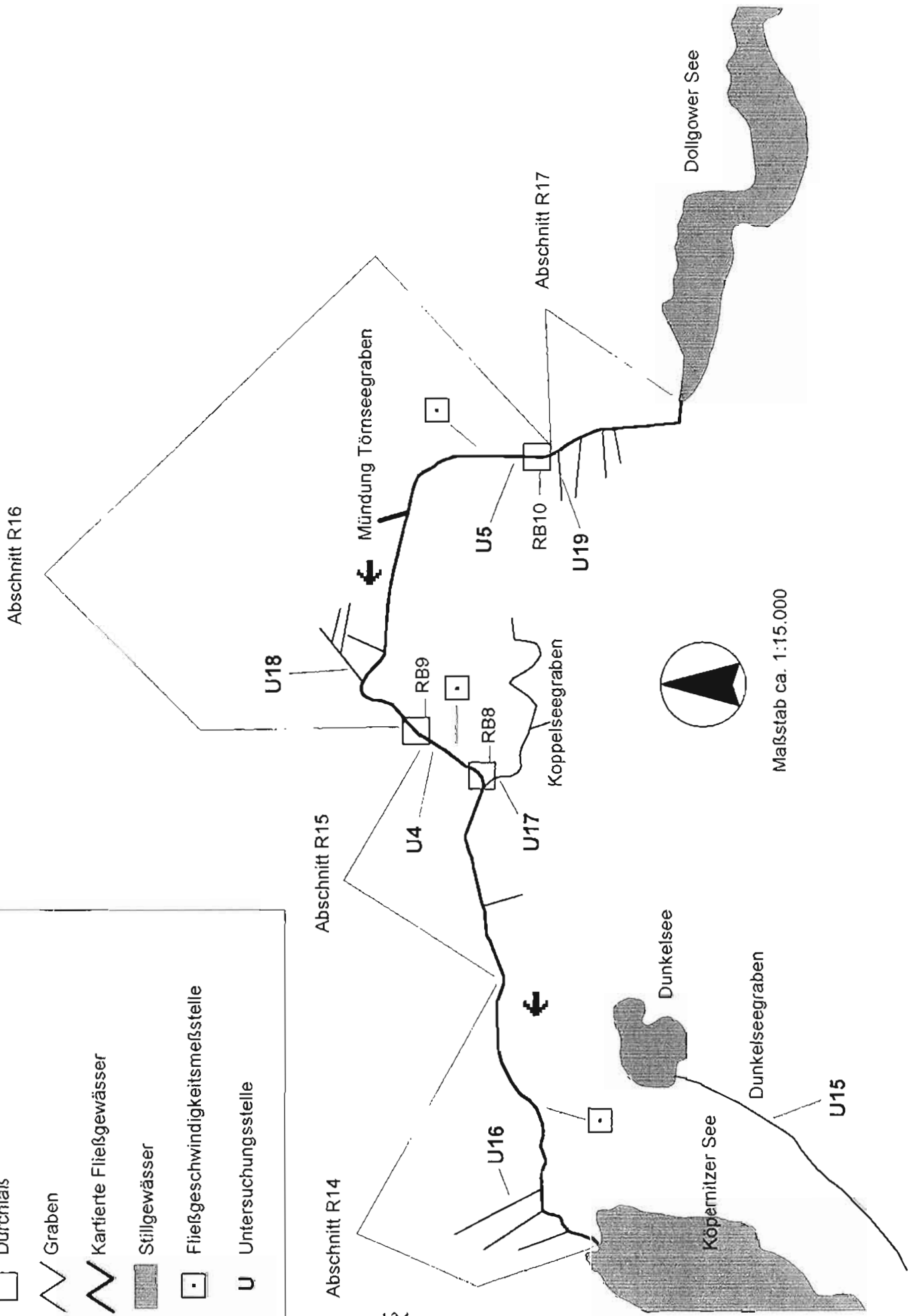












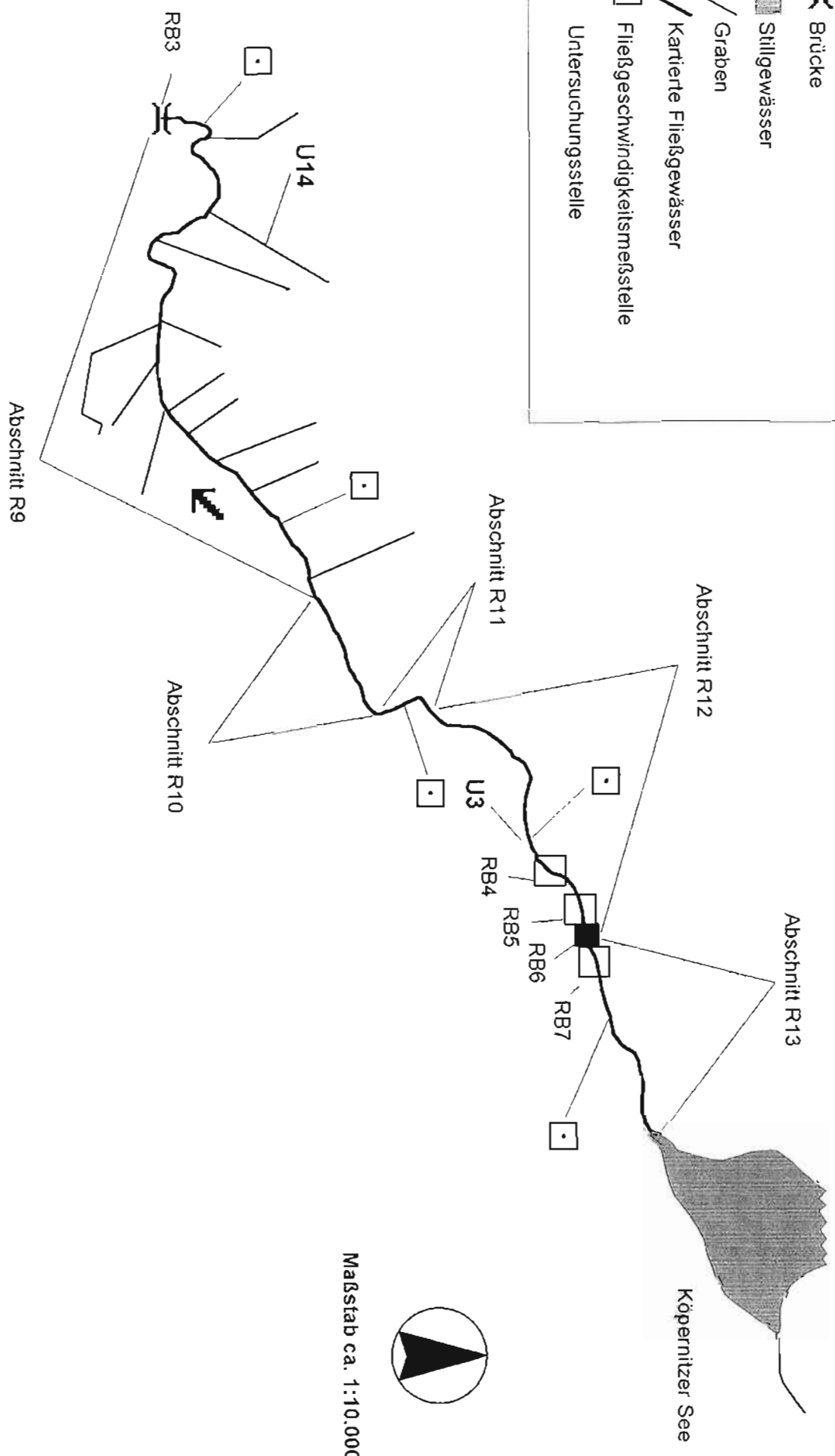
Karte 11.6 "Seen und Lücher in der Menzer Heide"
GStA, Atlas 125



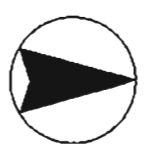
Karte 11.7	Oberlauf Kleiner Rhin
	Durchlaß
	Graben
	Kartierte Fließgewässer
	Stillgewässer
	Fließgeschwindigkeitsmeßstelle
U	Untersuchungsstelle








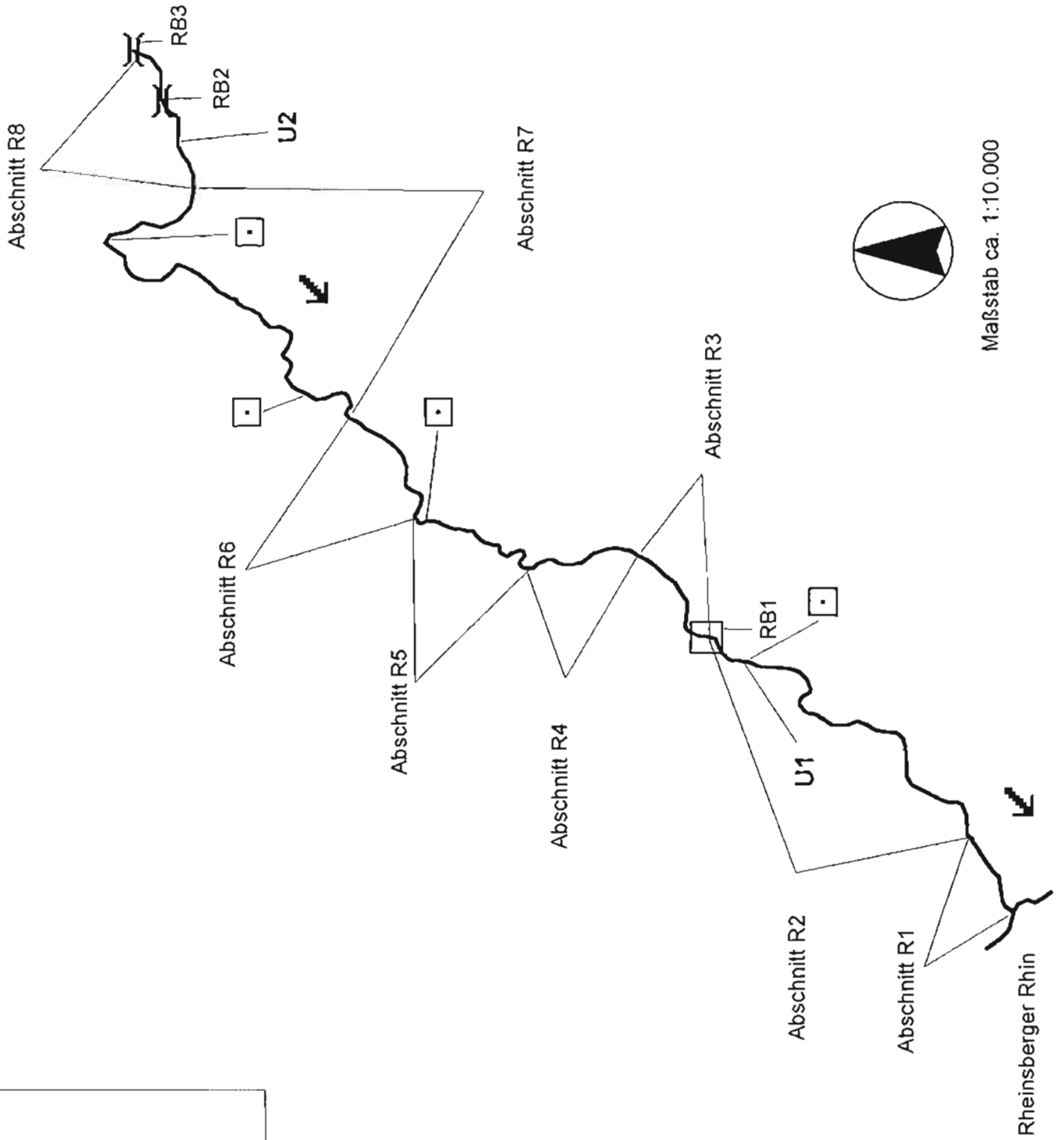
	Durchlaß
	Sohlabschluß, Sohlrampe
	Brücke
	Stillgewässer
	Graben
	Kartierte Fließgewässer
	Fließgeschwindigkeitsmeßstelle
	Untersuchungsstelle








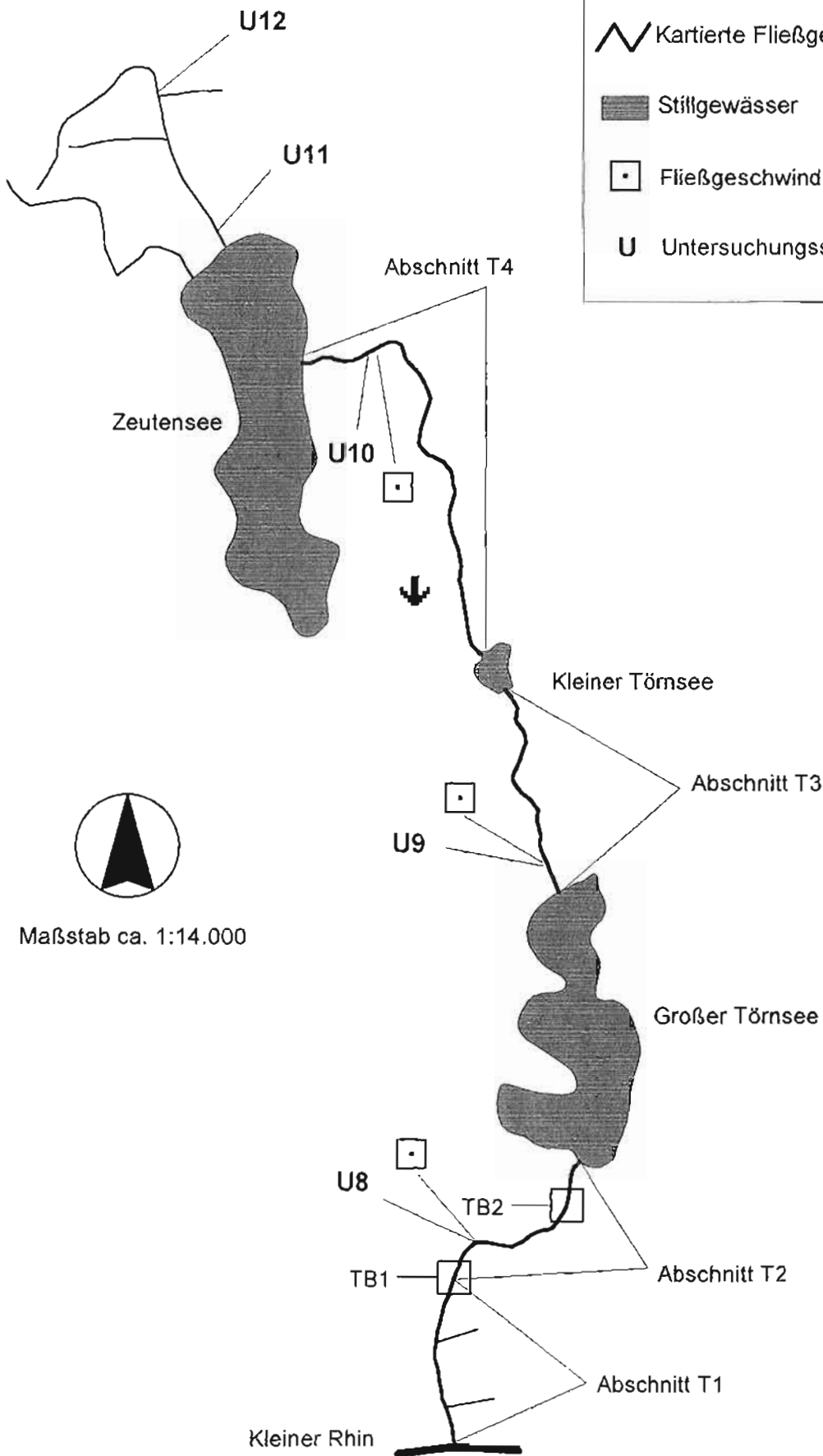
Maßstab ca. 1:10.000










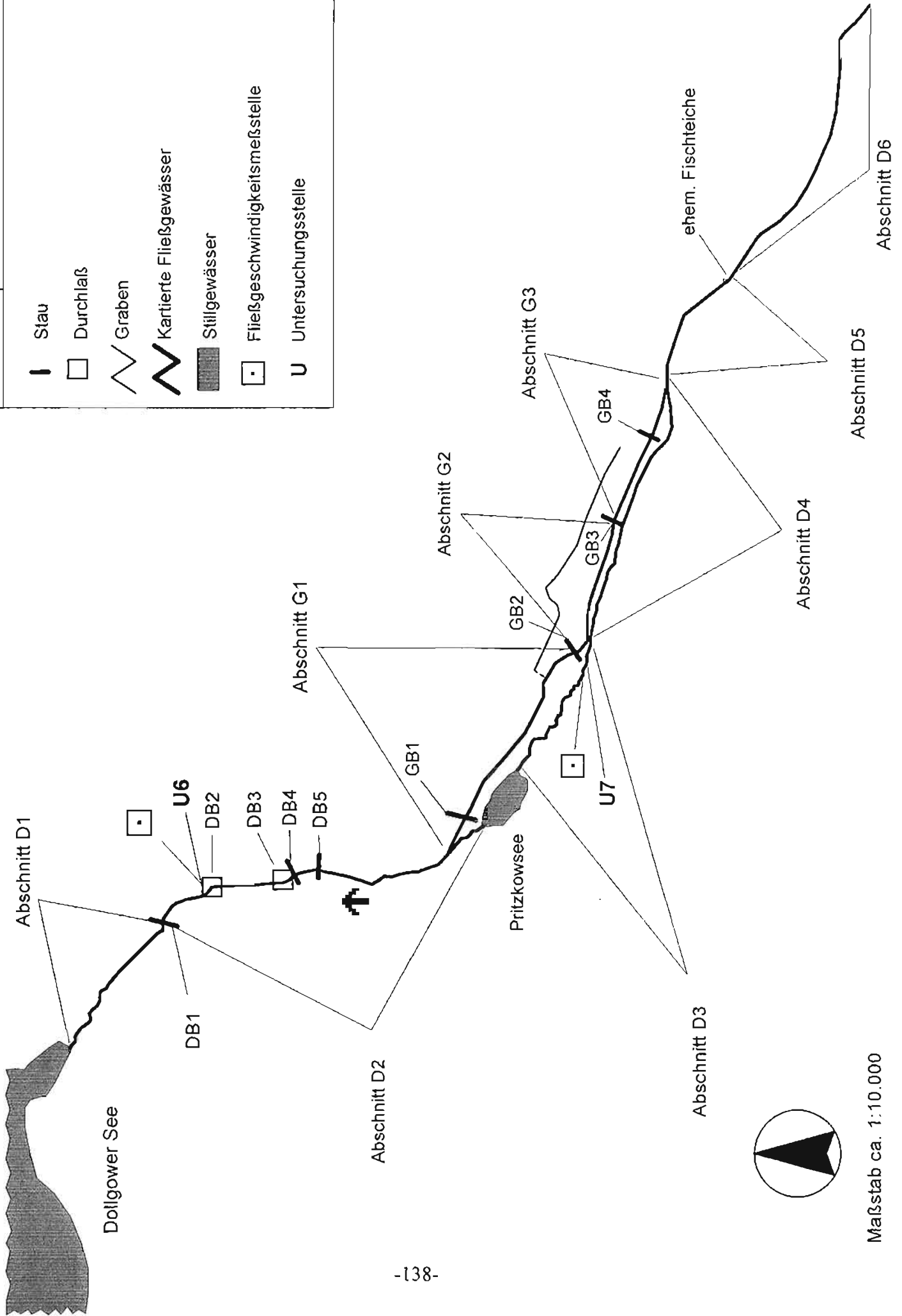
Karte 11.9	Unterlauf Kleiner Rhin
	Brücke
	Durchlaß
	Kartierte Fließgewässer
	Fließgeschwindigkeitsmeßstelle
	U Untersuchungsstelle



Karte 11.10	Törnseegraben
	Durchlaß
	Graben
	Kartierte Fließgewässer
	Stillgewässer
	Fließgeschwindigkeitsmeßstelle
U	Untersuchungsstelle



Karte 11.11	Dollgower Seegraben
	Stau
	Durchlaß
	Graben
	Kartierte Fließgewässer
	Stillgewässer
	Fließgeschwindigkeitsmeßstelle
	Untersuchungsstelle



Maßstab ca. 1:10.000