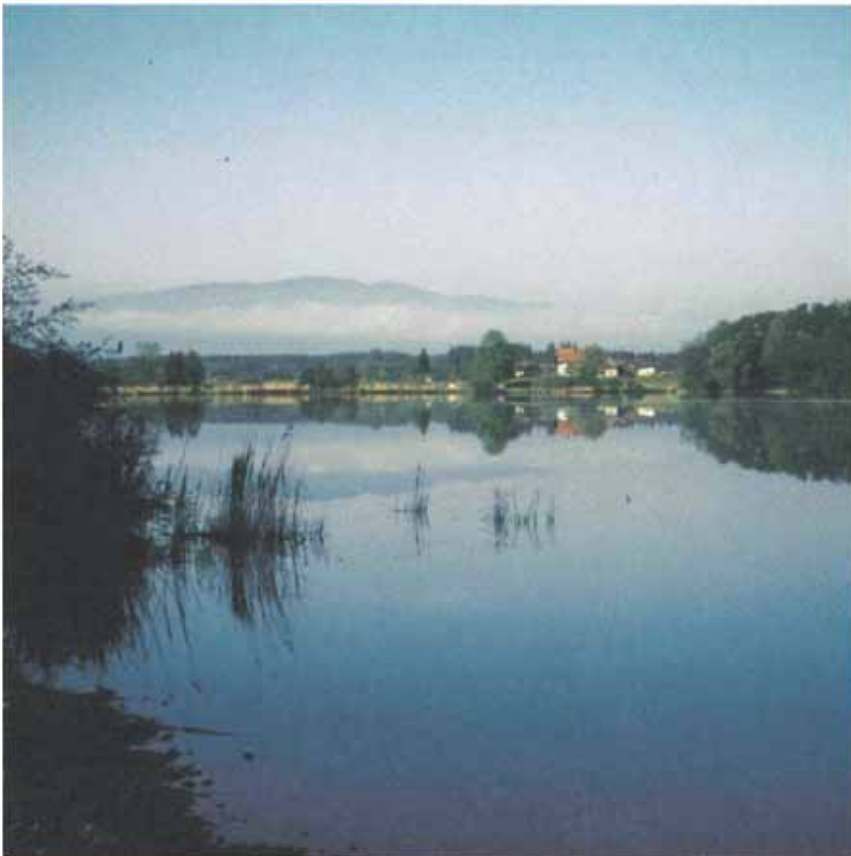




Der Abtsee



Forschungsergebnisse  
der Jahre 1990-2000  
zum Schutz und  
zur Entwicklung eines  
voralpinen Stillgewässers

Teil 1:  
Forschungsergebnisse  
aus den Jahren 1990-1999  
(Marianne BADURA)

Teil 2:  
Phytoplankton und Trophie –  
Forschungsergebnisse  
aus dem Jahr 2000  
(Georgia BUCHMEIER)



## **Der Abtsee**

**Forschungsergebnisse der Jahre 1990-2000 zum Schutz und zur  
Entwicklung eines voralpinen Stillgewässers**

---

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)  
D - 83406 Laufen/Salzach, Postfach 1261  
Telefon (0049)08682/8963-0,  
Telefax (0049)08682/8963-17 (Verwaltung) und (0049)08682/8963-16 (Fachbereiche)  
E-Mail: [Poststelle@anl.bayern.de](mailto:Poststelle@anl.bayern.de)  
Internet: <http://www.anl.de>

**Zum Titelbild:**

Blick vom so genannten Saaldorfer Strand über den südlichen Teil des Abtsees zum Teisenberg.

Hinter dem langgestreckten Hügel (= Oser) im Vordergrund mit der Hofsidlung „Fischer“ (= alter Hofname) und dem „Fischerhölzl“ befindet sich das Haarmoos (siehe Laufener Forschungsbericht 2: „Das Haarmoos – Forschungsergebnisse zum Schutz eines Wiesenbrütergebietes“; 1996). Oser (auch Drumlins genannt) ist der geologische Fachbegriff für die eiszeitlich von Gletschern geformten Höhenrücken, bestehend aus geschichteten Schottern und Sanden; hier in SO-NW-Erstreckung.

**Laufener Forschungsbericht 7**

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0946 - 5006

ISBN 3-931175-63-4

Zitiervorschlag: BADURA, Marianne und BUCHMEIER, Georgia  
Der Abtsee – Forschungsergebnisse der Jahre 1990-2000. –  
Laufener Forschungsbericht 7

---

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

---

Auftraggeber: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Bearbeitung: Marianne Badura und Georgia Buchmeier

Schriftleitung

und Redaktion: Dr. Notker Mallach in Zusammenarbeit mit Peter Sturm

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen – auch auszugsweise – aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: Fa. Hans Bleicher, Laufen

Herstellung der Farblithos: Fa. Hans Bleicher, Laufen

Druck und Bindung: Fa. E. Grauer, Laufen (Moosham)

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)



<b>Inhalt</b>	Forschungsbericht 7 – ANL 2001		Seite
	Vorwort	Dr. Christoph GOPPEL	4
Teil 1:	Der Abtsee – Forschungsergebnisse aus den Jahren 1990-1999	Marianne BADURA	5
Teil 2:	Phytoplankton und Trophie des Abtsees – Forschungsergebnisse aus dem Jahr 2000	Georgia BUCHMEIER	99

Mit dem bei Laufen/Salzach gelegenen Abtsee – auch Abtsdorfer See genannt – verbindet sich das Bild eines harmonisch in der Voralpenlandschaft gelegenen, landschaftlich reizvollen Stillgewässers. Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte im See vermittelt jedoch ein ganz anderes Bild des Abtsees. Ein immer höherer Nährstoffeintrag in den See blieb nicht ohne Wirkung. So entstand Ende der 80er Jahre eine immer kritischere Lage, die ein „Umkippen“ des als Erholungs- und Badegewässer sehr beliebten Sees immer wahrscheinlicher machte.

Nun galt es zu handeln. Alle beteiligten Fachbehörden und Kommunen arbeiteten beispielhaft zusammen, um die Sanierung des Sees in Angriff zu nehmen. Mit dabei war auch die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, die ab 1990 die Durchführung regelmäßiger Untersuchungen übernahm, die wichtige Grundlagen für die Sanierungsschritte im Einzelnen bildeten.

Mit dem nun vorliegenden Forschungsbericht zieht die Akademie, basierend auf den Ergebnissen der bislang abgelaufenen Entwicklung, eine Zwischenbilanz der aktuellen Situation. Darüber hinaus stellt sie

die vereinbarten weiteren Ziele und die sich daraus ergebenden Maßnahmen vor.

Der Regierung von Oberbayern, Sachgebiet 720, wie auch den beteiligten Fachstellen, dem Wasserwirtschaftsamt Traunstein, der Unteren Naturschutzbehörde und dem Staatlichen Gesundheitsamt des Landratsamtes Berchtesgadener Land, dem Amt für Landwirtschaft und Ernährung, sowie den Kommunen, der Stadt Laufen und der Gemeinde Saaldorf-Surheim, sei an dieser Stelle ganz herzlich für die gute und konstruktive Zusammenarbeit gedankt. Sie alle haben mitgewirkt, dass wir mit alten und neuen Partnern einen für manchen noch ungewohnten Dialog aufnehmen konnten.

Erste wichtige Schritte sind getan; es gilt daran anzuknüpfen und weiterzumachen, um ein Kleinod unserer Voralpenlandschaft dauerhaft für die Zukunft zu erhalten. In diesem Sinne gilt der letzte, erwartungsvolle Dank im Voraus schon den Lesern dieses Berichtes, die mit ihrer Anteilnahme und ihrer Bereitschaft mitzuwirken, ganz wesentlich zum Gelingen beitragen können.



Dr. Christoph Goppel

Direktor der Bayerischen Akademie  
für Naturschutz und Landschaftspflege

# Teil 1: Der Abtsee–Forschungsergebnisse aus den Jahren 1990-1999

Marianne BADURA

## Inhaltsverzeichnis (Teil 1)

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>6</b>	3.3.2 ANL-Messergebnisse von 1989-1999	
<b>2. Grundlagen</b>	<b>7</b>	für P, N, O <sub>2</sub> und T - Abtsee	23
2.1 Anlaß, Aufgabenstellung	7	3.3.2.1 Chlorophyll-a	26
2.2 Projekt Abtsee	7	3.3.2.2 Zusammenfassung: Temperatur	26
2.2.1 Beteiligte Institutionen	8	3.3.2.3 Zusammenfassung:	
2.2.2 Entwicklung der Zusammenarbeit –		Sauerstoffgehalt	26
„Abtsee-Konferenzen“	8	3.3.2.4 Zusammenfassung:	
2.3 Wesentliche Problemfaktoren	9	Gesamt-Phosphor	27
2.3.1 Faktor Landwirtschaft	10	3.3.2.5 Zusammenfassung: Nitrat-N	28
2.3.1.1 Planerische Vorgaben	10	3.3.3 ANL-Messergebnisse von 1989-1999:	
2.3.1.2 Flächennutzung	10	Zuflüsse	29
2.3.1.3 Viehbestand	11	3.3.3.1 Gesamtphosphat	29
2.3.1.4 Düngung und Nährstoffaustrag	11	3.3.3.2 Nitrat-N	30
2.3.1.5 Melioration	12	3.3.4 Aufenthaltsbereich der Fischfauna	31
2.3.1.6 Landwirtschaftliche Abwässer	12	3.3.5 Bakteriologische Befunde	33
2.3.1.7 Erosion	12	3.3.5.1 Allgemeines,	
2.3.2 Faktor Abwasser	12	Methodik, Grenzwerte	33
2.3.2.1 Art der Abwässer	12	3.3.5.2 Ergebnisse von 1990 bis 1994	34
2.3.2.2 Abwasserentsorgung im EZG	12	3.3.5.3 Ergebnisse von 1995 bis 1997	35
2.3.3 Faktor Erholung und Tourismus	13	3.3.5.4 Ergebnisse von 1998 bis 1999	37
2.3.3.1 Zahl und Herkunft der Badegäste	13	3.3.5.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	39
2.3.3.2 Freizeitverhalten	13	3.3.5.6 Problematik: Entenbilharziose	40
2.3.3.3 Fischerei	13	<b>4. Leitbildfindung</b>	<b>41</b>
2.4 Limnologische Charakterisierung	14	4.1 Diatomeenstratigraphie	41
2.5 Naturraum und Landschaftsgeschichte	14	4.1.1 Methodik	41
2.5.1 Naturräumliche Zuordnung	14	4.1.2 Ergebnisse	42
2.5.2 Geologie/Boden	14	4.2 Entwicklung eines	
2.5.3 Klima	16	Prognose-Modells nach Vollenweider	43
2.5.4 Vegetation	16	4.2.1 Vollenweider-Modell	43
2.5.4.1 Vegetation im Einzugsgebiet	16	<b>5. Umsetzung</b>	<b>45</b>
2.5.4.2 Makrophytenvegetation		5.1 Bilanz der bisher	
des Abtsees	17	durchgeführten Maßnahmen	45
2.6 Einzugsgebiet	17	5.1.1 Bereich Landwirtschaft	45
2.6.1 Zuflüsse	17	5.1.1.1 Hofbegehung 1983-85	45
2.6.1.1 Gaberbach und Weidmoosgraben	17	5.1.1.2 Erhebung landwirtschaftlicher	
2.6.1.2 Rossgraben und Badhäuslgraben	17	Kennziffern im EZG 1991	45
2.6.2 Historische und aktuelle		5.1.1.3 Reduzierung	
Nutzung des Einzugsgebietes und Sees	17	des Wirtschaftsdüngers	46
<b>3. Durchführung der Untersuchung</b>	<b>19</b>	5.1.1.4 Phosphatversorgung der Böden	46
3.1 Methodik	19	5.1.1.5 Phosphatbilanz	47
3.1.1 Methodik zur Erfassung der		5.1.1.6 Flurbereinigungsverfahren	49
physikalisch-chemischen Parameter	19	5.1.1.7 Förderprogramme	
3.1.2 Methodik zur Erfassung der Fischfauna	19	des Naturschutzes	49
3.2 Bedeutung und Kennziffern der relevanten		5.1.1.8 Bayerisches Kultur-	
Untersuchungsparameter	19	landschaftsprogramm (KULAP)	50
3.2.1 Nitrat und Nitrat-N (mg/l)	19	5.1.1.9 Umsetzung der Gewässerpflege-	
3.2.2 P-Gesamt (mg/l)	20	pläne für Laufen	
3.2.3 Sauerstoffgehalt (mg/l)		und Saaldorf/Surheim	51
und Temperatur (°C)	20	5.1.2 Bereich Siedlungsabwässer	52
3.3 Ergebnisse	20	5.1.2.1 Abwasserentsorgung Stadt Laufen	52
3.3.1 Auswertung vorhandener Untersuchungen	20	5.1.2.2 Abwasserentsorgung	
3.3.1.1 Untersuchung		Gemeinde Saaldorf/Surheim	53
des LfW, 1978, Herr Brenner	20	5.1.2.3 Erlass einer Satzung zur	
3.3.1.2 Untersuchungen von Dr. Hamm		Entsorgung von Fäkalschlamm	53
und Dr. Näher, 1982 und 1988	21	5.1.3 Bereich Erholung und Tourismus	53
3.3.1.3 Untersuchungen des		5.1.3.1 Anlage des Freizeitgeländes	53
WWA Traunstein 1990/91	22	5.1.3.2 Anlage des Bootssteiges und	
3.3.1.4 Untersuchungen des		Sanierung des Schilfgürtels	54
WWA Traunstein 1994/97	22	5.1.4 Übersicht	
		der Maßnahmen und Finanzierung	54
		5.2 Diskussion	54

5.2.1 Zusammenfassung der Diskussion	54	Anlage 3: Meßergebnisse der ANL (Ges-P, Nitrat-N und Sauerstoffgehalt) von 1989-1999 – Abtsee	63
5.2.2 Ziele	56	Anlage 4: Diagramme zu Ges-P im See 1991-1999 (ANL 2000)	81
5.2.3 Maßnahmen	56	Anlage 5: Diagramme zum Sauerstoffgehalt im See 1991-1999 (ANL 2000)	83
5.2.3.1 Maßnahmenkatalog 2000	56	Anlage 6: Meßergebnisse der ANL für Ges-P von 1989-1999 – Zuflüsse	86
5.2.3.2 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen (Zeitraum: 3 Jahre)	56	Anlage 7: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung (GSA Bad Reichenhall 1999)	91
5.2.3.3 Mittelfristig umzusetzende Maßnahmen (Zeitraum: 5 Jahre)	57	Anlage 8: <u>Maßnahmenkatalog zur Sanierung des Abtsees 2000</u>	95
5.2.3.4 Langfristig umzusetzende Maßnahmen (10 Jahre)	57	Anlage 9: Abbildungsverzeichnis	95
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>58</b>	Anlage 10: Tabellenverzeichnis	96
<b>7. Anhang</b>	<b>60</b>	Anlage 11: Fotoverzeichnis	97
Anlage 1: Liste der Untersuchungen zum Abtsee	60	Anlage 12: Verwendete Abkürzungen	97
Anlage 2: Meßergebnisse des WWA Traunstein für die Zuflüsse 1983-1997 (WWA 2000)	61		

## 1. Zusammenfassung

Der Abtsee, Landkreis Berchtesgadener Land, war im Lauf der vergangenen 30 Jahre einer zunehmenden Belastung mit Nährstoffen und Keimen aus dem vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet ausgesetzt. Ende der 80er wurde die Lage so kritisch, dass der als Bade- und Erholungsgewässer stark frequentierte See umzukippen drohte. Daraufhin initiierte die Regierung von Oberbayern eine beispielhafte ständige Kooperation aller Fachbehörden, anliegenden Gemeinden und Forschungseinrichtungen, mit dem Ziel, den Abtsee als ökologisch stabiles Gewässer und als Erholungsgebiet zu erhalten.

Die Wasserwirtschaft und die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) führten regelmäßige Messungen zur Ermittlung des Nährstoffgehaltes durch, das Gesundheitsamt erhob die Daten zur Belastung mit coliformen Keimen und Fäkalcoli.

Die Zufuhr von Gesamtphosphor (Ges-P) konnte in den letzten 10 Jahren konstant verringert werden. Damit ist auch der Trend beim Gehalt von Ges-P in mg/l im See selbst schwach rückläufig. Im Dezember 1990 wurden 0,135 mg/l ermittelt, im Dezember 1999 nur noch 0,026 mg/l. Eine Entwarnung kann allerdings noch nicht gegeben werden, da der Sollwert von durchschnittlich 0,027 mg/l der jährlichen Phosphatbelastung, ab dem eine konstante Rückentwicklung des Trophiegrades beginnt, bisher noch nicht erreicht wurde.

Nitrat-Stickstoff (Nitrat-N) erreichte im Untersuchungszeitraum den höchsten Stand in den Wintermonaten der Jahre 1992-1995. Seitdem sinken die Werte in allen Tiefenschichten leicht ab.

Bei der Messung der Belastung mit coliformen Keimen und Fäkalcoli kam es in unregelmäßigen Abständen immer wieder zu massiven Leit- und Grenzwertüberschreitungen in den Zuleitern. An den Badeplätzen im See selbst wurden aufgrund der Verdünnungswirkung des relativ großen Wasserkör-

pers keine kritischen Werte gemessen. Weiterhin dringlich bleibt die Eliminierung humanpathogener Keime (Fäkalcoli), die über die Zuleiter eingetragen werden.

Als Ursache für den hohen Eintrag von Nährstoffen und Keimen sind vor allem die intensive Düngung mit Gülle durch die Landwirtschaft, als auch fehlende Einrichtungen zur Abwasserentsorgung für die umliegenden Ortschaften und Streusiedlungen anzuführen. Bei den Landwirten im Einzugsgebiet wurde durch engagierte Aufklärungs- und Informationsarbeit in bezug auf die sachgemäße Lagerhaltung und Ausbringung von Gülle eine massive Reduzierung der ausgebrachten Düngermenge erreicht. Durch Extensivierungs- und Pflegemaßnahmen im angrenzenden und naturschutzfachlich sehr wertvollen Haarmos erzielte man eine weitere Reduzierung des Nährstoffeintrages.

Im Bereich der Abwasserentsorgung konnte der Eintrag von Fäkalcoli und Nährstoffen durch große Investitionsmaßnahmen der Stadt Laufen und der Gemeinde Saaldorf-Surheim deutlich verringert werden. Insgesamt kann nach 10 Jahren Zusammenarbeit eine sehr positive Bilanz gezogen werden.

Die bisherigen Maßnahmen reichen jedoch noch nicht aus, um ein Überschreiten kritischer Werte auszuschließen und eine merkliche Rückentwicklung des Trophiegrades zu bewirken. Dies bedeutet, daß weitere Schritte notwendig sind, um den Abtsee dauerhaft als Bade- und Erholungsgewässer sowie als Lebensraum zu erhalten. Mittelfristiges Ziel sollte die Entwicklung des Sees von einem eutrophen zu einem mindestens eu- bis mesotrophen Gewässer sein. Langfristig optimal wäre das Erreichen eines mesotrophen Zustandes.

Dies erfordert von allen Beteiligten viel Engagement für weitere Anstrengungen und Maßnahmen zur weiteren Senkung der Nährstoffbelastung und zum Herbeiführen hygienisch unbedenklicher Wasserqualität.



## 2. Grundlagen

### 2.1 Anlaß, Aufgabenstellung

Untersuchungen in und um den Abtsee werden seit nunmehr zwei Jahrzehnten durchgeführt (vgl. Anhang, Anlage 1). Ursache dafür waren und sind die hohe Nährstoffbelastung des Stillgewässers, die weitgehend aus dem Eintrag von belastetem Oberflächenwasser resultiert. Da der See ein wesentlicher Faktor für Erholung und Tourismus in der Region ist, besteht von allen Seiten großes Interesse, seine Qualität wieder herzustellen. Ende der 80er Jahre wurde ein sehr kritischer Zustand erreicht, der Anlaß dafür war, daß eine Kooperation zwischen allen beteiligten Kommunen und staatlichen Einrichtungen initiiert wurde, um die Sanierung des Sees einzuleiten. Die ANL übernahm zusätzlich zu den Untersuchungen des WWA Traunstein ab 1990 die Durchführung von regelmäßigen, monatlichen Messungen bestimmter chemischer und physikalischer Parameter, das Staatliche Gesundheitsamt Bad Reichenhall die bakteriologischen Untersuchungen. Damit wurden Aussagen zu Veränderungen der Wasserqualität möglich. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen im Zusammenhang mit den bereits durchgeführten Maßnahmen in der vorliegenden Arbeit ausgewertet und interpretiert werden. Die Ergebnisse sind die Grundlage für das künftige Entwicklungsziel für den Abtsee. Die Fragen, die es zu beantworten gilt, lauten:

- Welche monatlichen, jährlichen und jahreszeitlichen Charakteristika weisen die untersuchten chemischen, physikalischen und bakteriologischen Parameter auf?
- Wie sind die Zusammenhänge zwischen dem Stoffhaushalt der Vorfluter und dem des Abtsees?
- Gibt es Besonderheiten bei den untersuchten chemischen, physikalischen und bakteriologischen Parameter in den einzelnen Gewässern?
- Wie sieht die Schichtung des Wasserkörpers aus und welche Konsequenzen ergeben sich daraus für biotische und abiotische Faktoren?

Die Kooperation von staatlichen Einrichtungen, Kommunen und Bürgern war beispielhaft, da sehr früh die Notwendigkeit gemeinsamen Handelns erkannt wurde. In der vorliegenden Arbeit soll daher auch nach mehr als 10 Jahren aktiver Zusammenarbeit Bilanz gezogen werden. Dabei geht es um die Klärung folgender Fragen:

- Wie kann die Entwicklung der Wasserqualität innerhalb der letzten zehn Jahre beurteilt werden?
- Wie machen sich anthropogene Einflüsse und ihre Veränderungen im Einzugsgebiet bemerkbar?
- Wie erfolgreich war die Kooperation zwischen den beteiligten Gruppen?
- Wie sieht die Zielvorstellung für die Entwicklung des Abtsees aus?
- Wie sieht die weitere Zusammenarbeit und Vorgehensweise aus?

### 2.2 Projekt Abtsee

Per Definition der Limnologie (griech. *limnos* = See) ist der Abtsee eine „(...)wassererfüllte, allseitig umschlossene Hohlform der Landoberfläche, die keinen Zusammenhang mit dem Weltmeer hat.“ (ZINTZ 1993, 10). Stehende Gewässer sind empfindliche Ökosysteme, in denen ein Gleichgewicht zwischen Produzenten (Plankton, Algen, Wasserpflanzen) und Konsumenten (Fische, Insekten) herrscht. Durch erhöhte Zufuhr eines Nährstoffs (meist Phosphor) kommt es zur Massenentwicklung von Produzenten, die von den Konsumenten nicht mehr kontrolliert werden kann. Die Überproduktion und das Absterben organischer Substanz führen schließlich zu einem erhöhten Sauerstoffbedarf und eventuell zum „Umkippen“ des Gewässers, d.h. der Sauerstoffverarmung eines Gewässers bis zum biologischen Tod durch Fäulnis (SCHWERDTFEGER et al. 1994, 206). Abiotische Faktoren wie Morphologie des Seebeckens, geographische Lage, meteorologische Verhältnisse oder Nährstoffverhältnisse spielen im Nährstoffkreislauf eines Sees ebenfalls eine wichtige Rolle.

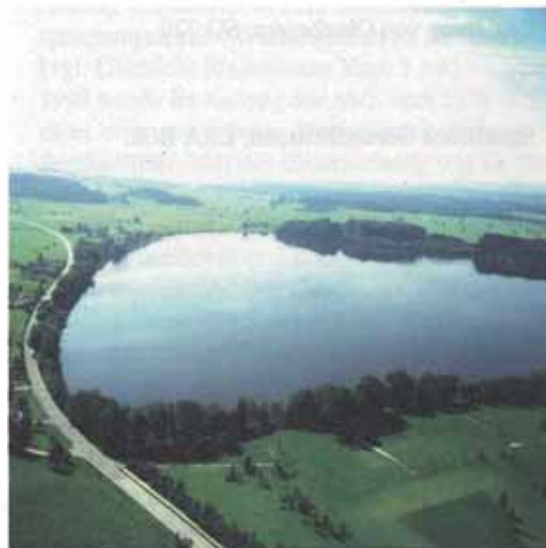


Foto 1  
Der Abtsee

Der Abtsee wird nach heutigem Kenntnisstand als eutroph (bis hypertroph) eingestuft (WWA 2000). Als Trophie wird dabei die Intensität der Primärproduktion bezeichnet (SCHWOERBEL, 1993). Kennzeichen von Eu- und Hypertrophie sind u.a. hohes Nährstoffangebot (Phosphat, Nitrat), geringer Sauerstoffgehalt, starkes Algenwachstum und geringe Sichttiefe. Das Zusammenwirken des Nährstoffeintrags aus natürlichen und anthropogenen Quellen (Landwirtschaft, Siedlung, Niederschläge) und der natürlichen Charakteristika des Sees hat im Laufe der vergangenen drei Jahrzehnte dazu geführt, daß der

Alterungsprozess des Abtsees sich beschleunigt hat und der See in seinem biologischen Gleichgewicht gefährdet war. Mit dem Ziel, ein „Umkippen“ des Sees zu verhindern und sein biologisches Gleichgewicht wieder zu stabilisieren, wurde vor 10 Jahren eine beispielhafte Kooperation der anliegenden Kommunen und aller zuständigen staatlichen Stellen ins Leben gerufen. Als Projekt wird in der vorliegenden

Arbeit die gesamte Entwicklung des Sees und aller damit in Zusammenhang stehender Maßnahmen seit Anfang der 70er Jahre bezeichnet.

### 2.2.1 Beteiligte Institutionen

Folgende Kommunen und staatliche Einrichtungen sind an der Kooperation beteiligt (alphabetisch geordnet):

Name der Kommune Name der staatlichen Einrichtung	Aufgabe im Projekt
Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen	Durchführung chemisch/physikalischer Untersuchungen, Öffentlichkeitsarbeit, Entwicklung von Strategien. Ansprechpartner: Herr Sturm, (extern: Herr Dr. Manhart)
Amt für Landwirtschaft und Ernährung, Laufen	Durchführung von Untersuchungen zum Nährstoffeintrag im Einzugsgebiet, Erstellen von Düngebilanzen, Öffentlichkeitsarbeit bei Landwirten, Organisation/Abschluß von KULAP- und VNP-Verträgen. Ansprechpartner: Herr Linner
Gemeinde Saaldorf-Surheim	Übernahme und Durchführung von Maßnahmen zum Unterhalt der Gewässer III. Ordnung im Gemeindegebiet (GWP), Öffentlichkeitsarbeit. Ansprechpartner: Herr BGM Nutz
Regierung von Oberbayern, SG 720	Koordination der behördeninternen Zusammenarbeit als übergeordnete Behörde. Ansprechpartner: Herr Dr. Wendland
Staatliches Gesundheitsamt, LRA BGL	Durchführung der bakteriologischen Untersuchungen in See und Zuleitern gemäß EG-Richtlinie. Ansprechpartner: Frau Dr. Pflieger
Stadt Laufen	Übernahme und Durchführung von Maßnahmen zum Unterhalt der Gewässer III. Ordnung im Gemeindegebiet (GWP), Öffentlichkeitsarbeit. Ansprechpartner: Herr BGM Herzog
Untere Naturschutzbehörde, LRA BGL	Durchführung von Erhebungen im EZG des Abtsees, Koordination/Abschluß von KULAP- und VNP-Verträgen, Unterstützung bei diversen Erhebungen im EZG (z. B. Haarmoos), Öffentlichkeitsarbeit. Ansprechpartner: Herr Böhmer
Wasserwirtschaftsamt Traunstein	Beratung und Hilfestellung für technische Fragen des Gewässerschutzes, Durchführung von chemisch/physikalischen Untersuchungen. Ansprechpartner: Frau Trautwein

### 2.2.2 Entwicklung der Zusammenarbeit – „Abtsee-Konferenzen“

1989 stellte der Tourismusverband Laufen den Antrag, im Einzugsgebiet des Abtsees ein Düngeverbot zu erlassen. Damit wurden die in diesem Fall „Verantwortlichen“, die Landwirte, auf den Plan gerufen. Es war jedoch offensichtlich, daß ein Düngeverbot allein keine Abhilfe für die zunehmende Eutrophie-

rung des Sees bringen würde. Stattdessen war die Zusammenarbeit mit den Fachbehörden und allen sonstigen Beteiligten notwendig. Es konstituierte sich ein Arbeitskreis, aus dem sich die spätere Zusammenarbeit im Rahmen der „Abtsee-Konferenzen“ entwickelte. An dem Arbeitskreis waren folgende Institutionen/Personen beteiligt:

- AfLuE, Laufen/Traunstein  
ANL, Laufen



- Gemeinde Saaldorf
- Stadt Laufen
- Regierung von Oberbayern
- Staatliches Gesundheitsamt, Bad Reichenhall
- Untere Naturschutzbehörde, LRA BGL
- Wasserwirtschaftsamt Traunstein

Als erste konkrete Maßnahme wurde mit der regelmäßigen Untersuchung verschiedener chemischer Parameter im Abtsee und seinen Zuflüssen durch die ANL begonnen. Die ersten Messungen erfolgten im Mai 1989. Das AfLuE begann 1991 mit der Ersterhebung von diversen landwirtschaftlichen Parametern bei Landwirten im Einzugsbereich (Bodenzustand, Güllelagerraum, Viehbesatz, Düngerverbrauch etc.). Das WWA Traunstein führte im Jahr 1991 ein Sondermeßprogramm an den Zuläufen und dem Abfluß des Sees durch (vgl. Kap. 3.3.1).

Im Auftrag des LRA BGL wurde ab dem Jahr 1991 vom WWA Traunstein auch eine großangelegte Uferanierung durchgeführt. Dabei wurden zwei Uferabschnitte als Badebereiche ausgestaltet und gleichzeitig das Parkplatzangebot um 50% reduziert. „Das Konzept ging auf. Die Erholungssuchenden nahmen die verbesserten Badestrände an und respektierten die Sanierungsflächen. Schilf und Uferbewuchs konnten sich wieder entwickeln als natürlicher Schutz vor Wellenschlag und winterlichem Eisschub.“ (UNB, 1999)

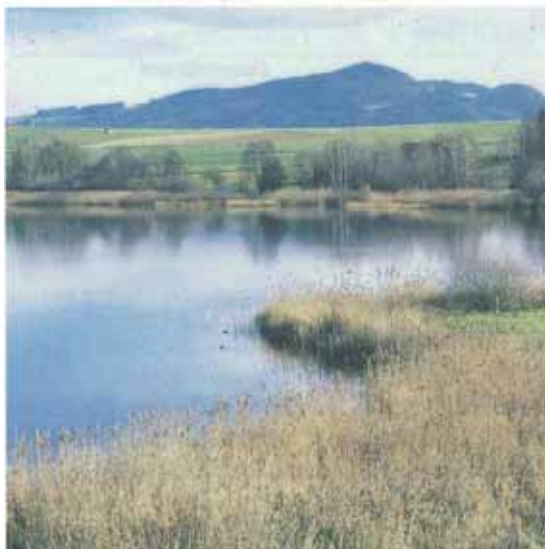


Foto 2

#### Der Abtsee mit Schilfgürtel

Alle genannten Aktivitäten waren Gegenstand der ersten behördeninternen Besprechung, der ersten „Abtsee-Konferenz“, zur Wasserqualität im Abtsee am 19.11.93. Ergebnis jeder Abtsee-Konferenz war ein Maßnahmenkatalog inklusive genauer Benennung der Ausführenden und Festlegung eines Termins (vgl. Kap.5.1).

- Bei der behördeninternen Besprechung „Wasserqualität im Abtsee“ am 10.05.94 wurde die Vereinbarung über die Erarbeitung von gemeinsamen

Zielvorstellungen zur Sanierung des Abtsees durch GSA, AfLE und WWA getroffen. Diese wurden am 6.10.94 vorgelegt. Im August 94 wurde die Öffentlichkeit von der Schlagzeile „Kippt der Abtsee um?“ alarmiert (vgl. Zeitungsartikel). Ausgelöst worden war der Alarm von wiederholten Algenblüten und einem großen Aalsterben im sehr heißen Sommer 94 (Jahrhundertssommer). Ein heftiger Gewittersturm mit starkem Regen beendete die Schönwetterperiode am 24./25.08. und führte gleichzeitig zu einem hohen Nährstoffeintrag ins Gewässer. Im September 94 beschloß die Stadt Laufen einen Gewässerpflegeplan für ausgewählte Gewässer und Teile des Einzugsgebietes des Abtsees.

- Im Oktober und Dezember fanden zwei behördeninterne Gesprächsrunden im Rathaus von Laufen statt.
- 1994 wurde auf Anregung der Konferenz ein Förderprogramm zur Extensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Einzugsgebiet des Sees beim Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten initiiert. 1995 wurde das Programm auf ganz Bayern ausgedehnt und bei der Abtseekonferenz 1995 durch Staatsminister Bocklet vorgestellt.
- In den Jahren 1996 bis 1999 fanden jeweils am Anfang des Jahres weitere behördeninterne Besprechungen zur „Wasserqualität im Abtsee“ statt (vgl. Übersicht Maßnahmen Kap. 5.1.4).
- 1998 wurde im Auftrag der ANL vom LfW München eine sogenannte Diatomeenstratigraphie durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, den ursprünglichen Trophiezustand des Abtsees zu ermitteln. Auf diese Weise sollte eine Aussage ermöglicht werden über den künftig anzustrebenden Sanierungszustand des Gewässers. Bei der Abtsee-Konferenz 1999 wurden die Ergebnisse der Diatomeenstratigraphie vorgestellt (vgl. Kap. 4.1.2).

Ein ähnlich kooperatives Vorgehen war im Zusammenhang mit weiteren Seen im Alpenvorland zu beobachten. Für den Waginger See oder den Chiemsee wurden ebenfalls „Seenkonferenzen“ einberufen. Ursache war auch hier die zunehmende Eutrophierung der Gewässer.

Im Unterschied zu den anderen „Seenkonferenzen“ nahmen an den „Abtsee-Konferenzen“ nur die beteiligten Behörden oder staatlichen Einrichtungen sowie die anliegenden Kommunen teil. Auf die Teilnahme von weiteren politischen Mandatsträgern oder sonstigen Meinungsführern wurde bewußt verzichtet. Auf diese Weise kam es zu einer sehr offenen und sachlichen Zusammenarbeit, die im Interesse aller Beteiligten lag. Reibungsverluste durch öffentlich ausgetragene Konflikte konnten so minimiert werden.

#### 2.3 Wesentliche Problemfaktoren

Die Historie des „Projektes Abtsee“ dauert bereits drei Jahrzehnte und spiegelt sehr gut das sich im Laufe der Zeit wandelnde Verhältnis zwischen Land-



wirtschaft, Naturschutz und Tourismus wider. Es läßt sich folgende grobe zeitliche Gliederung vornehmen:

Die 70er Jahre waren geprägt von intensiver landwirtschaftlicher Produktion und großflächigem Einsatz von Dünger und Pestiziden. Große Teile der Bevölkerung genossen ein steigendes Maß an Freizeit. Der arbeitsfreie Samstag für alle Beschäftigten wurde Ende der 70er Jahre eingeführt.

In den 80ern wuchsen erste ernsthafte Zweifel an der intensiven Nutzung der Landschaft durch den Menschen. Die Bedrohung und Schädigung von Tier- und Pflanzenarten im Einzugsbereich des Sees ist offenkundig. Der Eintrag von Nährstoffen durch Siedlungen und Landwirtschaft in den See wird bestätigt durch vermehrte Algenblüten. Das Thema Umweltschutz wird auch in den Medien salonfähig.

In den 90er Jahren beginnt man mit konstruktiver Zusammenarbeit zur Umsetzung von Natur- und Umweltschutzmaßnahmen. Der Ansatz der Maßnahmen ist sehr weit gefaßt: Technischer Umwelt- und Gewässerschutz und Artenschutzziele des Naturschutzes dienen dem gleichen Ziel und sind deshalb gleichberechtigt.

Für den Abtsee existierten Ende der siebziger Jahre drei verschiedene Problembereiche:

- Der erste Faktor war die massive Nutzung durch Erholungssuchende, die zu offensichtlichen Schäden am See und in seiner Umgebung führte.
- Zum zweiten gab es einen Konflikt zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft bei der Frage nach der Herkunft von Nährstoffeinträgen in den See und der künftigen Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet (Haarmoos, Weidmoos).
- Der dritte Faktor war die Einleitung von Haus- und Siedlungsabwässern einiger Hofstellen und Ortsteile der Gemeinden Laufen und Saaldorf über die Vorfluter direkt in den Abtsee und indirekt über die Ausbringung von Gülle, was zu einer (sehr) hohen Belastung der Zuleiter und des Sees mit coliformen Keimen führte.

Die Eutrophierung des Sees war im Gegensatz zu den offensichtlichen Schäden am Ufer als tatsächliches Problem noch nicht ausreichend im öffentlichen Bewußtsein präsent.

### 2.3.1 Faktor Landwirtschaft

#### 2.3.1.1 Planerische Vorgaben

Die vorliegende Agrarleitplanung ist nicht aktuell, sie datiert aus dem Jahr 1986 und wird deshalb für diese Arbeit nicht herangezogen. Stattdessen wird aus der Arbeit von AUER (1988, 38) zitiert: „Die Agrarleitplanung weist für das UG vornehmlich Grünlandstandorte und weitaus weniger Ackerstandorte aus (...). Der zentrale Bereich des Haarmoos und das NW-Ufer des Abtsees eignen sich lediglich zur Streuwiesennutzung. Die Ausweisung als Grünlandstandorte liegt wohl in erster Linie in den Wasserverhältnissen begründet (Niedermoor und anmoorige Böden).“

### 2.3.1.2 Flächennutzung

Der typische landwirtschaftliche Betrieb im EZG des Abtsees ist ein Milchviehbetrieb mit Grünland und Futterbau. Insgesamt hatten 96 landwirtschaftliche Betriebe im Jahr 1991 Flächen im Einzugsgebiet des Sees. Von diesen 96 Betrieben nahmen 93 an der Befragung durch das Amt für Landwirtschaft und Ernährung, Laufen teil. Die Ergebnisse der Befragung bilden die wesentliche Grundlage für die folgenden Ausführungen.

#### Realnutzungskartierung von 1987

Bei der Erfassung der Landnutzung im Jahr 1987 (AUER 1988) wurden alle landwirtschaftlichen Flächen in den Gemeindebereichen Laufen und Saaldorf erfaßt. Ein Vergleich der Flächenbilanzen mit der Erhebung aus dem Jahr 1991, die sich auf das EZG des Sees beschränkt, ist deshalb nicht sinnvoll. Es können lediglich die Nutzungsanteile von Grünland und Acker verglichen werden.

#### Nutzungsanteile im EZG des Abtsees für Laufen + Saaldorf 1987



Abbildung 1

Flächennutzung 1987: Nutzungsanteile Acker/Grünland (AUER 1988)

#### Flächennutzung 1991

Insgesamt erfaßte Flächen:	1 541 ha
Erfaßte landwirtschaftliche Flächen im Einzugsgebiet	1 319 ha

Die Erhebung der landwirtschaftlichen Parameter 1991 ergab folgende Nutzungsverteilung der landwirtschaftlichen Flächen (inkl. Haarmoos):

#### Nutzungsanteile im EZG des Abtsees für Laufen + Saaldorf 1991

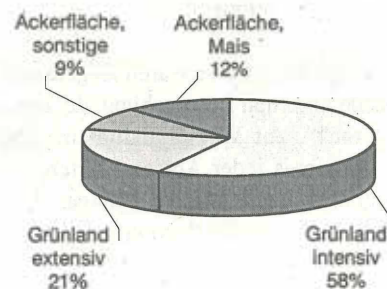


Abbildung 2

Flächennutzung 1991



Es überwog die intensive Grünlandnutzung (4-schü-  
rig). 86 ha der extensiv genutzten Flächen wurden  
nach den Bedingungen des Wiesenbrüterprogrammes  
(jetzt Vertragsnaturschutzprogramm) bewirtschaftet.  
63 ha Grünland erhielten keinen Wirtschaftsdünger,  
das Ackerland wurde vollständig mit Wirtschaftsdü-  
ngern versorgt.

Die heutige Flächenbilanz für das Einzugsgebiet des  
Abtsees entspricht im wesentlichen den Zahlen, die  
1991 erhoben wurden (LINNER 2000, mdl.). Die  
einzigen Veränderungen, die stattgefunden haben,  
sind die Umnutzung von Ackerland in Grünland (vgl.  
Kap. 5.1.1.8).

### 2.3.1.3 Viehbestand

Von den 93 befragten Betrieben war nur ein Betrieb  
ohne Tierhaltung. Milchkühe und weibliche Nach-  
zucht bildeten dabei den Hauptteil der Viehhaltung.

Gesamtviehbestand: 3.526 GV  
Viehbesatz/ha 2,28 GV

Der durchschnittliche Viehbesatz/ha und die Vertei-  
lung sahen folgendermaßen aus:

**Tabelle 1**

**Viehbestand im Einzugsbereich 1991**

GV-Besatz/ha	<1,5	1,5-2,0	2,1-2,5	> 2,5
Zahl der Betriebe	11	16	33	31
% der Gesamtbetriebe	12%	18%	36%	34%

„Die Intensität der Tierhaltung im EZG des Sees re-  
präsentiert den Durchschnitt des Landkreises. Der  
GV-Besatz/ha läßt eine ordnungsgemäße Düngung,  
auch Ausbringung der Wirtschaftsdünger zu.“  
(AfLuE 1992)

### 2.3.1.4 Düngung und Nährstoffaustrag

Die Düngung der Acker- und Grünlandflächen im  
Einzugsgebiet erfolgt mit Wirtschaftsdünger (v.a.  
Gülle) und Mineraldünger. Der hohe Gülleanteil er-  
gibt sich aus der vorherrschenden Betriebsform des  
Milchviehbetriebes mit Futterbau und Grünland. Der  
ökonomische Zwang zu größeren Tierbeständen  
führte in den 70er Jahren zu einer arbeitswirtschaft-  
lich begründeten Umstellung von Stallmist auf Gül-  
lewirtschaft. Die Probleme durch Gülle im Einzugs-  
gebiet des Abtsees sind:

- Teils zu geringe Lagerkapazität der einzelnen An-  
wesen, dadurch erfolgt die Ausbringung in  
Zeiträumen, die ökologisch nachteilige Wirkun-  
gen haben.  
Die in der Gülle enthaltenen Nährstoffe finden bei  
der Düngeplanung keine Berücksichtigung.  
Die Gülle wird bei Starkregenereignissen kurz  
nach der Ausbringung abgeschwemmt.

Die Analyse der in Bayern in den letzten Jahrzehnten  
ausgebrachten Menge an Mineraldünger, ergibt eine

kontinuierliche Steigerung der Mengen bis zu Be-  
ginn der 80er Jahre. Die Phosphatmenge vervierfach-  
te sich und ist heute wieder knapp über dem Niveau  
der 50er Jahre. Die Stickstoffmenge verzehnfachte  
sich und liegt heute beim vierfachen Wert der 50er  
Jahre.

Es gelten folgende Zahlen für die ausgebrachte Dün-  
germenge in kg/ha (BayStMELF 1998 a).

**Tabelle 2**

**Aufwand an Nährstoffen für die mineralische Düngung  
in kg/ha LF**

	Stickstoff in kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in kg/ha
1950/51	15	21
1960/61	32	42
1970/71	74	67
1980/81	120	79
1990/91	107	49
1991/92	95	40
1992/93	82	35
1993/94	78	31
1994/95	78	30
1995/96	78	25
1996/97	84	24

Die Überdüngung durch Stickstoff ist v.a. für das  
Grund- und Dränwasser problematisch, da es zu ei-  
ner direkten Auswaschung von Stickstoffverbindun-  
gen (z.B. Nitrat) während der vegetationsarmen Zeit  
kommt. Die Stickstoffverluste sind umso höher je  
weiter der Ausbringungszeitpunkt von der N-Auf-  
nahme durch die Pflanzen entfernt und je leichter der  
Boden ist. (BayStMELF, 1998 b). Aus dicht lagern-  
den Böden und Mineralböden wird infolge erhöhter  
Denitrifikation weniger Nitrat ausgewaschen als aus  
gut belüfteten. Die N-Verluste humusreicher Böden  
(Moorböden) sind höher als die humusarmer Böden.  
Gleiches gilt für vegetationsarme Böden. Das Maxi-  
mum des Nährstoffaustrags liegt im Herbst/Winter.

Der Nährstoffaustrag bei N aus einer Fläche hängt  
maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

- Nährstoffdepot im Boden  
Zeitpunkt der Düngeausbringung  
Witterung zum Ausbringungszeitpunkt  
Art der Feldfrucht und Einarbeitung  
Bodenart

Phosphor wird weitgehend an Bodenteilchen adsor-  
biert und erst ausgewaschen, wenn die Sorptionska-  
pazität erschöpft ist oder Bodenteilchen durch Erosi-  
on abgetragen und über die Vorfluter in den See ge-  
spült werden. „Ein Gewitterregen auf unbedecktem  
Boden (Zuckerrüben und Mais bis Juni) kann >90%  
des P-Gesamtabtrages in einer Welle in die Gewässer  
verfrachten und dort Eutrophierungsschübe bewir-  
ken.“ (SCHWERDTFEGER et al. 1994, 205)

Der Phosphatvorrat in Moorböden in den obersten 10  
cm (600 kg/ha) ist dabei relativ gering im Vergleich

zu Mineralböden mit 700-2000 kg/ha. Auf kalkhaltigen Niedermoorböden wird ähnlich wie aus Mineralböden durchschnittlich jährlich 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha ausgewaschen. Düngephosphate in Moorböden werden weitgehend sorbiert, bleiben aber pflanzenverfügbar (RÜTER 1994).

### 2.3.1.5 Melioration

Unter Melioration werden alle Maßnahmen zusammengefaßt, die zu einer Bodenverbesserung im Sinne einer Ackernutzung führen. Hierzu zählen auch Entwässerungsmaßnahmen durch Drainagen und der Ausbau der Vorfluter. Der beschleunigte Wasserabfluß, z.B. nach einem Regenereignis, erhöht den Nährstoffaustrag aus der Fläche und den Nährstoffeintrag in den See.

Die erste großflächige Entwässerung des Haarmoos begann 1773 (vgl. Kap. 2.6.2) und wurde danach in unregelmäßigen Abständen intensiviert. Das Weidmoos wurde ca. 1965 drainiert, von 1963-65 ca. 100 ha bei Leustetten und im Jahr 1975 größere Flächen bei Moosham.

Von Seiten der Landwirtschaft wurde sehr lange eine weitere Intensivierung der Nutzung im Einzugsgebiet angestrebt. Im Jahr 1981 erfolgte eine Eingabe beim Petitionsausschuß des Landtages, um die Drainierung von weiteren 140 ha Niedermoorwiesen im südlichen Haarmoos durchzubringen, die jedoch abgelehnt wurde.

### 2.3.1.6 Landwirtschaftliche Abwässer

Als landwirtschaftliche Abwässer gelten hier Reinigungsabwässer und ggf. Gärstoff aus Silos, der über Gräben in die Gewässer abläuft. Siloabwässer sind hoch toxisch und eine tatsächliche Gefahr für Fischbestände. Die Entsorgung von Silosäften muß über spezielle Auffangeinrichtungen, Gülle- oder Jauchegruben erfolgen. Ausreichend große Gruben sind dafür die Voraussetzung.

### 2.3.1.7 Erosion

Als Bodenerosion wird der anthropogen ausgelöste bzw. beschleunigte Abtrag von Bodenteilchen bezeichnet (SCHWERDTFEGGER et al. 1994, 360). Die Erosion verläuft unterschiedlich schnell in Abhängigkeit von Art und Intensität der Landnutzung. Die Grenzwerte für Bodenerosion werden abgeleitet aus der Neubildungsrate des jeweiligen Bodens. In Verbindung mit der Erosivität des Klimas und der Erodierbarkeit des Bodens können Empfehlungen zum Schutz des Bodens ausgesprochen werden. Die wissenschaftlich anerkannte „Allgemeine Bodenabtragsgleichung“ (ABAG) nach WISCHMEIER & SMITH (1965 zit. in AUERSWALD 1986, 8) gibt Aufschluß über die langjährigen mittleren jährlichen Bodenverluste. Der Abtrag in t/ha a eines Ackers im langjährigen Mittel berechnet sich aus:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{wobei}$$

A = Abtrag; R = Erosivität des Regens; K = Erodierbarkeit des Bodens; L = Hanglängenfaktor; S = Einfluß der Hangneigung; C = Bewirtschaftungsfaktor

(Bedeckungsgrad); P = Erosionsschutzfaktor (Wirkung von Schutzmaßnahmen)

Für das Einzugsgebiet gilt nach dem Atlas der Erosionsgefährdung des Bayerischen Geologischen Landesamtes (AUERSWALD et al. 1986) folgende Einstufung:

Regen-Erosivität:	hoch
Boden-Erodibilität:	niedrig bis hoch, je nach Standort
Hanglänge:	mittel bis hoch
Hangneigung:	mittel

Das Erosionsrisiko liegt im mittleren Bereich. Besonders gefährdet durch Erosion sind Ackerflächen mit Maisanbau in hängigem Gelände, da der Boden lange ungeschützt daliegt. Eine Bearbeitung senkrecht zum Hang erhöht nochmals den Abtrag von Bodenteilchen bei Regen. Ackerflächen, auf die die genannten Kriterien zutreffen, liegen im Einzugsbereich des Abtsees v.a. bei den Ortschaften Leustetten, Brünthal und Röderberg, Dorfen, Ehemoosen.

## 2.3.2 Faktor Abwasser

### 2.3.2.1 Art der Abwässer

Die Abwässer, die in den Abtsee geleitet werden sind Abwasserreste von privaten Haushalten, Kleingewerbe, Gaststätten, öffentlichen Gebäuden und Abwasserreste aus landwirtschaftlichen Anwesen. Pro Tag und Einwohner fallen in der BRD 105-300 l (Durchschnittszahl) (SCHWOERBEL 1993, 244) an. Sie sind belastet mit Keimen (vgl. Kap.3.3.5), ca. 90 g organischen Stoffen (gelöst, ungelöst), 14 g Stickstoffverbindungen und 3,7 g Phosphorverbindungen je Einwohner und Tag (AUER 1988, 24). Bis zum Erlaß der Phosphathöchstmengen-VO 1980 und 1984 war die Belastung durch P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> enorm und ging als Folge der Verordnung deutlich zurück.

**Tabelle 3**

P-Einträge in die Oberflächengewässer der BRD (LfW zit. in AUER a.a.O., 26)

	1975	1985	1987
häusliche Abwässer über Kanalisation und Kläranlage	67.1000	43.000	34.300
davon aus Wasch- und Reinigungsmitteln	42.300	20.400	11.400

HAMM et al. (1982) geben als wahrscheinliche Phosphorfracht häuslicher Abwässer aus dem Einzugsgebiet einen Wert von 500 kg P/Jahr an (vgl. Kap. 3.3.1.2) der durch die o.g. Phosphathöchstmengenverordnung mittlerweile deutlich gesunken ist.

### 2.3.2.2 Abwasserentsorgung im EZG

Die Siedlungsstruktur des Einzugsgebietes ist typisch für den ländlichen oberbayerischen Raum mit zahlreichen einzelnen Hofstellen und Weilern. Die drei größeren Dörfer sind Abtsdorf, Leobendorf und Leustetten.

**Tabelle 4**

**Siedlungsstruktur im Einzugsgebiet, Quelle: HAMM et al. (1988)**

	1988
Einwohnerzahl:	720 (248+472)
Einwohnerzahl/km <sup>2</sup> :	36
Einöden:	18
Weiler:	17

Im Zeitraum von 1950-1988 stieg die Zahl der Anwesen in den Gemeindebereichen Laufen und Saaldorf um 50. Die Einwohnerentwicklung in dem Zeitraum war jedoch rückläufig. Die gestiegene Belastung des Abtsees durch Siedlungsabwässer (v.a. Phosphor) muß daher auf geänderte Lebensgewohnheiten zurückzuführen sein, z.B. den höheren Grad an versiegelter Fläche. Der Nährstoffeintrag aus versiegelten Flächen in einem Einzugsgebiet beträgt laut LfW ca. 5% des Phosphor-Gesamteintrags pro Jahr in ein Gewässer (AUER 1988, 22). Nach Erhebungen von Auer nahm die versiegelte Fläche im Einzugsgebiet des Abtsees seit 1950 um rund 200 000 m<sup>2</sup> zu.

Die flächenhaft zersiedelte Struktur der Besiedlung macht eine zentrale Abwasserentsorgung im EZG sehr teuer und teilweise unmöglich. Einzelanwesen sind u.U. immer auf eine eigene Entsorgungsanlage angewiesen. Problematisch bei der Entsorgung von Einzelanwesen bzw. Kleinkläranlagen ist der Phosphatabbau.

Phosphate wurden lange Zeit nur durch bestimmte Verfahren der chemischen Abwasserbehandlung eliminiert. Dieser Vorgang kann jedoch nur in einer Anlage durchgeführt werden, die mit einer großen Kläranlage gekoppelt ist. Für Teile des EZG des Abtsees ist dieses Vorgehen nicht möglich. Daher sind spezifische Lösungen für die einzelnen Splittersiedlungen mit biologischer Phosphatelimination zu suchen. Als mögliche Varianten nennt die Abwasserstudie (RICHTER 1998) für das Stadtgebiet von Laufen folgende biologisch wirkende Anlagen:

Kleinkläranlagen gemäß DIN 4261, Teil 1 und Teil 2:

- mit Mehrkammerausfallgrube als mechanische Reinigungsstufe  
mit biologischer Reinigungsstufe  
Filtergraben oder Filterschacht für Einzelanwesen (<10 EW)  
Pflanzenbeet  
Abwasserteich

### 2.3.3 Faktor Erholung und Tourismus

#### 2.3.3.1 Zahl und Herkunft der Badegäste

1981 wurde von RUNGE (1983) die Zahl der Besucher und ihre Verteilung am Abtsee ermittelt. Danach wurden an 14 Tagen im Sommer insgesamt 14.916 Erholungssuchende gezählt. Der Anteil der Kinder war sehr hoch (17,5%) und damit auch der Anteil der Familien.

Die höchste absolute Besucherzahl wurde an einem Samstag mit 1.431 Personen ermittelt, im Durchschnitt sind an Sonntagen die meisten Besucher anzutreffen (So: 1 291 Pers., Sa: 867 Pers., Wo: 932). Im Jahresverlauf sind die höchsten Besucherzahlen im Juli, August und September zu verzeichnen. Dies entspricht auch den Übernachtungszahlen des Fremdenverkehrsbüros Laufen.

Genauere und aktuelle Besucherzahlen des Freizeitgeländes liegen nicht vor (H. ASCHAUER, LRA BGL, 2000, mdl.). Nach Schätzung von H. SPITZAUER (1999, mdl.) beläuft sich die Zahl der Besucher an heißen Sommertagen auf maximal ca. 3 000 Personen.

Die Herkunft der Besucher wurde von RUNGE (1983) anhand der Pkw-Kennzeichen erfaßt. Danach kamen rund 52% aus dem Landkreis BGL, 26% aus dem Kreis Salzburg, aus den Kreisen AÖ, RO, TS und München 8,3% und aus sonstigen Orten 13%. Die gezählten 913 Fahrräder wurden dem Landkreis BGL zugeordnet. Der Abtsee ist damit als Naherholungsgebiet einzustufen. Als Kriterium gilt ein Einzugsgebiet von 50 km.

#### 2.3.3.2 Freizeitverhalten

In den 70er Jahren wurden der See und alle seine Uferbereiche als Erholungsflächen genutzt. Es existierte damals beispielsweise eine „Erholungskarte“ für das Westufer mit Angabe von Badeplätzen und Feuerstellen, die dazu führte, daß an Wochenenden Hunderte von PKWs entlang der Straße im Fischerholz parkten. Für die dort wohnenden Landwirte gab es oft kein Durchkommen mehr (UNB 1999).

Laut RUNGE (1983) waren die beliebtesten Freizeitaktivitäten Matratzenschwimmen (34,4%), Bootfahren (18%) und Grillen (16,5%). Die höchste Besucherdichte wurde am nördlichen Ostufer festgestellt mit 138 Personen je ha Erholungsfläche, gefolgt vom südlichen Ostufer mit 110 Personen/ha und dem Freizeitgelände mit 104 Personen/ha. Das Freizeitverhalten vieler Besucher hat sich dahingehend geändert, daß ein Besuch am Abtsee nicht nur zum kurzzeitigen Baden dient, sondern zu einem längeren Aufenthalt. Dies führte im gesamten Seeumgriff zu weiteren Problemen durch Lagern.

#### 2.3.3.3 Fischerei

Der Abtsee wurde schon immer als Fischwasser genutzt. Heute teilen sich der Fischereiverein Laufen und die ehemalige Besitzerin des Hotels „Seebad“ die Fischereirechte. Die aktuelle Mitgliederzahl des Fischereivereins liegt bei 239.

Die Fischfauna im Abtsee ist reichhaltig. Sie wird gebildet aus den Raubfischarten Hecht, Zander, Wels, vereinzelt kommen Aale und Barsche vor. An Weißfischen gibt es v.a. Brachsen, außerdem Rotfedern, Rotaugen, Karauschen und Lauben (H. SPITZAUER, Laufen, mdl.). Der Fischertrag ist reichhaltig und wird teilweise durch Besatz gefördert.



## 2.4 Limnologische Charakterisierung

Der Abtsee wird charakterisiert durch folgende Kenndaten:

**Tabelle 5**

Steckbrief des Abtsees, Quelle: WWA (2000), verändert

Wasserspiegelhöhe:	426,22 m ü.NN
Wasserfläche:	84,04 ha
Uferlänge:	4,18 km
maximale Wassertiefe:	19,5 m
mittlere Tiefe	11,25 m
Seevolumen:	9,423 Mio. m <sup>3</sup>
Erneuerungszeit	ca. 0,6 Jahre
Mischungsverhalten:	dimiktisch, vollständig
Entstehung/Seetyp:	diluvial, Moorsee Hydrogencarbonat- Typ mit ca. 10°dH
Größe des Einzugsgebietes	21,1 km <sup>2</sup> , davon 65% landwirtschaftliche Nutzfläche

Aufgrund seiner geographischen Lage in einer gemäßigten Klimazone mit kalten Wintern und warmen Sommern und seiner Morphologie, kommt es beim Abtsee zu einer vollständigen Frühjahrs- und Herbstzirkulation. Möglich gemacht wird die Durchmischung von der Tatsache, daß der gesamte Wasserkörper des Sees im Frühjahr und Herbst eine gleichmäßige Temperatur hat, ausgelöst wird sie von der Windbewegung. Eine zweimalige Zirkulation pro Jahr wird als dimiktisch bezeichnet. Im Sommer und Winter kommt es zur Stagnation der einzelnen Wasserschichten, d. h. es findet kein Austausch mehr statt zwischen den einzelnen, unterschiedlich O<sub>2</sub>-gesättigten Straten. Die Verschiebung des Sauerstoffgehaltes und der Schichten im Laufe eines Jahres kann sehr gut anhand der Fischeaufenthaltssorte im See nachvollzogen werden.

Geht man von einer konstanten Windgeschwindigkeit von 36 km/h aus, wird der See bis in eine Tiefe von 6-12 m durchmischt (TOMCZAK 1963 zit. in SCHWOERBEL a.a.O.). Die durch Frühjahrs- und Herbstzirkulation stattfindende Sauerstoffzufuhr ist ausschlaggebend für den O<sub>2</sub>-Gehalt während der Winter- und Sommerstagnation. Ist die Sauerstoff-

zehrung durch Abbauprozesse während des Sommers im Hypolimnion zu hoch, kommt es zu anaeroben Verhältnissen. Dies war im Abtsee in den letzten Jahren mehrmals der Fall.

## 2.5 Naturraum und Landschaftsgeschichte

### 2.5.1 Naturräumliche Zuordnung

Der Abtsee ist ein wesentlicher Teilraum des Naturraumes „Salzach-Hügelland“. Er liegt im Ausbreitungsbereich des Salzachvorlandgletschers. Die zweite wichtige Untereinheit ist die Leobendorfer-Saalendorfer-Drumlinlandschaft. Westlich des Abtsees liegen die Hochmoorbereiche des Kulbinger und Schönrammer Filzes, im Norden wird das Gebiet von der Talterrasse der Salzach begrenzt. Die Höhenlage des Einzugsgebietes reicht von 428 bis 487 m ü. NN (FRANKE 1993).

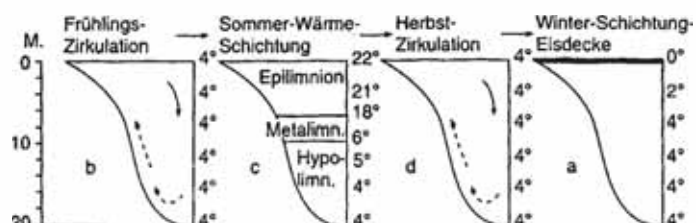
### 2.5.2 Geologie/Boden

Die heutige Wasserfläche des Abtsees und die westlich angrenzenden Niedermoorflächen des Haar- und Weidmooses sind der Rest der „Abtseenplatte“, die sich nach dem Abschmelzen des Salzachgletschers am Ende der Würmeiszeit gebildet hatte. Im Osten wird der See durch Würmschotter begrenzt, im Norden durch Grundmoränenablagerungen auf miozänen Sandsteinen. Das südwestliche Ufer wird durch einen ebenfalls bei Rückzug des Gletschers entstandenen sogenannten Oser gebildet. „Oser sind wallartige, aus geschichteten Schottern und Sanden bestehende, Eisenbahndämmen ähnliche Ablagerungen in Grundmoränenlandschaften.“ NEEF, 1984 zit. in DOPPSCH et al. 1998. Dieser Uferabschnitt ist heute bewaldet („Fischer-Holz“). Der Bereich des Haarmoses war ursprünglich ein sehr flacher See mit ausgedehnten Verlandungszonen, der sog. Haarsee DOPPSCH et al. (1998, 21). Diverse anthropogen bedingte Aufstauungen und Absenkungen des Wasserspiegels haben zur heutigen Gestalt des Sees und seines Umlandes geführt (vgl. Kap.2.6.2 und Abb. 7 auf S. 18).

Zwischen den einzelnen Moränenrücken verlaufen die Hauptvorfluter des Abtsees. Im einzelnen sind dies Gaberlbach, Weidmoosgraben und Berger Graben im Stadtgebiet von Laufen sowie Roß- und Badhäusgraben im Gemeindegebiet von Leobendorf. Das gesamte Einzugsgebiet wird über den Schinderbach (Abfluß Abtsee) und Steinbach hin zur Salzach entwässert. Zur Salzacher Talterrasse, die nur schmal ausgebildet ist, fällt das Gebiet steil ab. Die Würmschotter der Leite sind durchgehend bewaldet RÜTER 1994.

**Abbildung 3**

Wärmehaushalt in einem dimiktischen See (SCHWOERBEL 1993, 52)



Die Bodentypen im Einzugsbereich des Abtsees sind überwiegend Moorböden (Stufen I-III) mit kleineren tonigen oder lehmigen Bereichen (LI-III). Die Lehm-bereiche konzentrieren sich dabei v. a. auf den südöstlichen Bereich (Zuleiter Badhäusgraben). Im Bereich

Weid- und Haarmoos befinden sich fast ausschließlich Moorböden (MI + II). Das Wasser ist deshalb durch Huminsäuren dunkel gefärbt, bei gleichzeitig hohem pH-Wert aufgrund des teilweise kalkhaltigen Moränenmaterials, das zur Bodenbildung beigetragen hat.

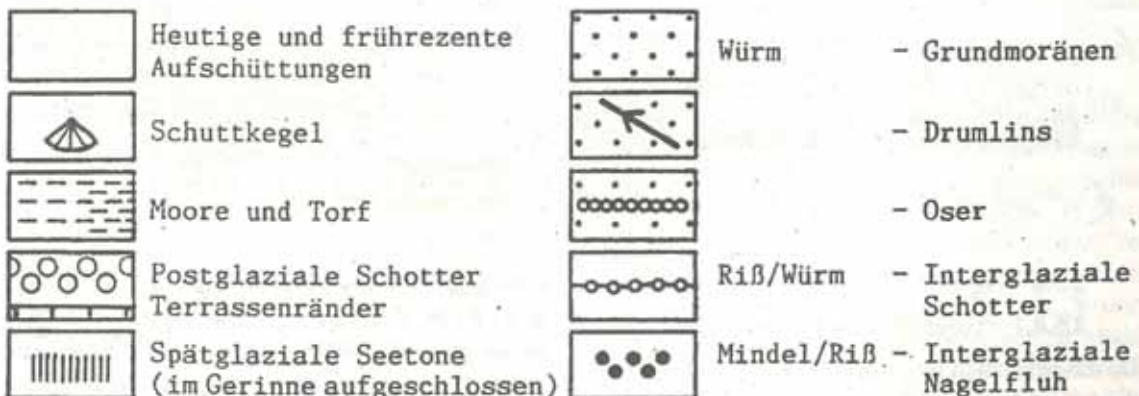
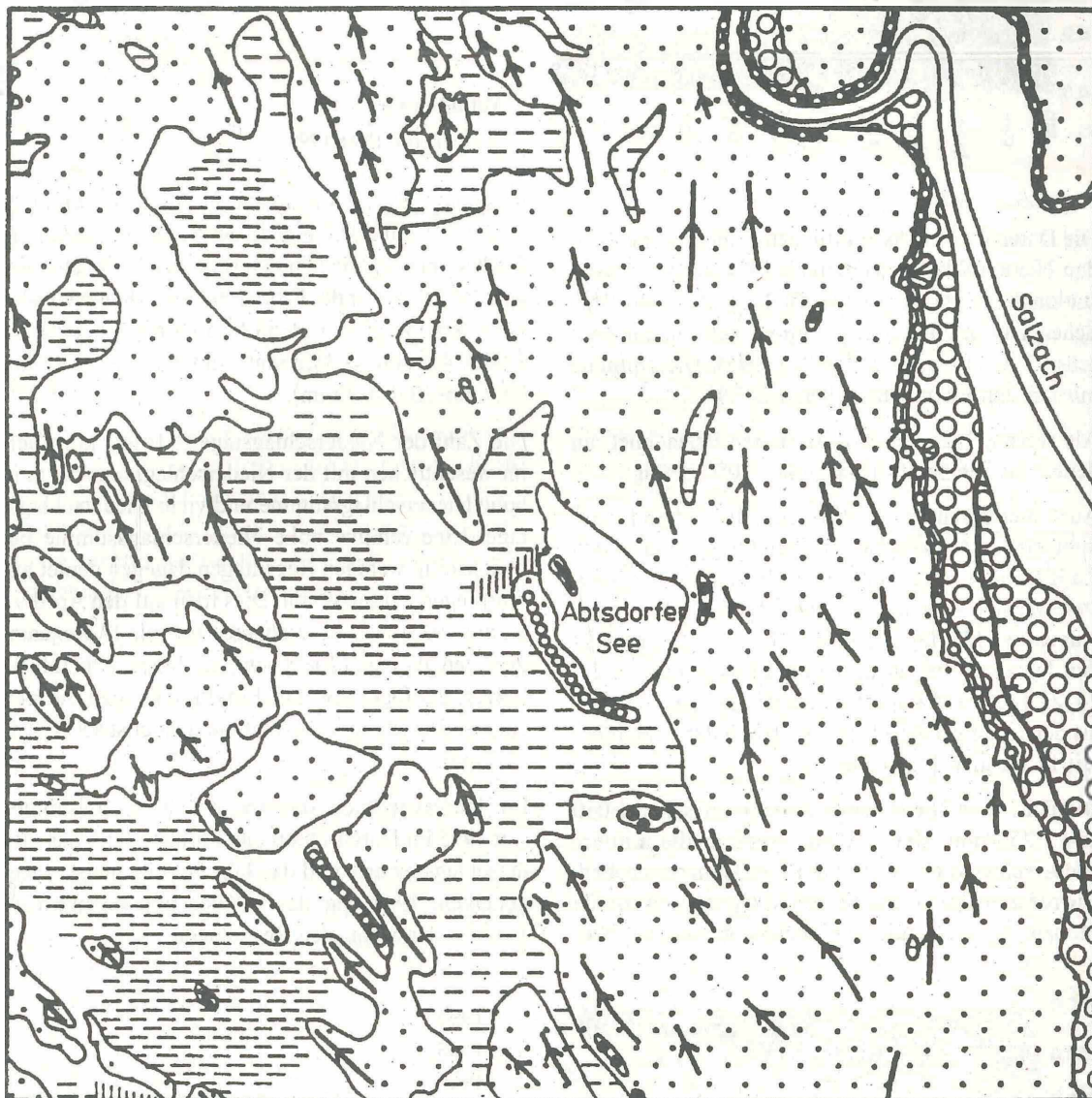


Abbildung 4

Geologie im Einzugsgebiet (Laufener Forschungsberichte 2, S. 12)



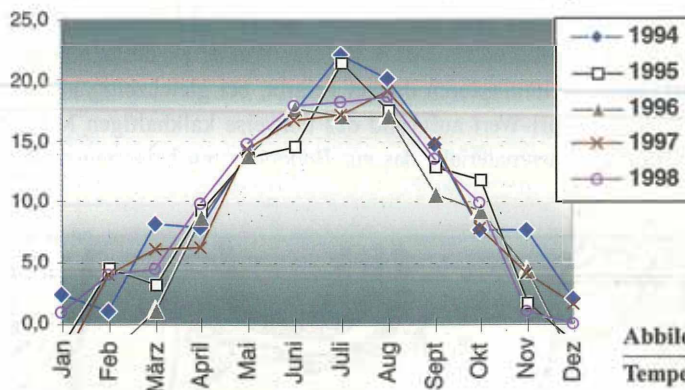


Abbildung 5  
Temperatur 1994-1998

### 2.5.3 Klima

Die Daten zur durchschnittlichen Temperatur und zu den Niederschlägen wurden ab 1994 an der Klimastation in Steinbrünning, Lkr. BGL ermittelt. Die jährlichen Durchschnittstemperaturen schwanken zwischen 7°C (1997) und 10,6°C (1995). Die amtliche mittlere Jahrestemperatur liegt bei 7,9°C.

Als warme Tage werden diejenigen bezeichnet, an denen das Temperaturmaximum >20°C beträgt.

Auch hier treten Spitzenwerte auf, die evtl. in Beziehung zu den Nährstoffmessungen im See und an den Zuflüssen zu setzen sind. Die Monate mit den meisten warmen Tagen waren der Juli 94 (31 Tage), der August 94 (27 Tage) und der Juli 95 (30 Tage). In den Jahren 96 bis 98 waren die Monate Juni (je 23, 24, 22 Tage) und August (je 25, 28, 23 Tage) wärmer als der Juli. Im Jahr 97 fiel zusätzlich der September mit 18 warmen Tagen auf.

Die jährlichen Niederschläge liegen zwischen 1.050 und 1.250 mm. Der amtliche Wert für die mittlere Niederschlagssumme wird mit 1.130 mm angegeben. Die regenreichsten Monate konzentrieren sich auf die Monate April bis Juli. Die höchste gemessene Nie-

derschlagssumme war im Juli 97 mit 249,1 mm und im Juni 95 mit 208,8 mm zu verzeichnen. Auffallend trocken im Vergleich zu den jeweiligen Monaten der anderen Jahre war der Februar 94 mit 0,8 mm ( $\Delta$  44,4 mm), der Juli 94 mit 36,5 ( $\Delta$  150,9 mm), der Januar 97 mit 4,9 mm ( $\Delta$  35,2 mm) und der August 98 mit 74,9 mm ( $\Delta$  142,4 mm).

Die Zahl der Niederschlagstage (>1mm) korreliert im wesentlichen mit der Niederschlagssumme, d. h. hohe Niederschlagssumme und viele Niederschlagstage. Eine relative hohe Niederschlagssumme bei gleichzeitig wenigen Regentagen dagegen deutet auf Starkregenereignisse hin. Dies trifft auf den April 94 zu mit 193 mm Niederschlägen bei nur 12 Regentagen, den Juni 95 (208,8 mm, 23 Tage), den Juli 97 (249,1, 22 Tage) und mit Einschränkungen auf den August 94 (183 mm, 16 Tage) und August 95 (173,5, 15 Tage).

Im Jahresvergleich des Untersuchungszeitraumes war 1995 im Durchschnitt das wärmste Jahr, das niederschlagsreichste und das Jahr mit den meisten Regentagen. 1997 war das kälteste und regenärmste Jahr mit den wenigsten Regentagen.

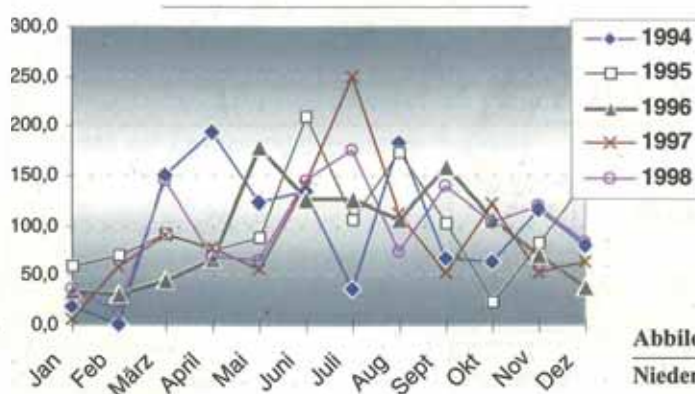


Abbildung 6  
Niederschlag 1994-1998

### 2.5.4 Vegetation

#### 2.5.4.1 Vegetation im Einzugsgebiet

Da die Vegetation im Einzugsgebiet Aufschluß über die Art der Nutzung und einen möglichen Nähr- oder Schadstoffeintrag gibt, ist sie für den Zustand und die Entwicklung des Sees von großer Bedeutung. Für die folgenden Aussagen wird hauptsächlich der Laufe-

ner Forschungsbericht Nr. 2 (Das Haarmoos) aus dem Jahr 1996 herangezogen. Die Vegetationseinheiten des direkt nördlich angrenzenden Weidmoos entsprechen den genannten für das Haarmoos. Das Schönramer Filz wird als Hochmoorfläche klassifiziert.

Der größte Teil des Einzugsgebietes wird als Intensivgrünland genutzt, zum einen als mehrschürige

Wiese, zum anderen als Viehweide. Dabei kommen folgende pflanzensoziologisch abgrenzbare Einheiten vor:

Gesellschaften der feuchten und nährstoffreichen Grünländer (Verband *Calthion*):

<i>Arrhenatheretum elatioris</i> <i>Br.-Bl. ex Scherr</i>	in feuchter, nährstoffreicher Ausprägung.
<i>Cirsietum rivularis</i> Now. 27	in verarmter Ausprägung auf den trockensten Standorten, in verarmter Ausprägung mit Feuchtezeigern, in typischer Ausbildung, mit feuchteliebenden Arten nährstoffreicher Standorte.

Entlang der Gräben wachsen Mädesüß-Hochstaudenfluren (*Filipendulion*), vorzugsweise im Bereich von Ablagerungen ehemaliger Grabenräumungen oder sie entstehen nach Nutzungsaufgabe der o.g. Wiesentypen.

Teilflächen des Haarmoos sind bestockt mit bodensauren Kleinseggenriedern (*Caricetum fuscae* *Br.-Bl. 15*), teilweise mit Hochmoorarten sowie Großseggenriedern (*Magnocaricion* *W. Koch 26*) und Schilf-Rohrglanzgras-Röhrichtern. Die vorkommenden Wälder sind den Moorwäldern zuzuordnen.

Direkt am Seeufer, in der Übergangszone Land-Wasser, wachsen Gesellschaften der Phragmitetea, in den durch Erholung belasteten Flächen (Trittschäden) hauptsächlich artenarme Gesellschaften der *Plantaginetales* (RUNGE 1983, 19ff).

#### 2.5.4.2 Makrophytenvegetation des Abtsees

Die erste Untersuchung der Makrophytenvegetation von MELZER und SIRCH aus dem Jahr 1987 soll zur Darstellung des Status quo herangezogen werden. Insgesamt wurden damals 19 Arten gefunden, davon 10 amphibische Arten und Röhrichtpflanzen, 2 Schwimmblattpflanzen, ein Wasserschweber und 6 untergetauchte Wasserpflanzen. Floristisch gesehen war der Abtsee damit eine „Enttäuschung“ (MELZER et al. 1987, 9) und einer der Seen Bayerns mit der spärlichsten Zusammensetzung der submersen Vegetation. Außerdem waren die beiden am häufigsten und in der größten Anzahl vertretenen Arten sog. eutraphente, d.h. nährstoffliebende Arten.

### 2.6 Einzugsgebiet

#### 2.6.1 Zuflüsse

##### 2.6.1.1 Gaberlbach und Weidmoosgraben

Der nördlichste Zuleiter ist der Gaberlbach, der über den Schrammbach, den Weidmoosgraben, den Berger und Stellner Graben in den See entwässert. Ihren Anfang nehmen sie in den relativ unbelasteten Gebieten Schönramer Filz, Weidmoos und Haarmoos. Die Nährstoffbelastung ist eher gering, das Wasser ist aufgrund der reichhaltig vorhandenen Huminsäuren dunkelbraun gefärbt. Die durchschnittliche Was-

serspende am Einlauf in den See beträgt  $0,190\text{m}^3/\text{s}$  (WWA 1992). Das Einzugsgebiet des Gaberlbaches ist ca.  $5\text{ km}^2$  groß.

##### 2.6.1.2 Roßgraben und Badhäusgraben

Am Südwestende des Sees mündet der Roßgraben mit den Zuleitern Fürschling- und Fischergraben sowie der Badhäusgraben mit Haberlbach. Der Badhäusgraben ist durch die angrenzende intensive Grünlandnutzung relativ stark belastet. Der Roßgraben fließt teilweise durch das extensiv genutzte Haarmoos und ist daher geringer belastet. Die Wasserspende des Badhäusgrabens beträgt  $0,30\text{ m}^3/\text{s}$ , die des Roßgrabens  $0,120\text{ m}^3/\text{s}$  (WWA 1992).

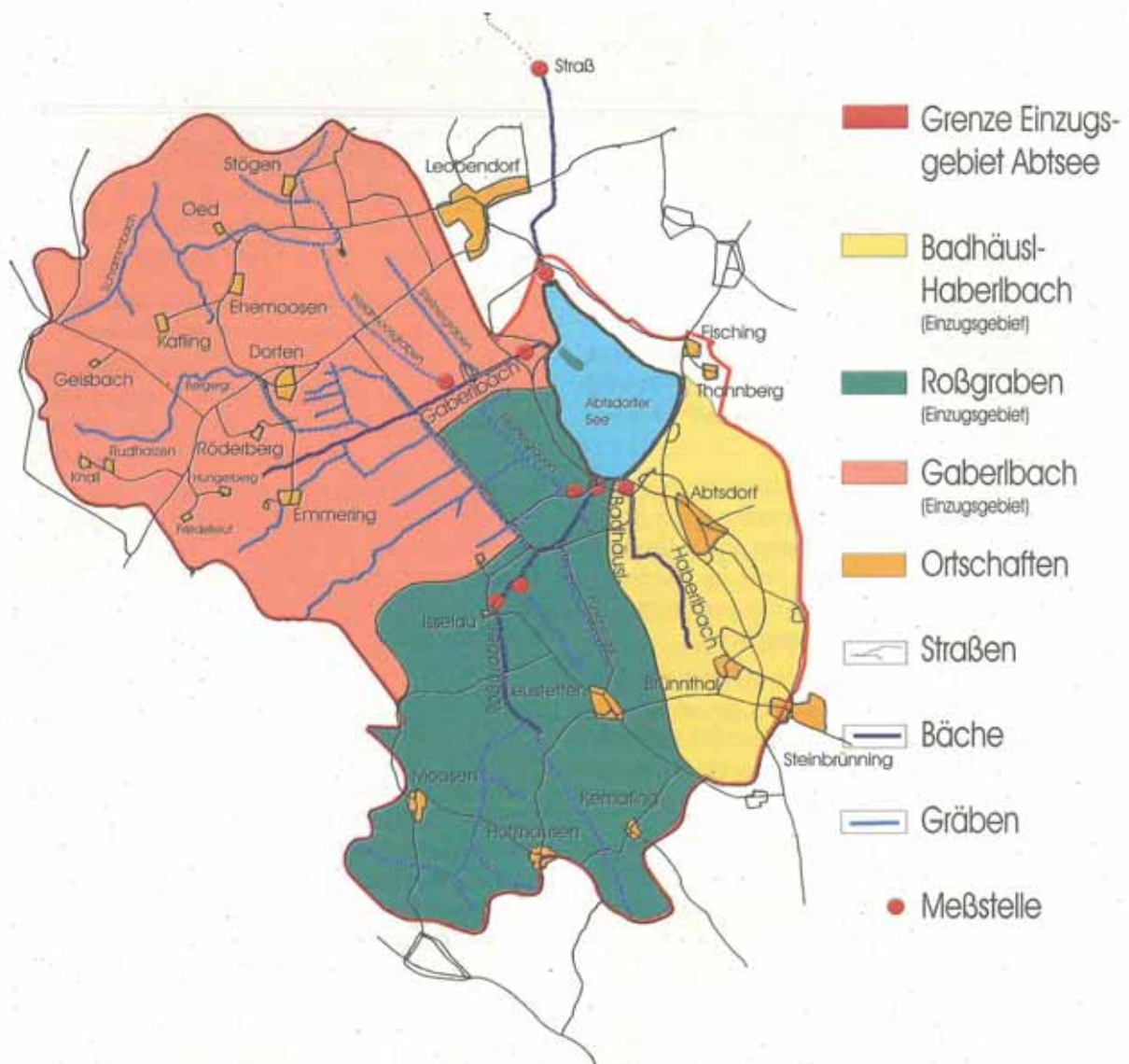
#### 2.6.2 Historische und aktuelle Nutzung des Einzugsgebietes und Sees

Die Insel im Abtsee, der sogenannte „Burgstall“ ZWECKL, 1996, 17, erlangte im 14. Jahrhundert besondere Bedeutung für den See und das angrenzende Haarmoos. Die Burg wurde in den kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen Bayern und Salzburg mehrfach belagert. 1364 versuchte ein bayerischer Heerhaufen, die Insel durch Überflutung einzunehmen „...indem man am Schinderbach einen Damm errichtete(...). Da jedoch das Wasser in das Haarmoos auslief, mißlang der Versuch.“ MAYER 1969 zit. in ZWECKL 1996, 18. Ein zweiter Versuch der Überflutung erfolgte 1383, bei dem wiederum große Teile des Haarmoos unter Wasser gesetzt wurden. 1558 wurde der im 14. Jahrhundert errichtete Damm am Schinderbach im Auftrag von Erzbischof Michael von Kuenburg beseitigt. Daraufhin senkte sich der Wasserspiegel des Abtsees und der Haarsee trocknete vermutlich ganz aus. Der Fischertrag ging danach drastisch zurück, woraufhin ein erneutes Anstauen des Abflusses erfolgte, allerdings weit weniger hoch als vorher. Vom vormaligen Haarsee blieb lediglich ein größerer Fischteich übrig. „Aus dem Abtsdorfer und Haarsee wurden noch bis 1770 jährlich 10 bis 12 Zentner Fische und 1200-1500 Krebse zum Hoffischhaus nach Salzburg geliefert (FREUDLSPERGER, 1936 und STRAUSS, 1872). 1774 verringert sich die Lieferung jedoch auf nur mehr 4-6 Zentner Fische und 600-800 Krebse und wenige Jahre später sank sie auf  $2\frac{1}{2}$  Zentner Fische.“ ZWECKL 1996, 20.

Ursache für diesen Rückgang war die Trockenlegung des Haarmoos ab 1773. Mit dem gewonnenen Land sollten die Bauern, die Land für die Straße zwischen Salzburghofen (Freilassing) und Laufen abgeben mußten, entschädigt werden. 1774 war ein Drittel der Fläche des Haarmoos Futterwiese, zwei Drittel waren sog. „Wüste“ ZWECKL 1996, 25. Als „Wüste“ wurden wahrscheinlich nasse und ungenutzte Moorflächen bezeichnet, die man höchstens als Viehweide nutzen konnte. 1794 waren bereits zwei Drittel Futterwiese. 1817 wurde die Uraufnahme der Flurkarten im Maßstab 1:5 000 durchgeführt, mit genauer Bezeichnung der jeweiligen Grünlandnutzung. Damals



# Einzugsgebiet Abtsdorfer See



**Abbildung 7**  
Karte des Einzugsgebietes

waren ebenfalls etwas zwei Drittel Futterwiese, ein Drittel Streu- und Moorwiesen. Bis 1850 hatte sich der Ackerflächenanteil deutlich erhöht. 1870 war der größere Teil der Flächen im Haarmoos zweimähdige Wiesen.

Dieser Zustand blieb gleich bis in die 20er Jahre unseres Jahrhunderts. Mit dem Gesetz über die Torfwirtschaft aus dem Jahr 1920 wurden bis dahin als Ödland deklarierte Moorflächen unter Nutzung genommen. Hintergrund war die Nahrungsmittel- und

Güterknappheit nach dem ersten Weltkrieg. 1921 waren Pläne fertig, den Seespiegel des Abtsees durch weitere Eintiefung des Schinderbachabflusses um 0,8-1 m abzusenken. Dieser Plan wurde jedoch nicht durchgeführt, so daß der Zustand des Haarmoos und des Abtsees bis zum Zweiten Weltkrieg gleich blieb. Nach dem Zweiten Weltkrieg erfolgte eine dem allgemeinen Trend folgende Intensivierung der Landnutzung und dadurch ein ständig steigender Nährstoffeintrag in den See.



### 3. Durchführung der Untersuchung

#### 3.1 Methodik

In der vorliegenden Auswertung werden physikalisch/chemische Untersuchungen des Abtsees und seiner Bäche durch die ANL sowie Echolotmessungen zur Ermittlung der Fischaufenthaltssorte (H. SPITZAUER, Laufen) berücksichtigt. Der Meßzeit-

raum erstreckt sich von Mai 1989 bis Dezember 1999. Die Echolotmessungen wurden von 1994 bis 1999 vorgenommen. Es wurden jeweils monatliche Messungen durchgeführt. Aufgrund wetter- oder meßtechnisch bedingter Ausfälle stehen die Ergebnisse der jeweiligen Parameter allerdings nicht lückenlos in allen Monaten zur Verfügung. Es wurden folgende Probenahmestellen eingerichtet:

**Tabelle 6**

**Angaben zu Probenahmestellen.** Die Lage der jeweiligen Meßstellen ist anhand von roten Punkten in der Karte des Einzugsgebietes angegeben (vgl. S. 18)

Abtsee	
1	tiefste Stelle (Markierung durch Boje), Probeentnahme in 0 m, 3 m, 6 m, 9 m, 12 m, 15 m, 18 m, und 19,5 m Tiefe
Zuflüsse	
1	Badhäusgraben, kurz vor der Mündung
2	Roßgraben vor Mündung Zufluß Leustetten
3	Zufluß Leustettener Bach
4	Roßgraben Mündung A. See
5	Haarmoos-/Fischergraben
6	Gaberlbach, Brücke
7	Weidmoosgraben
8	Schinderbach, Auslauf See
9	Schinderbach, Straß

Die Entnahme der Wasserproben erfolgt in PE-Weit-halsflaschen in den o.g. Tiefen. Die Proben werden nach der Entnahme kühl und lichtgeschützt aufbewahrt und schnellstmöglich zum Labor transportiert.

Die von der ANL durchgeführte Untersuchung wird ergänzt durch Meßreihen des WWA Traunstein. Die jeweiligen Ergebnisse sind in den Protokollen im Anhang entsprechend gekennzeichnet. Die Meßergebnisse der ANL geben jeweils den Median der ermittelten Werte an.

#### 3.1.1 Methodik zur Erfassung der physikalisch-chemischen Parameter

##### Nitrat:

Messung nach Verfahren DEV D9 11/82 mit Natriumsalicylat

##### P-Gesamt, filtriert:

Bestimmung von Gesamtposphat nach Oxidation mit Kaliumperoxodisulfat gemäß Verfahren DEV D 11-6.

##### Sauerstoffgehalt/Temperatur:

Die Messung von Temperatur und Sauerstoffgehalt erfolgt gleichzeitig in den o.g. Tiefen anhand eines Oximeters.

##### Chlorophyll-a:

Messung von Chlorophyll-a nach DEV-Verfahren L16.

#### 3.1.2 Methodik zur Erfassung der Fischfauna

Die Positionsbestimmung der Fischschwärme wird mit Hilfe eines Echolots durchgeführt. Als Meßpunkt dient die tiefste Stelle des Sees an der Boje.

#### 3.2 Bedeutung und Kennziffern der relevanten Untersuchungsparameter

##### 3.2.1 Nitrat und Nitrat-N (mg/l)

Stickstoff ist das zweite wichtige Makronährelement neben Phosphor, das ebenfalls zum produktionslimitierenden Faktor werden kann. Im Gegensatz zum Phosphor reagiert Stickstoff mit der Atmosphäre und

kann in gasförmiger Form aus dem See entweichen. Der Eintrag von Stickstoff kann über Zuflüsse aus Oberflächen- und Grundwässern, über die mikrobielle Bindung von Luftstickstoff durch Blaualgen, über trockenen oder nassen Eintrag auf die Gewässerfläche erfolgen. Die wichtigsten Formen des Stickstoff in Binnengewässern sind nach (KLAPPER 1992) molekular gelöster Stickstoff ( $N_2$ ), Ammoniumstickstoff  $NH_4^+$  (und  $NH_3$ )-N, Nitritstickstoff ( $NO_2$ -N), Nitratstickstoff ( $NO_3$ -N), und N-haltige organische Verbindungen.

Die Messungen der ANL geben den Wert für Nitrat-N an. Dabei handelt es sich um die übliche Form des anorganischen Stickstoffs in organisch gering belasteten Vorflutern. Nitrat-N wird eingetragen durch Niederschläge, Oberflächenabflüsse und Grundwasser (KLAPPER a.a.O.). Nitrat resultiert auch aus dem Abbauprozess von Ammonium über Nitrit zu Nitrat.

### 3.2.2 P-Gesamt (mg/l)

Der Gesamtphosphorwert bezeichnet alle organischen und anorganischen Phosphorverbindungen einer Probe. Phosphor ist ein essentieller Pflanzennährstoff, der aufgrund seiner geringen Löslichkeit unter den benötigten Makroelementen im Wasser i. al. in der geringsten Konzentration vorliegt (KLAPPER 1992). Damit bestimmt Phosphor als Minimumfaktor die Höhe der Bioproduktion. Pflanzen verwenden hauptsächlich das anorganische Orthophosphat ( $o-PO_4$ ), welches häufig aus der Erosion überdüngter Böden oder aus ungeklärten Abwässern aus Haushalten und Landwirtschaft ins Gewässer gelangt (ZINTZ et al. 1993).

Phosphat wird aus dem Nährstoffkreislauf eines Sees auch durch die bereitwillige Anlagerung an Sedimentteilchen oder die Reaktion mit Eisen eliminiert. Im Sediment abgelagert stehen die Phosphorverbindungen für Algen und Wasserpflanzen erst wieder zur Verfügung, wenn über dem Seegrund (im Hypolimnion) ein Sauerstoffdefizit auftritt. Dies ist in nährstoffreichen Seen während der Sommerstagnation die Regel. Dann diffundiert Phosphat aus dem Sediment zurück ins Wasser. Dieser Vorgang wird auch als 'interne Düngung' bezeichnet und kann in den Sommermonaten ähnlich hoch sein, wie der Phosphor eintrag aus den Zuleitern (ZINTZ et al. 1993). Sommerliche Algenblüten sind die Folge. Die Diffusion von Phosphorverbindungen wird rasant beschleunigt, wenn eine physikalische oder biologische Konvektion durch Methangase und einer dadurch verursachten höheren Stoffwechselaktivität in den oberen Schichten des Gewässers hinzukommt (OHLE 1958 zit. in KLAPPER 1992).

### 3.2.3 Sauerstoffgehalt (mg/l) und Temperatur (°C)

Sauerstoff ist lebensnotwendig für den Atmungsstoffwechsel fast aller Wasserorganismen. Der Gehalt an  $O_2$  beeinflusst zudem die Löslichkeit und Verfügbarkeit vieler anderer Nährstoffe. Wieviel gelöster Sauerstoff im Wasser vorliegen kann ist abhängig von der Wassertemperatur. Die physikalisch mögli-

che  $O_2$ -Sättigung für Wasser bei  $0^\circ C$  liegt bei 14,6 mg/l, bei  $25^\circ C$  dagegen nur noch bei 8,2 mg/l (ZINTZ et al., 1993, 22). Grundsätzlich gilt, je wärmer, desto weniger Sauerstoff ist gelöst und desto höher ist gleichzeitig der  $O_2$ -Bedarf der im Wasser lebenden Tiere. Sauerstoff kann durch Wind (Frühjahrs- und Herbstzirkulation) und durch den Ablauf der Photosynthese eingetragen werden.

## 3.3 Ergebnisse

### 3.3.1 Auswertung vorhandener Untersuchungen

#### 3.3.1.1 Untersuchung des LfW, 1978, Herr Brenner

Eine im Zeitraum 1977/78 durchgeführte Untersuchung zum Thema: „Nährstoffaustragsmessung aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Nährstofffrachten in den Hauptvorflutern des Niederschlagsgebietes Abtsee (Lkr. BGL)“ sollte Klarheit bringen für das künftige Vorgehen der Landwirtschaft. Dabei wurden sowohl Bodenproben aus dem Einzugsgebiet als auch Wasserproben aus den Zuflüssen des Sees auf ihre Nährstofffracht (Phosphor, gesamt, Nitrat) hin untersucht. Anhand einer Messung an einem Wochenende im Hochsommer sollte zudem der Einfluß des Erholungsverkehrs auf die Wasserqualität untersucht werden.

Bei der Untersuchung des Austragsverhaltens und der -menge von Phosphor und Stickstoff zeigten sich deutliche Unterschiede bei den unterschiedlichen Bodentypen. Bei mineralischen Flächen waren die Austragswerte für Phosphor hoch, bei Wald und Moorflächen gering. Der Einfluß von Drainagen auf den P- und N-Austrag dagegen ist gering.

Im einzelnen wurden folgende Werte ermittelt:

Tabelle 7

Nährstoffaustrag aus Untersuchungsflächen (Quelle: BRENNER 1978)

	P gesamt in kg/ha Jahr	$NO_3$ -N in kg/ha Jahr
Wald	0,20	8,60
Grünland	0,20-0,66	9,85-26,80
Ackerland	0,20-0,66	9,85-26,80

Der Eintrag von P-Gesamt und Nitrat-N in den See wurde an den beiden Zuflüssen Weidmoos- und Roßgraben gemessen. Dabei wurden folgende Werte ermittelt:

Tabelle 8

Eintrag von P und  $NO_3$ -N in den See (Quelle: BRENNER 1978)

	P gesamt in kg/ha Jahr	$NO_3$ -N in kg/ha Jahr
Weidmoosgraben	0,40	10,7
Roßgraben	0,36	15,5

Die Höchstwerte bei NO<sub>3</sub>-N lagen bei beiden Vorflutern am Ende des Winters (Jan., Febr. 78). Ursache dafür sind die verstärkte N-Auswaschung in der vegetationsarmen Zeit und die Ausbringung des wirtschaftseigenen Düngers. Starkregenereignisse hatten nur einen geringfügig höheren Austrag zur Folge.

Die Höchstwerte bei Gesamtphosphor wurden immer während oder nach Hochwasser- oder Starkregenereignissen festgestellt. Deshalb wurde ein Abfluß nach Starkregen am 19./20.05.1978 genauer durch Messungen erfaßt.

Die Konzentrationsschwankungen der Phosphor-Gesamtfracht während des Hochwasserabflusses sind beträchtlich, die Konzentrationsganglinie für

P-gesamt und die Abflußganglinie verlaufen nicht identisch.

An einem Hochsommerwochenende wurde die Messung der Nährstoffbelastung durch Brauchwasser im Tagesverlauf vorgenommen. Das Eintragsminima liegt in den frühen Morgenstunden (4-6 Uhr), das Maxima am Samstagabend (19 Uhr). Es wurde belegt, daß aus Siedlungsabwässern laufend mit erheblichen Stoßbelastungen (Spitzenwert 2,7 mg/l) zu rechnen ist. Die höchsten Werte der Belastung mit P-Gesamt werden jedoch nur nach Starkregenereignissen erreicht.

Der Gesamteintrag von P-gesamt in den See beläuft sich nach der vorliegenden Arbeit auf:

**Tabelle 9**

Summe P-Eintrag (BRENNER 1978)

Quelle	Eintrag P-Gesamt in kg/a
Eintrag über die Zuflüsse (34 Einzelmessungen)	
Weidmoosgraben 0,4 kg/ha a x 863 ha	345 kg/a
Roßgraben 0,36 kg/ha a x 811 ha	292 kg/a
Diffuser Eintrag (0,36 kg/(ha a) x 353 ha	141 kg/a
Niederschlag auf die Seefläche (23 Einzelproben) 0,7 x 83 ha	58 kg/a
<b>Summe</b>	<b>836 kg/a</b>

**Fazit:**

Der Nährstoffaustrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen ist gering im Vergleich zu

- dem Eintrag bei Hochwasserereignissen, Einflüssen aus Siedlungsabwässern und Abwässern der Landwirtschaft.

Für fundiertere Aussagen wäre die strikte Trennung der Messungen für landwirtschaftliche Nutzflächen, landwirtschaftliche Produktionsstätten und Siedlungen erforderlich.

**3.3.1.2 Untersuchungen von Dr. Hamm und Dr. Näher, 1982 und 1988**

Der Abtsee wurde von den beiden Autoren anhand von physikalisch-chemischen Parametern und Profilen der Nährstoffkonzentration während des Jahres 1980 untersucht. Außerdem fließen Daten der o.g. Untersuchung von BRENNER ein. Mit Hilfe des Vollenweider-Modells ermitteln sie eine kritische Flächenbelastung für Phosphor, die bei 280-560 kg/Jahr liegt. Die Meßergebnisse haben eine Überschreitung der kritischen Belastung um den Faktor 2 bis 3 ergeben. Der See wird demnach als polytroph eingestuft.

Dieser Wert ist beim EZG des Abtsees wahrscheinlich zu niedrig, da die Abwässer oft nicht über den Boden versickern und dabei P an Bodenteilchen adsorbiert wird. Die Einleitung erfolgt oft direkt in Gräben, ohne vorherige Reduzierung der Phosphorfracht.

Nach Schätzung der Autoren liegt die tatsächliche P-Belastung bei 500 kg/Jahr.

Durch den geringen Sauerstoffgehalt des Wasserkörpers über dem Seesediment kommt es zur Freisetzung von Phosphor (Gehalt von bis zu 1 mg/l), der über die Zirkulationsbewegung des Wassers den Grundpegel an Phosphor im ganzen See deutlich anhebt. Über die Zuläufe gelangt zudem kontinuierlich ortho-Phosphat-Phosphor in den See.

Ursache der überhöhten Nährstoffzufuhr sind nach Meinung der Autoren vor allem:

- die landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet die Einleitung von Siedlungsabwässern

Einer Oligotrophierung des Sees werden wenig Chancen eingeräumt, da der Flächenaustrag dafür höchstens 0,20 kg/ha/a betragen dürfte. Dieser Wert wird i. d. R. nur in Gebieten mit hohem Waldanteil,

**Tabelle 10**

Belastung durch P aus Siedlungsabwässern 1982 und 1988 (HAMM et al. 1988)

Einwohner:	720
Richtwert:	0,5 g P/Einwohner
Jährliche Belastung :	130 kg/Jahr

extensiver Landnutzung und dem Fehlen von Abwassereinfluß erreicht. Ziel sollte bis auf weiteres die Reduzierung des P-Gesamt-Gehaltes auf <50µg/l sein, um Algenblüten künftig auszuschließen.

### 3.3.1.3 Untersuchungen des WWA Traunstein 1990/91

In dem Bericht vom 18.7.90 wird anhand von Tiefenprofilen für verschiedene Nährstofffraktionen (Gesamt-P, o-PO<sub>4</sub>-P, O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>-N) insgesamt eine Verschlechterung der Wasserqualität im Abtsee festgestellt.

Die unterschiedlichen Berechnungen des Nährstoffeintrags in den See erfolgen über die Messung der

**Tabelle 11**

Abflußpende in m<sup>3</sup>/s der einzelnen Zuleiter

Gaberlbach	0,0191 m <sup>3</sup> /s
Roßgraben	0,1200 m <sup>3</sup> /s
Badhäuslgraben	0,0290 m <sup>3</sup> /s

**Tabelle 12**

P-Belastung, Sondermeßprogramm WWA TS 1990/91

	P-Fracht Zuflüsse kg PGF	Diffuse+sonstige Einträge kg PGF *	Gesamt kg PGR
Ergebnis d. Berichts vom 18.7.90	1.109	186	1.295
Bericht vom 17.9.91	1.334	186	1.520
Sondermessprogramm 1991	1.113	186	1.299

\* Bei der Addition und dem Vergleich der verschiedenen Mengenangaben ist zu beachten, daß unterschiedliche Phosphorfraktionen gemessen wurden. Der Bericht des LfW 1978 gibt PGF an, während das Sondermeßprogramm Angaben zu PGR macht.

### 3.3.1.4 Untersuchungen des WWA Traunstein 1994/97

1994 erfolgte die Erhebung der Gewässergüte an den Fließgewässern im Einzugsgebiet des Abtsees und am Schinderbach. 1997 wurden an ausgewählten Stellen Wiederholungskartierungen durchgeführt.

Nährstoffkonzentration in den Zuflüssen und der Abflußpende der einzelnen Zuflüsse. Hinzu kommen Einträge aus diffusen Quellen und Niederschlag.

Die Ergebnisse des Sondermeßprogramms 1991 bestätigten die in früheren Untersuchungen errechnete P-Belastung. Der höchste P-Eintrag erfolgte über den Gaberlbach, was auf die relativ große Abflußmenge und P-Konzentration zurückzuführen ist. Die P-Konzentration steigt v.a. nach Niederschlagsereignissen stark an. Der Roßgraben bringt den höchsten NO<sub>3</sub>-N-Eintrag (15 894 kg/a) in den See, was möglicherweise auf den höheren Anteil von Ackerflächen im EZG zurückzuführen ist.

Die P-Konzentration des Badhäuslgrabens ist vergleichsweise hoch. Die P-Konzentration steigt nach Niederschlagsereignissen schnell und stark an. Ursache dafür ist evtl. die stärkere Flächenneigung und intensive Nutzung im EZG. Da die mittlere P-Konzentration im Schinderbach bei nur 45µg P/l liegt, verbleibt ein Großteil des eingetragenen P und N im See.

Für den See wurden in den Jahren 1994 vier Beprobungen vorgenommen, 1995 zwei und 1997 wiederum vier. Die Ergebnisse (Jahresmittel aus den geometrischen Mitteln über die jeweilige Tiefe) lauten:

		1994	1997	
<b>Temperatur</b>	0-9 m	10,9	11,4	°C
	über Grund	6,2	6,7	
<b>Gesamt-Phosphor</b>	0-9 m	0,019	0,025	mg/l
	0-tmax	0,032	0,032	
	Durchmischungskonzentration	0,03 **	0,029*	
<b>Nitrat-Stickstoff</b>	0-9 m	2,57	2,07	mg/l
	0-tmax	2,44	2,00	
	Durchmischungskonzentration	3,1 **	2,3*	
<b>Ammonium-Stickstoff</b>	0-9 m	0,053	0,020	mg/l
	0-tmax	0,137	0,091	
	Durchmischungskonzentration	0,05**	0,02*	
<b>Chlorophyll</b>	0-10 m	11	8,1	mg/l
<b>Phaeopigmente</b>	0-10 m	1,5	6,2	mg/l
<b>Sichttiefe (Durchschnitt)</b>		2,2	2,3	m

\* annähernde Durchmischung am 21.04.97 von 0-19 m

\*\* annähernde Durchmischung am 06.04.97 von 0-19 m



Im Vergleich der Untersuchungen ergibt sich von 1994 bis 1997 bei Gesamt-Phosphor kein Rückgang der jährlichen Durchschnittskonzentrationen. Bei den Nitrat- und Ammoniumkonzentrationen zeigt sich ein leichter Rückgang der Werte. Der Abtsee ist auf-

grund seiner Nährstoffverhältnisse nach wie vor als eutroph einzustufen.

Die Beprobung der Zuläufe für Gesamtphosphor und Nitrat ergab folgende Werte (Grafik Anlage 3):

**Tabelle 13**

Gesamtphosphat in mg/l

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäuslgraben
1983	0,122	0,13	0,098
1991	0,17	0,163	0,169
1994	0,189	0,163	0,124
1995/96	0,129	0,114	0,144
1997	0,081	0,069	0,049

**Tabelle 14**

Nitrat in mg/l

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäuslgraben
1983	2,2	3,96	6,4
1991	2,7	4,2	6,5
1994	3,28	5,95	7,1
1995/96	2,58	4,16	6,12
1997	1,8	3	6,4

Den Durchschnittswerten liegen unterschiedliche Probenzahlen zugrunde, ein Vergleich ist daher nur bedingt möglich. Bei den Werten für 1991 ist der Einfluß von mehreren Regen- und Starkregenereignissen zu berücksichtigen, die durch Oberflächenabschwemmung von Phosphor bis zu einer Verzwanzigfachung der Konzentrationen geführt haben. 1997 fand kein solches Regenereignis zum Zeitpunkt der Probenahme statt.

Bei Gesamtphosphat zeichnet sich von 1983 bis 1991 ein leichter Anstieg und von 1994 bis 1997 ein deutlicher Rückgang der Durchschnittskonzentrationen ab. Die Nitratkonzentration in Gaberlbach und Rossgaben ist leicht rückläufig. Dies gilt nicht für den Badhäuslgraben, der insgesamt hohe Nitrat- (und Ammonium-)Werte aufweist.

„Das Nährstoffniveau der Zuflüsse ist relativ hoch und wird beim Phosphor maßgeblich von Niederschlagsereignissen geprägt. Bei der Entwicklung der Grundlast (= der P-Konzentrationen bei Trockenwetter) zeichnet sich eine Tendenz zu rückläufigen Konzentrationen ab. Beim Nitrat ist davon auszugehen, dass der Eintrag v. a. über Weidmoosgraben/Gaberlbach und Rossgaben seit 1994 zurückgegangen ist.“ (TRAUTWEIN, 2000, 9)

### 3.3.2 ANL-Messergebnisse von 1989-1999 für P, N, O<sub>2</sub> und T - Abtsee

Die Aussagen für Phosphor beziehen sich ausschließlich auf Gesamtphosphat, analog zu der Methodik der Wasserwirtschaftsämter zur Charakterisierung von Stillgewässern. Alle Meßwerte sind in Anhang 4 zu finden. Die Aufzählung der Meßergebnisse erfolgt für die einzelnen Jahre und wird dann für jeden Parameter zusammengefaßt und interpretiert. Es sei darauf hingewiesen, daß die Interpretation aufgrund fehlender Werte, unterschiedlicher Analyseverfahren von ANL und WWA bis 1997, aufgrund verschiedener Bearbeiter und aufgrund des engen Analysespektrums, v. a. bei Ges-P (LFW 1997), nur bedingt möglich ist. Zudem fehlen analog zu den Meßwerten erhobene Klimadaten. Die Darstellung der Meßergebnisse erfolgt in der Reihenfolge: Temperatur, Sauerstoffgehalt, Gesamtphosphat, Nitrat-N.

In Anlage 4 und 5 befinden sich ausgewählte Diagramme für den Gehalt von Ges-P bzw. Sauerstoff.

Die Klassifizierung der Werte erfolgt gemäß den Angaben von KLAPPER (1992, 78ff). Es ist schwierig, Grenzwerte für Stillgewässer festzulegen, von denen jedes unterschiedliche Ausgangsvoraussetzungen hat. Die folgende Einstufung kann deshalb nur als Richtschnur dienen.

Tabelle 15

## Grenzwerte für Stillgewässer (KLAPPER 1992)

Beschaffenheitsklasse	1	2	3a	3b	4	5
Kriterien						
O <sub>2</sub> -Gehalt in mg/l <sup>1)</sup>	>=6	>=1	anaerob	bleibt unberücksichtigt	bleibt unberücksichtigt	bleibt unberücksichtigt
Gesamtphosphat P mg/l <sup>2)</sup>	<=0,015	<= 0,045	<= 0,3		<=1,5	> 1,5
Gesamtphosphat P mg/l <sup>3)</sup>	<=0,015	<= 0,04	0,04 - 0,3		>0,3	>0,5
Chlorophyll-a mg/m <sup>3</sup>	<= 3	<= 10	10-20	20-40	40-60	>60
Trophiegrad	oligotroph	mesotroph	eutroph geschichtet	eutroph ungeschichtet	polytroph	hypertroph

1) O<sub>2</sub>-Gehalt im Hypolimnion <= 5m über Grund

2) bei Beginn der Frühjahrszirkulation, d. h. gesamte, von der Zirkulation erfaßte Wassersäule, Werte für Gewässer mit hoher Karbonathärte

3) bei Sommerstagnation, Mittelwert für Epilimnion

1990 bewegte sich der O<sub>2</sub>-Gehalt im Hypolimnion von Mai bis November unter 1,0 mg/l bzw. es herrschten völlig anaerobe Verhältnisse. Im Juli reichte die sauerstoffarme Schicht vom Seegrund bis zu einer Höhe von 3 m unter der Wasseroberfläche hinauf. T<sub>max</sub> wurde im Juli mit 24,5°C Wassertemperatur gemessen.

1990 wurden erst ab August Messungen für Ges-P vorgenommen. Die hohen Werte im Hypolimnion deuten auf anaerobe Verhältnisse und Phosphorrücklösung aus dem Sediment hin. Erst im Dezember, mit Einsetzen der Herbstzirkulation, wurden wieder Werte erreicht, die einen mesotrophen See charakterisieren.

1991 betrug T<sub>max</sub> im Juli 23,7°C. Die Schichtung mit O<sub>2</sub>-Defizit im Hypolimnion begann im April/Mai und stieg im September bis auf 6-3 m Tiefe nach oben. Bis Dezember lag der O<sub>2</sub>-Gehalt vom Seegrund bis 15 m Tiefe unter 1 mg/l.

Die Werte für Ges-P lagen bis einschließlich Mai im mesotrophen Bereich und stiegen im Hypolimnion mit beginnender Sommerstagnation durch Rücklösung aus dem Sediment an. Die höchsten Werte wurden im November erreicht. Die Herbstzirkulation setzte relativ spät ein, da die Dezemberwerte noch keine vollständige Durchmischung anzeigen. Im Epilimnion stiegen die Werte ab Juni bis September in den eutrophen Bereich.

1992 fand die Frühjahrszirkulation im April statt. Von Mai bis September (Oktober) dauerte die Sommerstagnation an, mit T<sub>max</sub> im Epilimnion von 24,6°C im Juli und August. 10,1°C am Seegrund deuten auf konstant hohe Außentemperaturen hin. Die Herbstzirkulation setzte im November ein, im Dezember war das Wasser vollständig durchmischt.

Der O<sub>2</sub>-Gehalt lag bei allen acht Untersuchungen des Jahres nicht unter 2 mg/l, was in den Sommermona-

ten lediglich eine geringe bis keine P-Rücklösung aus dem Sediment bedeutete. Tatsächlich lagen die Werte für Ges-P im Vergleich zum Vorjahr teilweise um das 2-3fache niedriger. Die höchsten Werte traten im Dezember auf, was auf anthropogen bedingten Eintrag ins Gewässer schließen läßt.

Die Werte für Nitrat-N lagen bis zum Ende des Frühjahrs und ab Oktober/November sehr hoch bei stets >2mg/l. Ursache für den Rückgang während der Sommermonate dürfte der Verbrauch von Stickstoff durch Phytoplankton sein. Die höchsten Werte wurden im April und Dezember erreicht (vgl. Ges-P und Rückgang der Phytoplanktonproduktion).

Ende März/Anfang April 1993 war das Wasser des Sees vollständig durchmischt. Ende April setzte eine erste Schichtung ein, die bis Oktober (Nov.) anhält. T<sub>max</sub> liegt im August bei 22,3°C. Die Herbstzirkulation fand im November/Dezember statt.

Der Beginn der O<sub>2</sub>-Zehrung im Hypolimnion kann für 1993 wegen fehlender Werte nicht genau bestimmt werden. Von August bis Oktober herrschten weitgehend anaerobe Verhältnisse von 6(9) m bis 19,5m Tiefe. Der Beginn der Herbstzirkulation kann ebenfalls nicht genau angegeben werden. Im Dezember war die Wassersäule wiederum vollständig durchmischt.

Sehr hohe Werte für Ges-P im Hypolimnion deuten bereits ab Mai auf P-Freisetzung aus dem Sediment hin, auch weil die Werte im Epilimnion wesentlich niedriger bzw. gleich Null sind. Im September wurde im Hypolimnion ein Spitzenwert von 0,233 mg/l gemessen (hypertroph). Relativ hohe Werte wurden auch für den Dezember ermittelt.

Bei Nitrat-N liegen die Werte bis Juni(Juli) hoch, fallen dann stark ab und steigen im Dezember wieder auf annähernd hohe Werte wie im Frühjahr an.

1994 herrschte Homothermie und vollständige Durchmischung des Wasserkörpers im März, ab Juni war eine deutliche Sprungschicht zwischen 6-9 m ausgebildet. Der Wert von  $T_{max}$  betrug  $25,9^{\circ}C$  im September und bedeutet damit die höchste Wassertemperatur während des Aufzeichnungszeitraumes. Die Herbstzirkulation setzte Ende November/Anfang Dezember ein.

Der  $O_2$ -Gehalt des gesamten Wasserkörpers war das ganze Jahr über hoch. Es herrschten zu keiner Zeit der Probenahme anaerobe Verhältnisse im Hypolimnion. Die Werte im August und September erreichten sogar 4-7 mg/l. Zu beachten ist dabei, daß die Proben für die Augustwerte am 02.08. nach heftigen Gewitterregen gezogen wurden, die eine mehrwöchige Schönwetterperiode beendeten.

Der Gehalt an Ges-P lag im August und September vergleichsweise hoch mit 0,133 mg/l und 1,181 mg/l, was bereits als polytroph bzw. hypertroph einzustufen ist. Alle anderen Werte des Jahres liegen im mesotrophen Bereich.

Die Werte für Nitrat-N lagen im März bei Vollzirkulation über 3 mg/l für den gesamten Wasserkörper, sanken dann leicht ab und erreichten im Juni die höchsten Werte des Jahres. Die Zahlen für November/Dezember liegen wieder im mittleren Bereich.

Der Abtsee war 1995 im März vollständig durchmischt, im Mai beginnt die Schichtung der Sommerstagnation, die bis Oktober ausgeprägt erhalten bleibt. Vollzirkulation wird wieder Ende November/Anfang Dezember erreicht. Die  $T_{max}$  liegen im Juli und August mit  $24,5^{\circ}C$ . Der  $O_2$ -Gehalt sinkt von Juli bis Oktober (Nov.) stark ab, es liegen jedoch keine anaeroben Verhältnisse vor.

Dies drückt sich auch in relativ niedrigen Ges-P-Werten im Hypolimnion aus. Insgesamt gibt es im Jahr 95 eine sehr heterogene Verteilung der höheren Werte und keine sehr große Differenz zwischen den einzelnen Werten (1995 war das niederschlagsreichste Jahr).

Nitrat-N erreicht die höchsten Werte von Mai bis Anfang Juli, ist dann relativ niedrig und steigt im November sprunghaft an. Die Dezemberwerte entsprechen dem Niveau des Monats Oktober. Alle Werte liegen insgesamt höher als im Vorjahr.

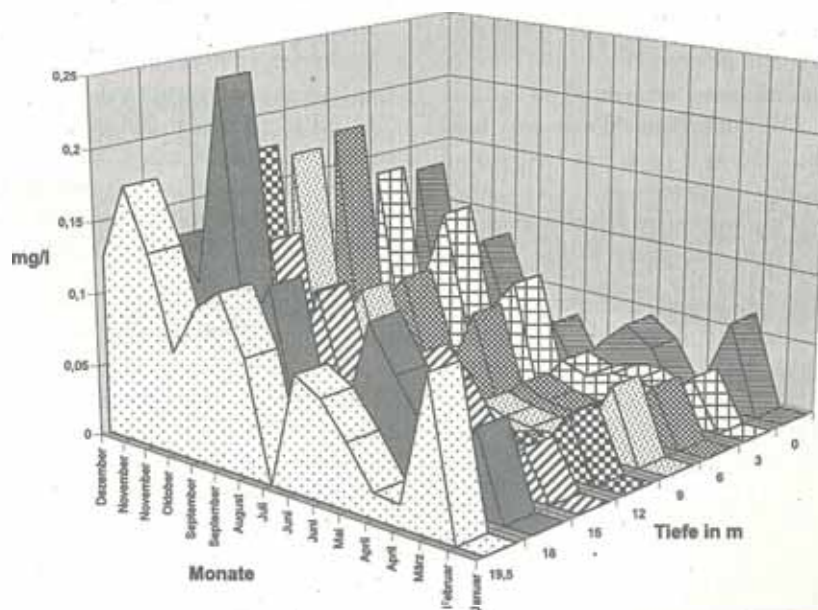
Für 1996 liegen lediglich Zahlen für Juni, August, September, November und Dezember vor. Die Temperaturen waren im Mittel im Juli am höchsten, im August liegt  $T_{max}$  mit  $22,6^{\circ}C$ . Die Sprungschicht begann etwa bei 6 m Tiefe. Im Dezember erreicht der Seekörper wiederum Vollzirkulation. Der  $O_2$ -Gehalt ist von Mai bis November im Hypolimnion sehr niedrig. Im September herrschen anaerobe Verhältnisse zwischen 6 und 19,5 m Tiefe.

Fast analog dazu liegen die Ges-P-Werte im Hypolimnion höher (bis max. 0,33 mg/l), erreichen aber bis Oktober nur mesotrophes Niveau. Im November wird vom Seegrund bis 6 m Tiefe der Höchstwert von 0,6 mg/l gemessen, der evtl. auf anthropogenen Einfluß zurückzuführen ist.

Die Nitrat-N-Werte waren im Juni ca. doppelt so hoch wie die sonst vorkommenden Mittelwerte. Von Juli bis November waren die Werte vergleichbar mit den Durchschnittswerten der Vorjahre. Im Dezember war wiederum ein starker Anstieg zu beobachten (bis max. 3,81 mg/l).

Aus dem Jahr 1997 liegen die meisten Werte vor. Demnach fand die Frühjahrszirkulation mit Homo-

**Abtsee: Gesamtphosphor 1997**



**Abbildung 8**  
Gesamt-Phosphor Abtsee 1997



thermie im März statt. Erst im Mai beginnt sich eine Schichtung bis 6 m Tiefe auszubilden. Die Temperaturdifferenzen sind jedoch nicht sehr hoch. Am wärmsten ist das Wasser im August mit  $T_{max}$  9,2°C in 19,5 m Tiefe und 22,7°C an der Oberfläche. Die Vollzirkulation im Herbst wird im Dezember erreicht. Der O<sub>2</sub>-Gehalt war bereits im Mai relativ niedrig, anaerobe Verhältnisse im Hypolimnion entstehen zum ersten Mal Ende Juni und erneut zu Beginn September bis Mitte November. Die sauerstoffzehrende Schicht reichte vom Seegrund hinauf bis 6 m Tiefe.

Entsprechend dazu liegt der Gehalt an Ges-P im Hypolimnion ab Mai und wiederum ab August höher. Für Juli liegen leider keine Aufzeichnungen vor. Auffallend hoch sind die Werte für März, Oktober und schließlich Dezember, trotz vollständiger Durchmischung in dem Monat.

Die Nitrat-N-Werte dagegen übersteigen im Jahresverlauf nicht die Grenze von 3 mg/l und bleiben damit im Schnitt unter den Vorjahreswerten.

1998 waren Homothermie und vollständige Zirkulation des Sees im März erreicht. Die Schichtung setzte im April ein. Die Sprungschicht lag zwischen 3 und 9 m Tiefe und war ausgeprägt von Mai bis Oktober vorhanden. Ende November/Anfang Dezember setzte die Herbstzirkulation ein. Der O<sub>2</sub>-Gehalt war von Juni bis November im Hypolimnion äußerst gering (durchschnittlich 0,5 mg/l), im Dezember wieder hoch mit 8,2 mg/l in 19,5 m Tiefe.

Die höchsten Ges-P-Werte wurden im April für die gesamte Wassersäule sowie von August bis November im Hypolimnion von 19,5 bis 18 m Tiefe ermittelt. Insgesamt lagen die Werte im Vergleich zu 1997 niedriger (v. a. in der zweiten Jahreshälfte).

Bei Nitrat-N wurde nur einmal der Wert 3 mg/l überschritten. Wie in den Vorjahren sind die Werte relativ hoch bis Juni/Juli, sinken dann mit einsetzender Biomasseproduktion ab, und steigen im Dezember wieder an.

1999 wurde Vollzirkulation jeweils im März und Dezember erreicht. Die Sprungschicht war sehr konstant von April bis Oktober in ca. 6-9 m Tiefe ausgebildet. Tmax mit 21,5°C lag im Juli. Der O<sub>2</sub>-Gehalt in 19,5 m Tiefe war bis Juni bis ins Hypolimnion ausreichend, ab Juli setzten sauerstoffzehrende Verhältnisse ein. Noch im Dezember lag der O<sub>2</sub>-Gehalt in 19,5 m Tiefe bei nur 1,6 mg/l.

Analog dazu stehen die Werte für P-Ges: Ab Juni/Juli werden im Hypolimnion die höchsten Werte des Jahres erreicht (max. 0,294 mg/l). Insgesamt entsprechen die Werte weitgehend dem Niveau des Vorjahres.

### 3.3.2.1 Chlorophyll-a

Im Jahr 1999 wurden erstmals versuchsweise die Werte für die Massenkonzentration von Chlorophyll-a in µg/l während der Sommermonate im Epilimnion (in 1 m Tiefe) ermittelt:

Tabelle 16

Chlorophyll-a Abtsee 1999 (Messungen ANL)

1999	µg/l
Juli	11,84
August	5,92
September	17,76
Oktober	5,92

Die Vergleichswerte nach DEV Verfahrenskennwerten liegen durchweg höher als die ermittelten Werte (20,3 bis 126,5µg/l). Für den Chiemsee wurden im Rahmen einer Sonderuntersuchung 1993/94 maximale Werte der Chlorophyll-Konzentration von 10-20 mg/l gemessen (LfW 1997).

Die vom WWA TS mitgeteilten Jahresdurchschnittswerte bei vier Einzelmessungen lauten:

Tabelle 17

Chlorophyll-a Abtsee 1994 und 1997 (Messungen WWA TS) Quelle: WWA TS, 12.01.2000

	1994	1997
Chlorophyll (0-10 m) in mg/l	11	8,1

Auf eine Interpretation wird aufgrund der wenigen vorhandenen Daten verzichtet. Bezüglich genauerer Aussagen zur Trophie des Sees siehe die speziellen Ausführungen und Untersuchungen zur Phytoplanktonbiomasse im Abtsee (G. Buchmeier S. 99-111 in der vorliegenden Broschüre).

### 3.3.2.2 Zusammenfassung: Temperatur

Das Epilimnion erstreckt sich im Sommer über ca. 4-5 m, bei 6 m Tiefe ist fast immer ein (starker) Temperaturabfall festzustellen. Die mittlere Temperatur des Hypolimnions schwankt zwischen 5 bis 8°C. Die höchsten mittleren Wassertemperaturen wurden 1996 gemessen (siehe Abbildung 9 auf S. 27).

### 3.3.2.2 Zusammenfassung: Sauerstoffgehalt

Die Mittelwertbildung für den O<sub>2</sub>-Gehalt des Sees bezogen auf die jeweilige Tiefe im See ergibt keinen Sinn, da die Werte im Winter und Sommer sich massiv unterscheiden. Ein Mittelwert gibt deshalb immer ein stark verfälschtes Bild wider. Für genaue Aussa-



### Abtsee: Temperatur 1989-1999

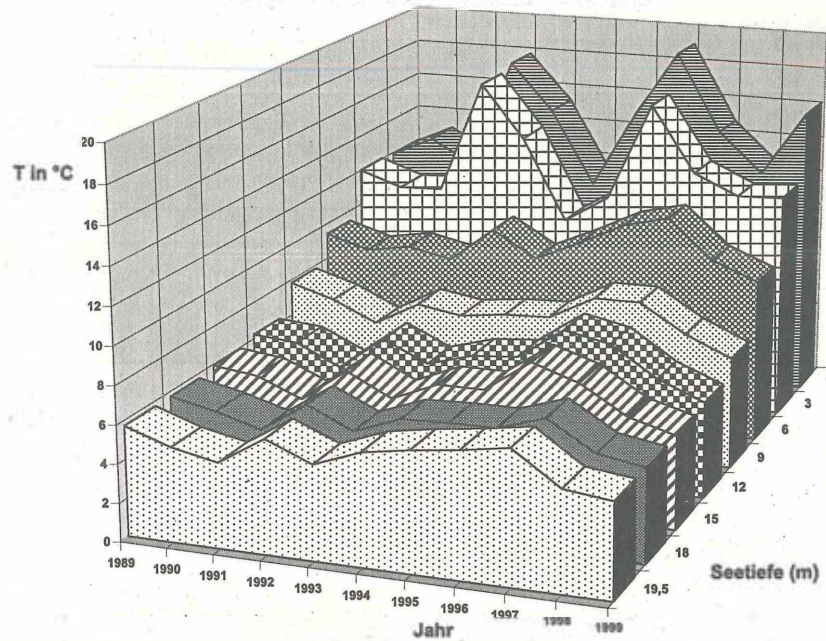


Abbildung 9  
Wassertemperatur 1989-1999

gen zum Sauerstoffgehalt im Hypolimnion oder Epilimnion und den jeweiligen Grenzen liegen nicht genügend Daten vor.

Ende Juli 1994 kam es im Abtsee zu einem großen Aalsterben, als dessen Ursache akuter Sauerstoffmangel im See vermutet wurde. Da für Juli leider kein Wert vorliegt, kann dazu keine definitive Aussage gemacht werden. Die Ermittlung der Fischstandorte (vgl. Kap. 3.3.4) dagegen weist auf einen sauerstofffreien Bereich vom Seegrund bis 3 m unter der Seeoberfläche hin, was einen akuten Sauerstoffmangel für die normalerweise am Seegrund lebenden Aale bedeuten kann. Die Augustmessung erfolgte am

02.08. nach starken Gewitterregen, die eine mehrwöchige Hitzeperiode beendeten. Die gemessenen Werte von ca. 3 mg/l lassen keinen Rückschluß auf Sauerstoffmangel als Ursache für das Fischsterben zu.

#### 3.3.2.4 Zusammenfassung: Gesamt-Phosphor

Die Messungen für Ges-P wurden erst Mitte des Jahres 1990 begonnen. Der Wert für 1990 ist deshalb nicht vergleichbar mit den Werten der anderen Jahre. Ausgehend von einem hohen Ges-P-Gehalt 1991, kam es 1992 und 1993 zu einer erheblichen Reduzierung des Eintrags von Phosphaten. Der Anstieg 1994

### Abtsee: Gesamt-P 1990-1999

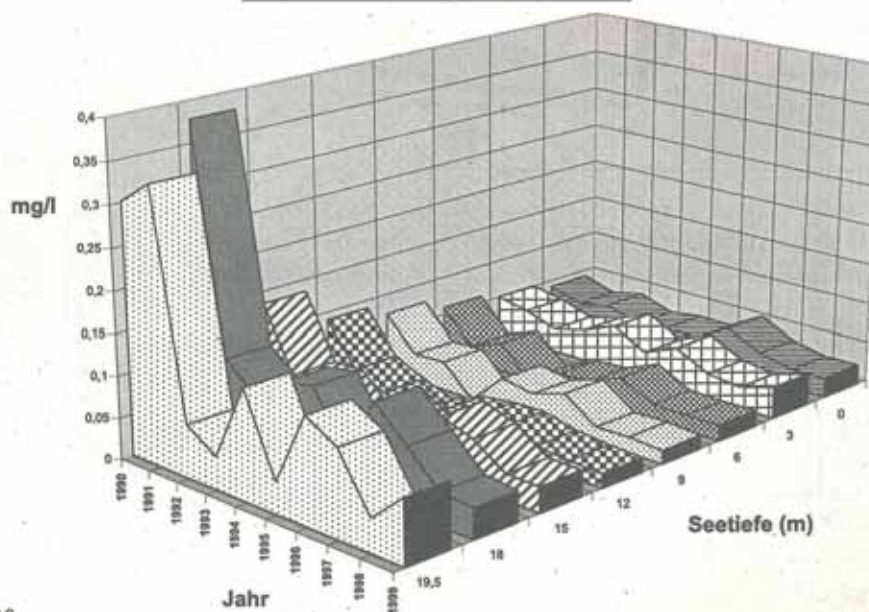


Abbildung 10  
Gesamt-Phosphor Abtsee 1990-1999

### Übersicht P-Ges 1989-1999

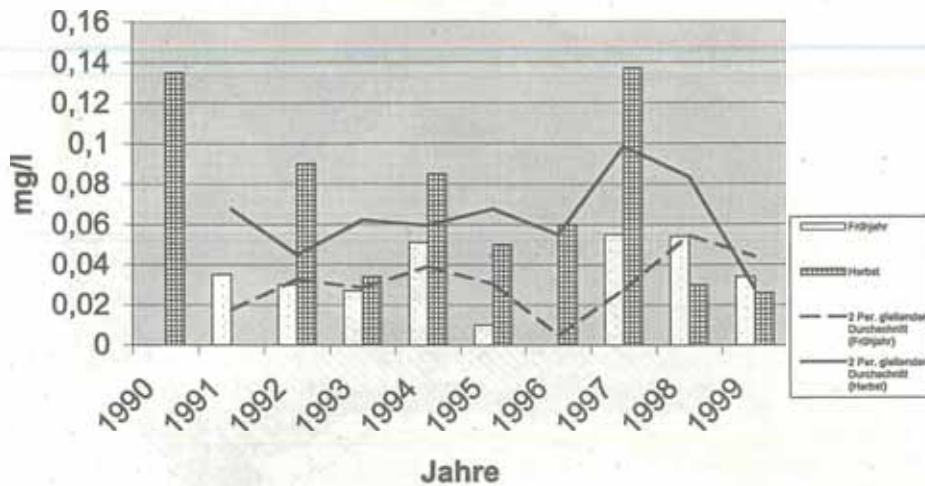


Abbildung 11

#### Ges-P während Frühjahrs- und Herbstzirkulation

läßt sich evtl. durch hohe Niederschlagsmengen bei Gewitterregen im Juni und August erklären (vgl. Kap. 2.3.1.4). Über das ganze Jahr verteilte, hohe Niederschläge und entsprechend hoher Abfluß der Zuflüsse führen oftmals zu einem Anstieg der P-Konzentration alleine durch die höhere zugeführte Wassermenge. Dieser Zusammenhang kann für das im Vergleich regenreichste Jahr 1995 nicht hergestellt werden.

Insgesamt ist ein Abwärtstrend der Phosphorkonzentration im See abzulesen, der von punktuellen Ereignissen jedoch stark beeinflussbar bleibt und nur allmählich verläuft. Höhere Werte am Seegrund sind i. d. R. auf P-Rücklösung aus dem Sediment zurückzuführen, je nach Grad des Sauerstoffmangels, der dort herrscht. Ein direkter Zusammenhang kann je-

doch für die Jahre mit erhöhten Werten (1994, 1996, 1997) ebenfalls nicht hergestellt werden.

In Abbildung 11 wird der Gehalt an Ges-P während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation, dargestellt. Die Durchmischungskonzentration beträgt maximal 0,137 mg/l im Jahr 1997. Die Werte im Herbst sind fast durchweg höher als im Frühjahr, was auf die Durchmischung mit den höher konzentrierten Wassermassen aus dem Hypolimnion zu erklären sein dürfte. Der Trend insgesamt ist schwach rückläufig.

#### 3.3.2.5 Zusammenfassung: Nitrat-N

Es gibt keinen Grenzwert für die Belastung mit Nitrat im Abtsee, der herangezogen werden könnte. Nitrat wird erst zum „Wasserschadstoff“, wenn in phosphorlimitierten Gewässern ein Überangebot an

### Abtsee: Nitrat-N 1989-1999

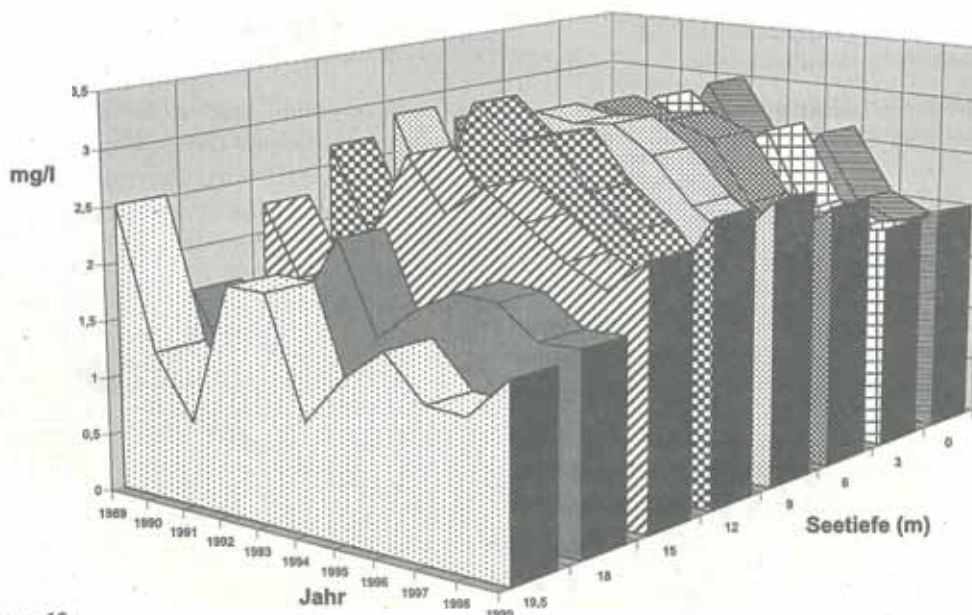


Abbildung 12

#### Nitrat-N 1989-1999

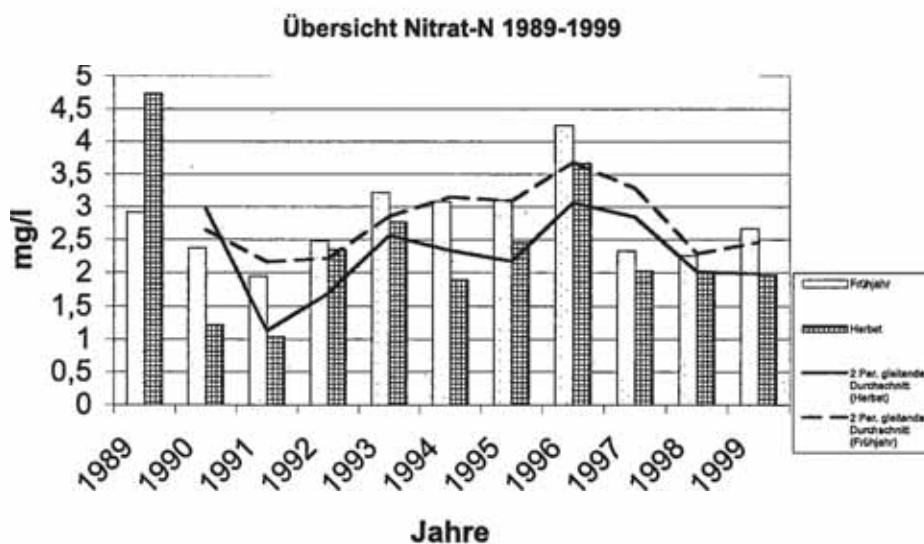


Nitrat nicht vollständig als Pflanzennährstoff von den Algen verwertet werden kann (KLAPPER 1992). Schädliche Auswirkungen von Nitrat müssen daher immer im Zusammenhang mit den Werten für Gesamtposphor betrachtet werden. Im Abtsee herrscht jedoch kein Mangel an Ges-P, sondern ein Überschuß. Problematisch bei Nitrat ist im wesentlichen die Umwandlung zu Nitrit bei Gewässern, aus denen Trinkwasser gewonnen wird. Der Grenzwert laut Trinkwasserverordnung liegt derzeit bei 50 mg/l (Richtwert 25 mg/l) Klapper a.a.O.

Der Gehalt an Nitrat-N erreichte von 1992 bis 1995 den höchsten Stand. Seitdem sinken die Werte in allen Tiefenschichten leicht ab. Eine mögliche Ursache für den Rückgang ist die Aufklärung und Zusammenarbeit mit den Landwirten in bezug auf den Lagerraum für Gülle. Dadurch wurde die Ausbringung von wirtschaftseigenem Dünger in der vegetationsarmen Zeit mit anschließender Auswaschung des Nitrats weitgehend ausgeschaltet. Die Spitzenwerte vom Dezember 1989 mit >4mg/l Nitrat-N sowie die

durchweg hohen Werte im Dezember verdeutlichen den Zusammenhang. Die Zunahme ist dabei auch auf den verminderten Verbrauch durch Organismen im Winter zurückzuführen. Sehr hohe Werte wurden auch im Juni 1996 ermittelt, obwohl die Niederschläge vergleichsweise gering waren. Eine wesentliche Verringerung des Trophiegrades von Seen ist über die Reduktion der Stickstoffbelastung kaum zu erwarten (KLAPPER a.a.O).

In Abbildung 13 wird der Gehalt an Nitrat-N während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation dargestellt. Die Durchmischungskonzentration beträgt maximal 4,729 mg/l im Jahr 1989 und 4,246 mg/l im Juni 1996. Die Werte im Herbst sind fast durchweg niedriger als im Frühjahr. Dies dürfte auf den Verbrauch von Nitrat durch Organismen während der Sommermonate und die anschließende Durchmischung zurückzuführen sein. Ein einheitlicher Trend ist nicht zu erkennen, auch wenn die Werte der letzten drei Jahre gleichbleibend niedrig sind.



**Abbildung 13**  
Nitrat-N während Frühjahrs- und Herbstzirkulation

### 3.3.3 ANL-Messergebnisse von 1989-1999: Zuflüsse

#### 3.3.3.1 Gesamtposphat

Der durchschnittliche Ges-P-Eintrag in mg/l aus den drei wichtigsten Zuflüssen ist in Tabelle 19 aufgelistet. Die Meßergebnisse sind in Anlage 6 enthalten.

In Abbildung 14 wird die Gesamtmenge an Phosphor in kg dargestellt, die von 1990 bis 1999 in den See eingetragen wurde. Die Menge errechnet sich aus der mittleren Konzentration der Zuflüsse und der

mittleren Abflußspende des jeweiligen Zuleiters (vgl. Kap. 2.6.1).

Bei Gesamtposphat nahm der Eintrag in den See durch die Zuflüsse im Lauf der vergangenen zehn Jahre um ca. 50% ab. In kg ausgedrückt sank die eingetragene Phosphormenge im Badhäuslgraben von 101 kg auf 34 kg, im Roßgraben von 609 kg auf 243 kg und im Gaberlbach von 813 kg auf 349 kg. Dies ist eine beträchtliche Reduzierung, die sehr positiv für den Abtsee zu bewerten ist.

### Übersicht P-Ges 1989-1999

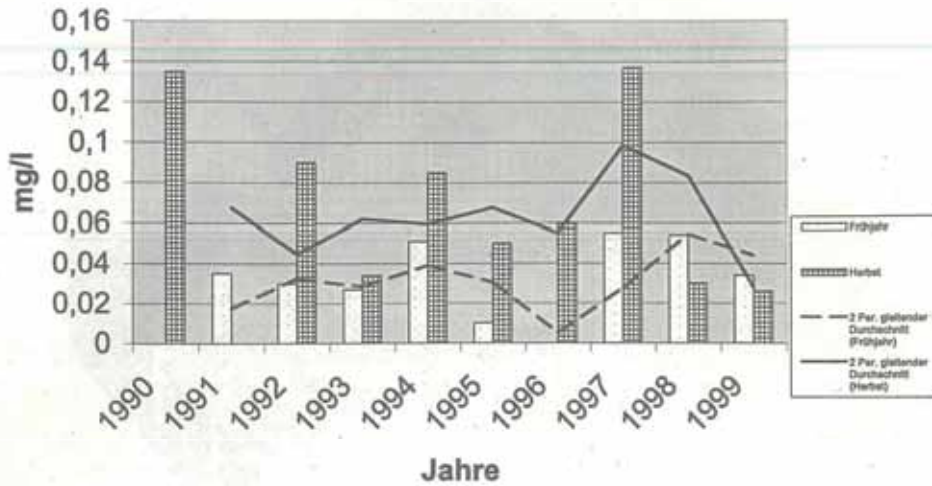


Abbildung 11

#### Ges-P während Frühjahrs- und Herbstzirkulation

läßt sich evtl. durch hohe Niederschlagsmengen bei Gewitterregen im Juni und August erklären (vgl. Kap. 2.3.1.4). Über das ganze Jahr verteilte, hohe Niederschläge und entsprechend hoher Abfluß der Zuflüsse führen oftmals zu einem Anstieg der P-Konzentration alleine durch die höhere zugeführte Wassermenge. Dieser Zusammenhang kann für das im Vergleich regenreichste Jahr 1995 nicht hergestellt werden.

Insgesamt ist ein Abwärtstrend der Phosphorkonzentration im See abzulesen, der von punktuellen Ereignissen jedoch stark beeinflussbar bleibt und nur allmählich verläuft. Höhere Werte am Seegrund sind i. d. R. auf P-Rücklösung aus dem Sediment zurückzuführen, je nach Grad des Sauerstoffmangels, der dort herrscht. Ein direkter Zusammenhang kann je-

doch für die Jahre mit erhöhten Werten (1994, 1996, 1997) ebenfalls nicht hergestellt werden.

In Abbildung 11 wird der Gehalt an Ges-P während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation, dargestellt. Die Durchmischungskonzentration beträgt maximal 0,137 mg/l im Jahr 1997. Die Werte im Herbst sind fast durchweg höher als im Frühjahr, was auf die Durchmischung mit den höher konzentrierten Wassermassen aus dem Hypolimnion zu erklären sein dürfte. Der Trend insgesamt ist schwach rückläufig.

#### 3.3.2.5 Zusammenfassung: Nitrat-N

Es gibt keinen Grenzwert für die Belastung mit Nitrat im Abtsee, der herangezogen werden könnte. Nitrat wird erst zum „Wasserschadstoff“, wenn in phosphorlimitierten Gewässern ein Überangebot an

### Abtsee: Nitrat-N 1989-1999

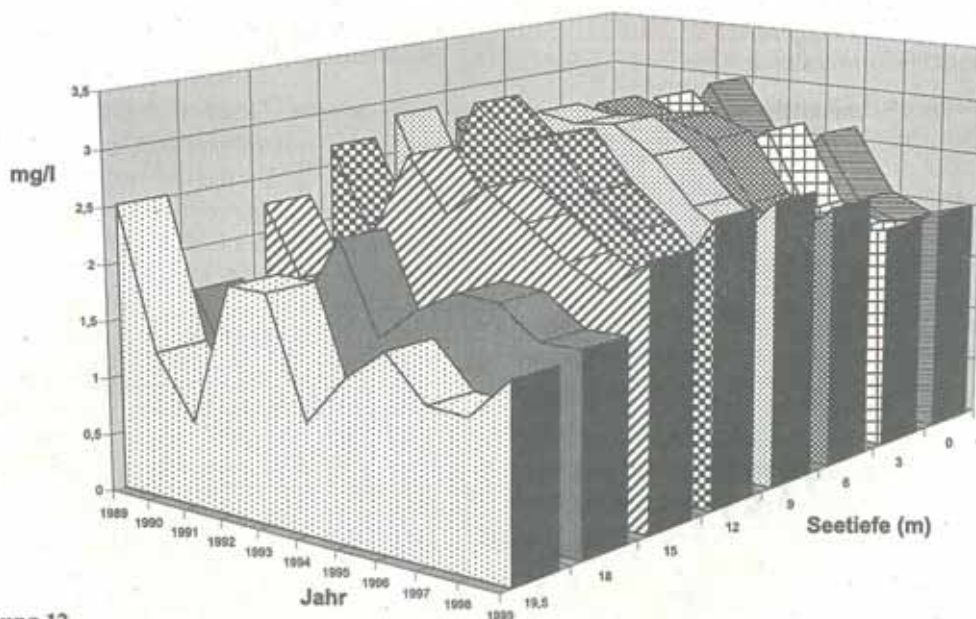


Abbildung 12

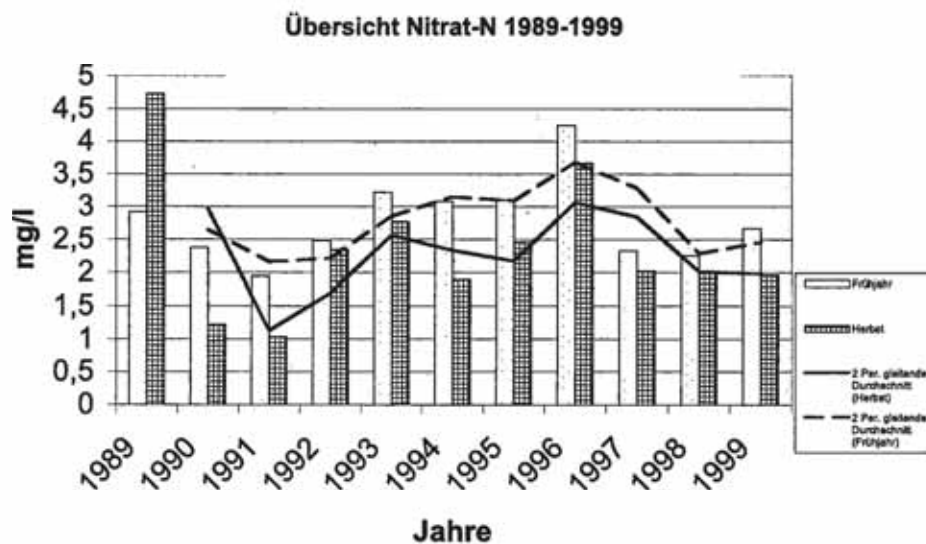
#### Nitrat-N 1989-1999

Nitrat nicht vollständig als Pflanzennährstoff von den Algen verwertet werden kann (KLAPPER 1992). Schädliche Auswirkungen von Nitrat müssen daher immer im Zusammenhang mit den Werten für Gesamtphosphor betrachtet werden. Im Abtsee herrscht jedoch kein Mangel an Ges-P, sondern ein Überschuß. Problematisch bei Nitrat ist im wesentlichen die Umwandlung zu Nitrit bei Gewässern, aus denen Trinkwasser gewonnen wird. Der Grenzwert laut Trinkwasserverordnung liegt derzeit bei 50 mg/l (Richtwert 25 mg/l) Klapper a.a.O.

Der Gehalt an Nitrat-N erreichte von 1992 bis 1995 den höchsten Stand. Seitdem sinken die Werte in allen Tiefenschichten leicht ab. Eine mögliche Ursache für den Rückgang ist die Aufklärung und Zusammenarbeit mit den Landwirten in bezug auf den Lagerraum für Gülle. Dadurch wurde die Ausbringung von wirtschaftseigenem Dünger in der vegetationsarmen Zeit mit anschließender Auswaschung des Nitrats weitgehend ausgeschaltet. Die Spitzenwerte vom Dezember 1989 mit >4mg/l Nitrat-N sowie die

durchweg hohen Werte im Dezember verdeutlichen den Zusammenhang. Die Zunahme ist dabei auch auf den verminderten Verbrauch durch Organismen im Winter zurückzuführen. Sehr hohe Werte wurden auch im Juni 1996 ermittelt, obwohl die Niederschläge vergleichsweise gering waren. Eine wesentliche Verringerung des Trophiegrades von Seen ist über die Reduktion der Stickstoffbelastung kaum zu erwarten (KLAPPER a.a.O).

In Abbildung 13 wird der Gehalt an Nitrat-N während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation dargestellt. Die Durchmischungskonzentration beträgt maximal 4,729 mg/l im Jahr 1989 und 4,246 mg/l im Juni 1996. Die Werte im Herbst sind fast durchweg niedriger als im Frühjahr. Dies dürfte auf den Verbrauch von Nitrat durch Organismen während der Sommermonate und die anschließende Durchmischung zurückzuführen sein. Ein einheitlicher Trend ist nicht zu erkennen, auch wenn die Werte der letzten drei Jahre gleichbleibend niedrig sind.



**Abbildung 13**  
Nitrat-N während Frühjahrs- und Herbstzirkulation

### 3.3.3 ANL-Messergebnisse von 1989-1999: Zuflüsse

#### 3.3.3.1 Gesamtphosphat

Der durchschnittliche Ges-P-Eintrag in mg/l aus den drei wichtigsten Zuflüssen ist in Tabelle 19 aufgelistet. Die Meßergebnisse sind in Anlage 6 enthalten.

In Abbildung 14 wird die Gesamtmenge an Phosphor in kg dargestellt, die von 1990 bis 1999 in den See eingetragen wurde. Die Menge errechnet sich aus der mittleren Konzentration der Zuflüsse und der

mittleren Abflußspende des jeweiligen Zuleiters (vgl. Kap. 2.6.1).

Bei Gesamtphosphat nahm der Eintrag in den See durch die Zuflüsse im Lauf der vergangenen zehn Jahre um ca. 50% ab. In kg ausgedrückt sank die eingetragene Phosphormenge im Badhäuslgraben von 101 kg auf 34 kg, im Roßgraben von 609 kg auf 243 kg und im Gaberlbach von 813 kg auf 349 kg. Dies ist eine beträchtliche Reduzierung, die sehr positiv für den Abtsee zu bewerten ist.



Tabelle 18

Mittlere Konzentrationen von Ges-P in den Zuflüssen von 1990-1999

	Badhäusgraben	Rossgaben	Gaberlbach
1990	0,111	0,113	0,135
1991	0,035	0,091	0,061
1992	0,056	0,074	0,066
1993	0,053	0,053	0,078
1994	0,057	0,034	0,05
1995	0,045	0,085	0,065
1996	0,064	0,069	0,069
1997	0,055	0,085	0,106
1998	0,041	0,044	0,074
1999	0,037	0,045	0,058

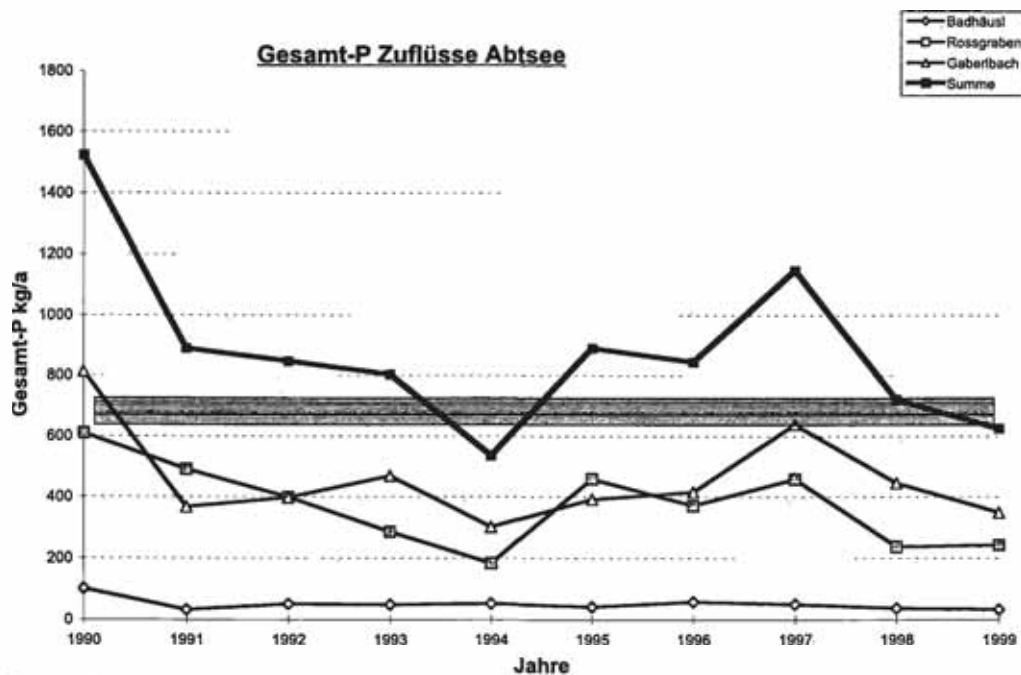


Abbildung 14

Gesamt-P Zuflüsse Abtsee (in kg/Jahr)

### 3.3.3.2 Nitrat-N

Durchschnittlicher Nitrat-N-Eintrag in mg/l aus den drei wichtigsten Zuflüssen:

Tabelle 19

Mittlere Konzentrationen von Nitrat-N in den Zuflüsse von 1990-1999

	Badhäusgraben	Rossgaben	Gaberlbach
1990	7,36	4,98	2,82
1991	7,29	4,91	2,4
1992	8,2	4,85	2,57
1993	8,87	5,42	3,59
1994	6,74	4,88	3,61
1995	7,39	5,17	2,37
1996	7,09	4,38	2,4
1997	6,4	3,5	2,4
1998	5,86	3,64	2,43
1999	6,68	4,45	2,49

In Abbildung 15 wird die Gesamtmenge an Nitratstickstoff in kg/Jahr dargestellt, die von 1990 bis 1999 in den See eingetragen wurde. Die Menge errechnet sich aus der mittleren Konzentration der Zuflüsse und der mittleren Abflussspende des jeweiligen Zuleiters (vgl. Kap. 2.6.1).

Der Eintrag von Nitrat-N in den Abtsee aus den drei

wichtigsten Zuflüssen blieb während der letzten 10 Jahre fast konstant. Die mit Abstand größte Menge gelangt trotz der geringen Konzentrationen durch den Gaberbach in den See, dessen Einzugsgebiet am größten ist und einen hohen Anteil ackerbaulicher Nutzung aufweist. Berger und Stellnergraben sowie Weidmoosgraben sind dabei die wichtigsten Zuleiter zum Gaberbach.

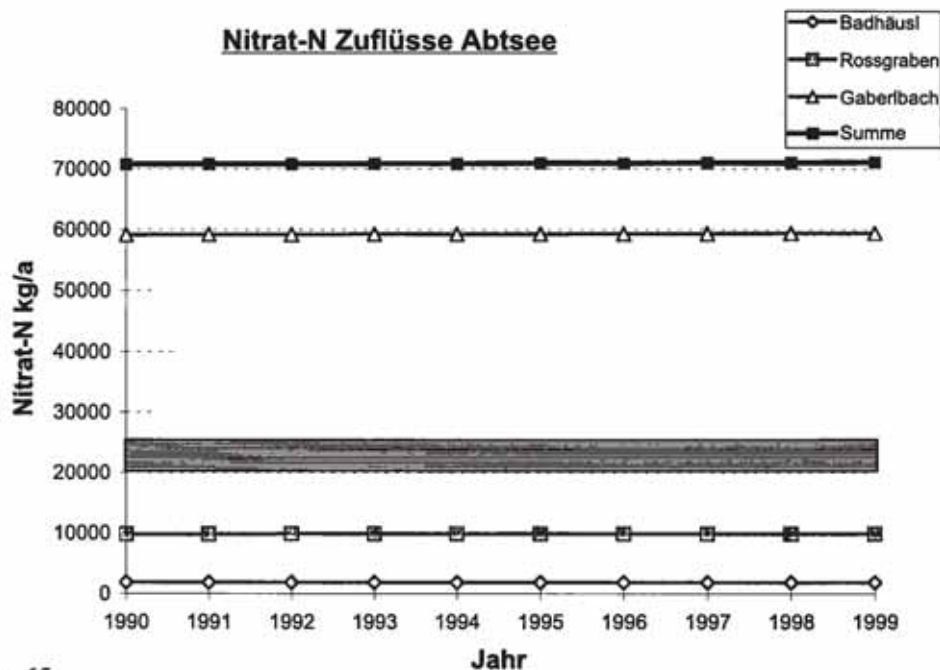


Abbildung 15  
Nitrat-N Zuflüsse (kg/Jahr) 1990-1999

### 3.3.4 Aufenthaltsbereich der Fischfauna

Der Vergleich der Fischstandorte mit den chemischen Parametern kann höchstens bestätigende Wirkung haben. Die Messungen wurden nach Möglichkeit am gleichen Tag vorgenommen, an dem auch die Proben zur

Auswertung durch die ANL gezogen wurden. In den Abb. 16-18 werden die Aufenthaltsbereiche der Fische von 1991 bis 1999 dokumentiert. Für die Wintermonate liegen i. d. R. keine Messungen vor (= transparente Spalten).

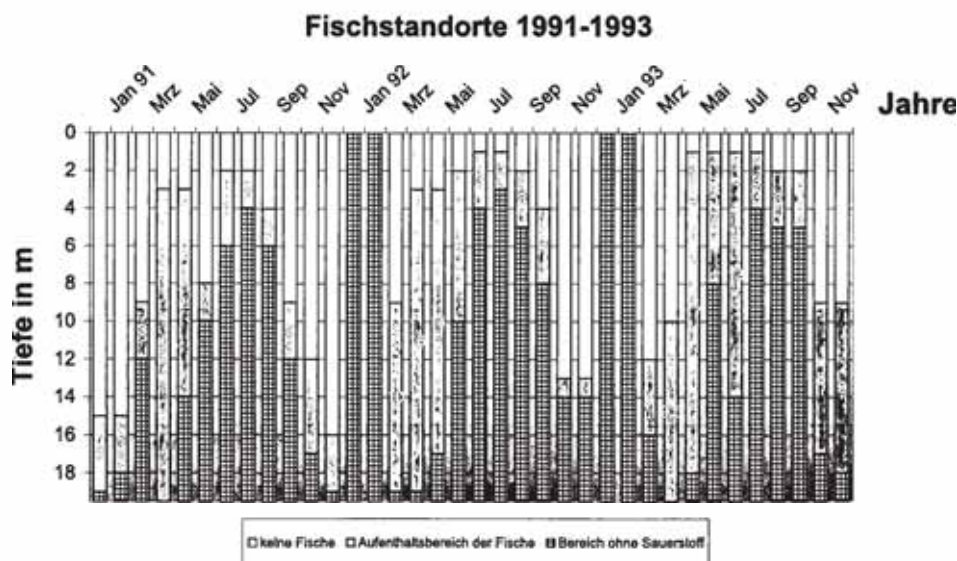


Abbildung 16  
Fischstandorte 1991-1993

### Fischstandorte 1994-1996

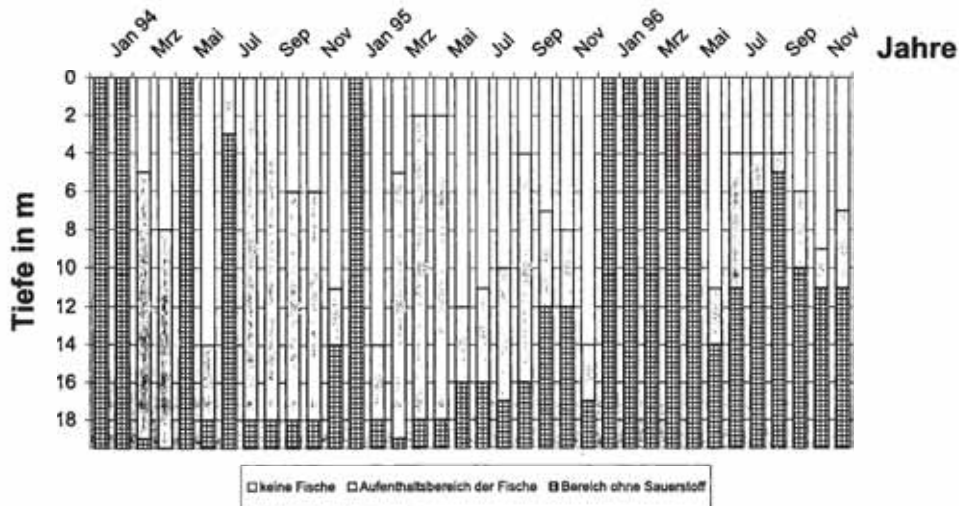


Abbildung 17

#### Fischstandorte 1994-1996

Im April '91 hielten sich die Fische vom Seegrund bis 3 m unter der Seeoberfläche auf. Von Juni '91 bis September schrumpfte der Aufenthaltsbereich der Fische auf eine Schicht von 2-4 m Dicke zusammen. Die sauerstofffreie Zone reichte im August bis 4 m unter der Seeoberfläche hinauf.

1992 fand die Frühjahrszirkulation offensichtlich erst im April statt, die Schichtung der Sommerstagnation setzte später ein. Für die Sommermonate ergibt sich ein ähnliches Bild wie für 1991 mit sehr geringen Schichtdicken, in denen sich Fische aufhielten.

1993 waren die Zonen der Fischstandorte großzügiger, offensichtlich setzte die Sauerstoffzehrung im Hypolimnion im Juni stärker ein.

Das Jahr 1994 war das Jahr mit der heißesten und trockensten Hitzeperiode innerhalb des Aufzeichnungszeitraumes. Entsprechend dünn ist der Aufenthaltsbereich der Fische im Juli mit 3 m direkt unter der Seeoberfläche. Dies dürfte einen außergewöhnlicher

Notzustand für die Fischfauna bedeutet haben. Nach dem Ende der Hitzeperiode, nach dem Eintrag heftiger Gewitterregen kühlte das Wasser relativ stark ab und wurde durchmischt. Im weiteren Jahresverlauf reichten die Fischstandorte über einen großen Bereich der Wassersäule.

1995 war das niederschlagreichste Jahr mit einer gleichmäßigen Verteilung der Fische auf den gesamten Seekörper. Auch während der Sommermonate war die sauerstoffarme Schicht im Hypolimnion nicht sehr dick.

Für 1996 liegen erst Messungen ab Juni vor. Die Verteilung der Fischfauna beschränkte sich während des ganzen Jahres auf wenige Meter dicke Schichten über einer durchschnittlich 10-12 m hohen sauerstofffreien Zone.

In den Jahren 1997 bis 1999 ist keine besonders auffällige Verschiebung der Fischstandorte im Seekörper zu beobachten. Die relativ niederschlagreichen

### Fischstandorte 1997-1999

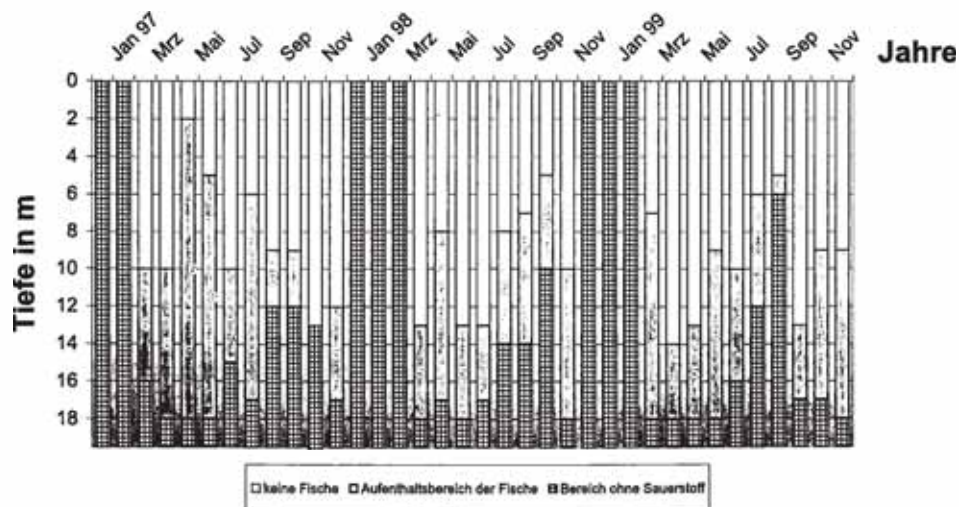


Abbildung 18

#### Fischstandorte 1997-1999



Sommer der vergangenen drei Jahre haben sicher dazu beigetragen, den Sauerstoffgehalt im See positiv zu beeinflussen und für eine Mindestdurchmischung zu sorgen. Lediglich im September 1999 hielten sich die Fische in einer nur ca. 1 m dicken Schicht im Bereich der Sprungschicht auf.

### 3.3.5 Bakteriologische Befunde

#### 3.3.5.1 Allgemeines, Methodik, Grenzwerte

Ein wichtiger Aspekt für den als Bade- und Erholungsgewässer stark frequentierten Abtsee ist der hygienische Zustand des Wassers. Dabei geht es um die mit der Nutzung des Wassers und Gewässers auftretenden Krankheiten und ihre verursachenden Organismen (SCHWOERBEL 1993). Durch die Einleitung von Abwässern ist die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination des Gewässers mit humanpathogenen Keimen relativ groß, da selbst mechanisch-biologisch gereinigtes Abwasser noch zahlreiche Krankheitserreger (Viren, Bakterien, Protozoen, Pilze, parasitisch lebende Würmer bzw. Wurmeier) enthält. Da der direkte Nachweis von Erregern aufgrund der Vielzahl der Organismen sehr aufwendig und meist

nicht durchführbar ist, beschränkt sich die bakteriologische Untersuchung auf den direkten Nachweis bestimmter Indikatorkeime, die aus dem Darm von Menschen und warmblütigen Tieren stammen und mit den Fäkalien bzw. dem gereinigten Abwasser in die Gewässer gelangen. Eine eindeutige Aussage über die Verunreinigung des Gewässers durch Fäkalien kann lediglich über den Nachweis von *Escherichia coli* Fäkaltyp getroffen werden, da Vertreter der Gruppe coliformer Keime auch als autochthone Bakterien stets in Gewässern vorkommen (GUNKEL 1994).

Die bakteriologische Untersuchung des Abtsees und seiner Zuflüsse wird seit 1973 durch das Staatliche Gesundheitsamt Bad Reichenhall durchgeführt. Seit 1975 ist die EG-Badegewässer-Richtlinie 76/160/EWG in Kraft, die 1998 in Form der Bayerischen Badegewässerverordnung (BayBadeGewV) in Länderrecht übertragen wurde. Es gelten nachfolgend aufgeführte Grenzwerte und anzuwendende Methodik. Die Untersuchung der Proben wird von der Landesuntersuchungsanstalt Oberschleißheim durchgeführt. Alle Meßwerte befinden sich in Anlage 7.

**Tabelle 20**

**Grenzwerte nach EU-Badegewässer-Richtlinie (Quelle: Anlage BayBadeGewV, 1998)**

Parameter	Leitwert	Grenzwert	Mindesthäufigkeit der Probenahme	Analysen- oder Prüfungsverfahren
Gesamtcoliforme Bakterien/100 ml	500	10.000	14-tägig	Fermentation im Mehrfachansatz. Bei positivem Ausfall Überführen in Nachweismilieu. Auszählen (wahrscheinlichste Zahl). oder Filtration über Membran und Kultur auf geeignetem Milieu wie Milch-Zucker-Tergitol-Agar, Endo-Agar, 0,4%ige Teepol-Nährbouillon, Umpflanzen und Identifizierung verdächtiger Kolonien. Bei 1. und 2. unterschiedliche Bebrütungstemperatur, je nachdem ob gesamtcoliforme oder fäkalcoliforme Bakterien bestimmt werden.
Fäkalcoliforme Bakterien /100 ml	100	2.000	14-tägig	

Gemäß EU-Badegewässer-RL muß nur die Qualität des Wassers am Strandbad als anerkannter EU-Badepunkt untersucht werden. Aufgrund der Zusammenarbeit im Rahmen des „Projektes Abtsee“ hat das GSA Bad Reichenhall in den letzten Jahren zusätzliche Untersuchungen im Rahmen des jeweils verfügbaren Kosten- und Zeitbudgets durchgeführt. Dabei wurden unregelmäßig Proben an folgenden Punkten gezogen:

- 1 Badhäuslgraben
- 2 Haarmoosgraben
- 3 Weidmoosgraben
- 4 Strandbad Laufen
- 5 Freizeitgelände West

- 6 Freizeitgelände Mitte
- 7 Freizeitgelände Ost
- 8 Freibadgelände Seetal

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, daß regelmäßige Überschreitungen der Leit- und Grenzwerte für Coliforme und Fäkalcoli nur bei den ersten drei Meßstellen auftreten. Alle weiteren Punkte weisen zu keiner Zeit eine Überschreitung auf. In den folgenden Tabellen und Diagrammen werden deshalb nur die Werte der drei Zuleiter Badhäuslgraben, Haarmoosgraben und Weidmoosgraben dargestellt, ausgedrückt in Anzahl der Keime pro 100 ml Wasserprobe (Ergebnisprotokolle vgl. Anlage 7).

### 3.3.5.2 Ergebnisse von 1990 bis 1994

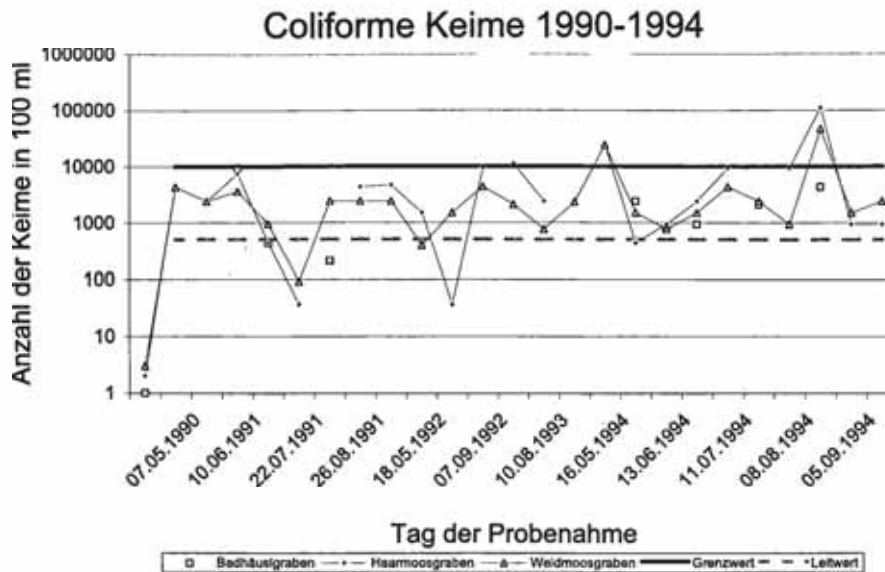


Abbildung 19

Anzahl coliformer Keime 1990-1994

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	8	2	6	0
Haarmoosgraben	22	4	16	2
Weidmoosgraben	25	3	20	2

Tabelle 21

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen 1989-94

Von 1990 bis 1994 kam es zu je 2 Grenzwertüberschreitungen beim Weidmoos- und Haarmoosgraben. Dabei wurden am 08.08.94 die absoluten Spitzenwerte von 110 000 Keimen/100 ml im Haarmoosgraben und 46 000 K/100 ml für Coliforme im Weidmoosgraben erreicht. Es besteht evtl. ein Zusammenhang mit

den hohen Niederschlägen im August '94. Der Badhäusgraben wies im Vergleich zu den beiden anderen Gräben relativ niedrige Werte auf, die um den Leitwert schwankten. Alle Grenzwertüberschreitungen fanden im August statt, die höchsten sonstigen Werte wurden Ende Juli oder Anfang September erreicht.

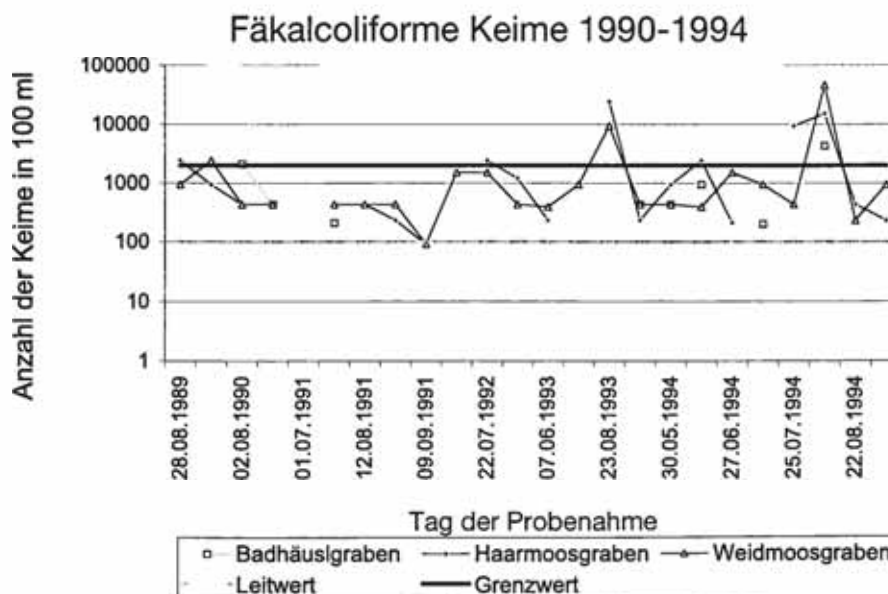


Abbildung 20

Anzahl fäkalcoliformer Keime 1989-1994

Tabelle 22

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli von 1989-94

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	8	0	6	2
Haarmoosgraben	18	1	12	5
Weidmoosgraben	23	1	19	3

Insgesamt wurde der Grenzwert für Fäkalcoli 8x überschritten, davon einmal 1989, einmal 1992, zweimal 1993 und viermal im Jahr 1994. Die Zeitpunkte der höchsten gemessenen Werte entsprechen denen für Coliforme, d.h. im August '93 und '94. Mit ins-

gesamt fünf Grenzwertüberschreitungen war der Haarmoosgraben überdurchschnittlich mit Fäkalien belastet. Die höchsten Werte für Fäkalcoli wurden im August, Juli und Juni ermittelt.

3.3.5.3 Ergebnisse von 1995 bis 1997

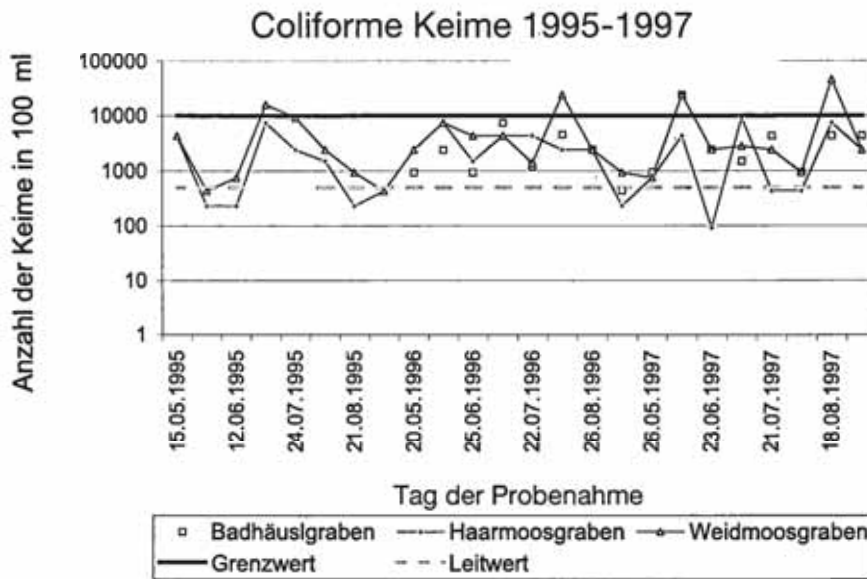


Abbildung 21

Anzahl coliformer Keime in 100 ml 1995-1997

Tabelle 23

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Coliforme 1995-97

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	16	1	14	1
Haarmoosgraben	24	8	16	0
Weidmoosgraben	24	2	18	4

Im Meßzeitraum 1995 bis 1997 gab es 4 Grenzwertüberschreitungen beim Weidmoosgraben und eine beim Badhäusgraben. Der Haarmoosgraben erreichte 4x fast den Grenzwert von 10.000 Keimen je 100 ml Wasserprobe. Die Grenzwertüberschreitungen bzw. sonstigen Höchstwerte liegen 1995 im Juni, der sehr regenreich war. 1996 wurde der Grenzwert für Coliforme im Weidmoosgraben einmal zu Beginn August überschritten, alle sonstigen Werte liegen zwischen Leit- und Grenzwert. Im Juni 1997 lagen Weidmoos- und Badhäusgraben weit über dem Grenzwert, im August noch einmal der Weidmoosgraben.

Haarmoosgraben wiesen starke Belastungsschwankungen auf. Die Werte des Badhäusgrabens waren relativ konstant im Bereich zwischen Leit- und Grenzwert.

Von allen drei Zuleitern war der Weidmoosgraben der am stärksten belastete, sowohl Weid- als auch

Die Zahl der Grenzwertüberschreitungen liegt mit insgesamt 16(!) sehr hoch, davon entfallen 3 auf das Jahr 1995, 6 auf 1996 und 7 auf 1997. Die Unterschreitung des Leitwertes kam nur dreimal vor, was die generell hohe Belastung der Zuleiter mit Fäkalcoliformen deutlich macht. Die Spitzenbelastungen entsprechen den Zeitpunkten der Höchstbelastung bei den coliformen Keimen: 09.06.97, 23.06.97 und 18.08.97, wobei am 09.06.97 bei allen drei Zuleitern sehr hohe bis Höchstwerte auftraten.

## Fäkalcoliforme Keime 1995-1997

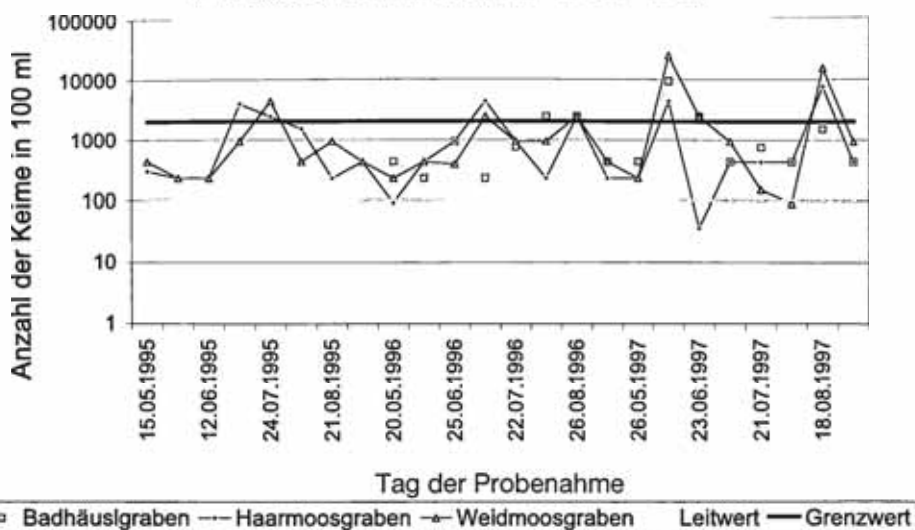


Abbildung 22

Anzahl coliformer Keime 1995-1997

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	16	0	12	4
Haarmoosgraben	24	2	16	6
Weidmoosgraben	24	1	17	6

Tabelle 24

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli 1995-97

Der Vergleich mit den Niederschlagswerten im Zeitraum Mai bis September 1997 zeigt, daß hohe Niederschläge alleine zu keiner erhöhten Belastung führen. Selbst nach starken Niederschlägen liegen die Werte für Keime nicht zwangsläufig höher. Folglich ist immer menschliche Einflußnahme die Ursache für hohe Werte. Höchstwerte bei Coliformen und Fäkalcoli treten jedoch immer in Zusammenhang mit Nie-

derschlägen auf. Man kann annehmen, daß ausgebrachte Gülle über die vorhandenen Drainagen verstärkt und relativ schnell nach einem Regenereignis in die Vorfluter eingetragen wird. Für detaillierte Aussagen in dem Zusammenhang wären konstante Meßreihen über einen längeren Zeitraum sowie Angaben zu Dünge- und Schnittzeitpunkten der Landwirte im EZG erforderlich.

## Niederschlag Mai-September 1997

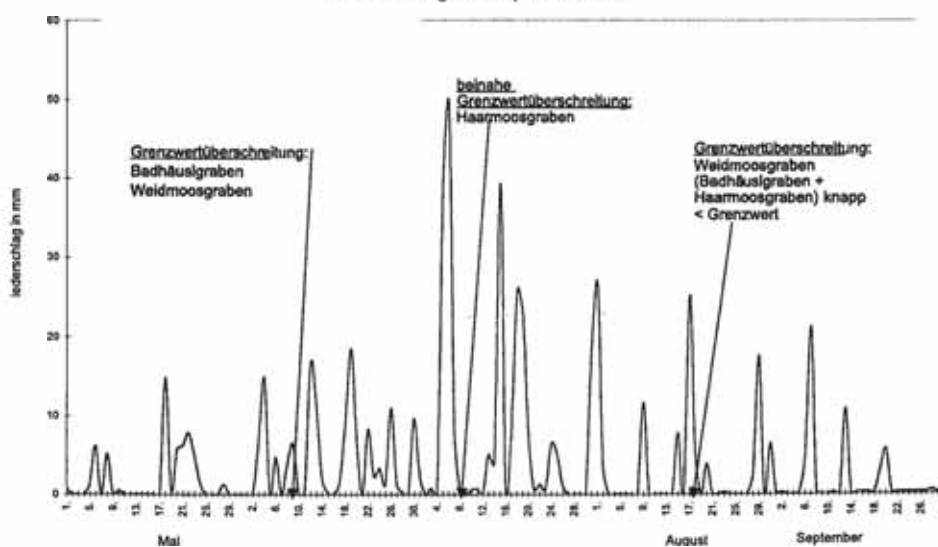


Abbildung 23

Niederschlag Mai-September 1997



### 3.3.5.4 Ergebnisse von 1998 bis 1999

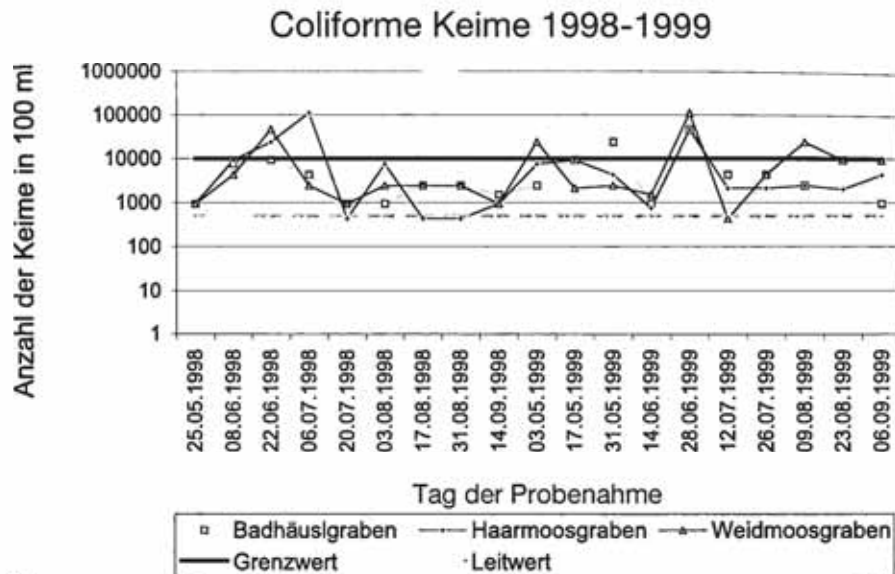


Abbildung 24

Anzahl coliformer Keime 1998-1999

Tabelle 25

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Coliforme 1998-99

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	19	0	17	2
Haarmoosgraben	19	3	13	3
Weidmoosgraben	19	1	14	4

Tabelle 26

Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli 1998-99

	Zahl der Messungen	Werte < Leitwert	Werte > Leitwert	Werte > Grenzwert
Badhäusgraben	19	1	16	2
Haarmoosgraben	19	1	18	0
Weidmoosgraben	19	2	10	7

Von 1998 bis 1999 kam es zu 9 Grenzwertüberschreitungen in den Zuleitern, wobei 3 auf das Jahr 1998 entfielen und 6 auf 1999. Am 06.07.98 und am 28.06.99 wurden dabei Höchstwerte von 110 000 Keimen/100 ml erreicht. Der Badhäusgraben war konstant hoch belastet, Haar- und Weidmoosgraben wiesen starke Schwankungen auf. Die Belastung ist insgesamt hoch.

Bei den Werten von Fäkalcoli stellt sich ein etwas anderes Bild dar. Die höchsten Werte im Jahr 1998 wurden bei allen drei Zuleitern am 08.06.98 gemessen. Im weiteren Jahresverlauf überschritt lediglich der Weidmoosgraben noch zweimal die kritische Grenze. Bei der ersten Messung 1999 (03.05.99) lagen die Werte aller drei Zuleiter extrem niedrig, beim Weidmoosgraben noch einmal am 12.07.99. Auffallend beim Weidmoosgraben ist die große Differenz der Messungen vom 28.06. und 12.07.99: vom Höchstwert zum Tiefstwert und anschließend wieder zum Höchstwert. Die Ursache dafür kann aufgrund fehlender zusätzlicher Informationen zu möglichen Emissionsquellen nicht geklärt werden. Auch während der beiden vergangenen Jahre war die Belastung aller Zuflüsse durch Keime hoch.

Für das Jahr 1998 liegen Angaben zu den Schnitt- und Düngezeitpunkten im Einzugsgebiet vor. Dabei ist für jedes Datum ein Zeitraum von ca. 4 Wochen hinzuzufügen, bis alle Wiesen gemäht sind. Die Ausbringung von Gülle erfolgt ca. drei Tage nach dem Schnitt (AfLuE, Laufen, 1999 mdl.).

Vergleicht man die Höchstwerte für den Eintrag coliformer Keime mit den Daten, läßt sich evtl. ein Zusammenhang herstellen zwischen den Grenzwertüberschreitungen im Haar- und Weidmoosgraben (22.06.98) für den 2. Schnitt. Die sehr niedrigen Werte, die am 20.07.98 gemessen wurden, fallen zusammen mit dem Beginn des 3. Schnittes, einem Zeitpunkt, an dem die letzte Gülleausbringung bereits einige Zeit zurückliegt. Ein Zusammenhang ist daher sowohl für den Maximalwert im Juni und den Minimalwert im Juli nahe liegend. Vor Messung des Maximalwertes im Juni gab es an den Tagen zuvor mehrere mittlere Niederschlagsereignisse zu verzeichnen, vor Messung des Minimalwertes im Juli hingegen nur sehr geringen Niederschlag.

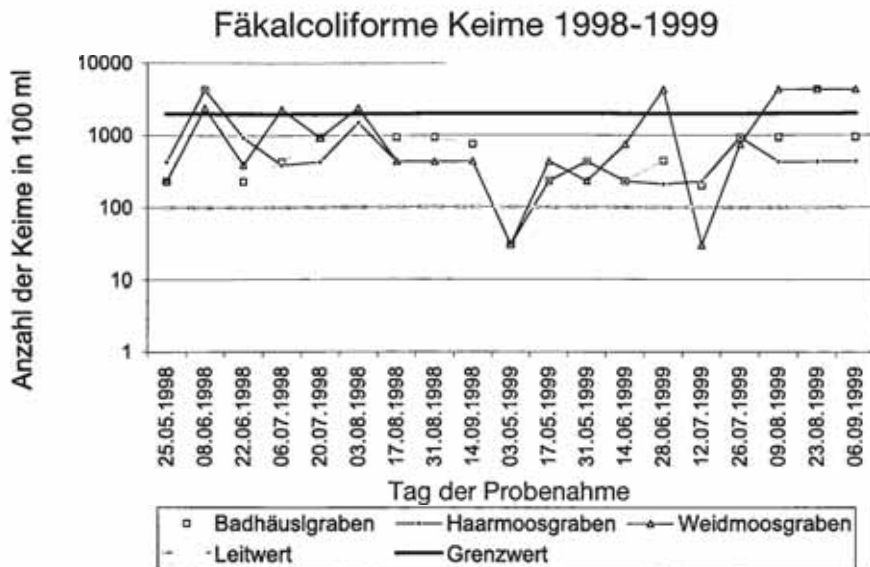


Abbildung 25

Anzahl fäkalcoliformer Keime 1998-1999

	Datum
Beginn 1. Schnitt	07.05.98
Beginn 2. Schnitt	18.06.98
Beginn 3. Schnitt	20.07.98
Beginn 4. Schnitt	07.09.98
Beginn 5. Schnitt	18.10.98

Tabelle 27

Schnittzeitpunkte 1998 (AfLuE, Laufen 1999, mdl.)

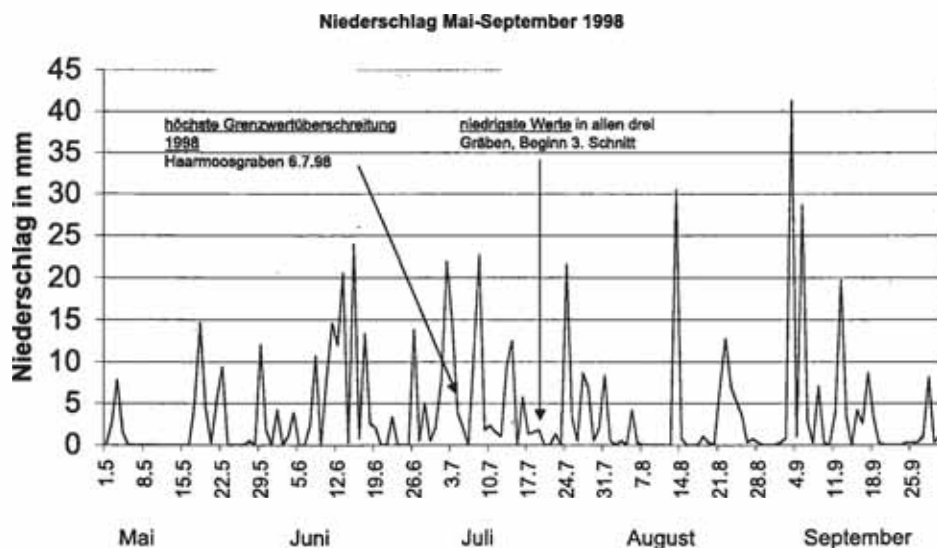


Abbildung 26

Niederschläge Mai-September 1998

	Datum
Beginn 1. Schnitt	09.-11.05.99
Beginn 2. Schnitt	10.-21.06.99
Beginn 3. Schnitt	27.07.-10.08.99
Beginn 4. Schnitt	20.08.-10.09.99

Tabelle 28

Schnittzeitpunkte 1999 (AfLuE, Laufen 1999, mdl.)

Für das Jahr 1999 gelten folgende Angaben zu den Schnitt- und Düngezeitpunkten im Einzugsgebiet. Die Ausbringung von Gülle erfolgt ca. drei Tage nach dem Schnitt (AfLuE, Laufen, 1999 mdl.).

Zur Ermittlung eines möglichen Zusammenhanges erfolgt auch für 1999 ein Vergleich der Grenz- und Leitwertüberschreitungen bei coliformen Keimen und Fäkalcoli mit den Niederschlägen. Dabei ist festzustellen, daß von Mai bis Juli sehr hohe Niederschläge fielen. Auffällig sind, die bereits Anfang Mai sehr hohen Werte bei Coliformen bei einem gleichzeitigen Minimalwert bei Fäkalcoli, was auf einen großen Eintrag von Fäkalien tierischen Ursprungs hinweist. Ein Zusammenhang mit den Niederschlägen ist hier jedoch kaum herzustellen, da es von Ende April bis Anfang Mai nur wenig regnete. Die Spitzenwerte vom 28.06.99 in allen drei Zuleitern stehen evtl. in Zusammenhang mit dem Regenereignis am selben Tag bzw. einen Tag vorher. Der 28.06. liegt bereits eine Woche nach Ende der zweiten Schnittperiode, allerdings kam es vom 19.06. bis zum 27.06.

nicht zu nennenswerten Niederschlägen, so daß evtl. das Abschwemmen von Gülle in die Vorfluter nach den Niederschlägen eine mögliche Ursache ist. Die Werte für Fäkalcoli überschreiten am 28.06.99 nur im Weidmoosgraben den Grenzwert, dort jedoch drastisch. Am 12.07.99 werden trotz vorangegangener Niederschläge in allen drei Zuleitern sehr niedrige Werte gemessen. Die hohen Werte vom 09.08.99 werden wiederum nach Regenereignissen gemessen. Die andauernd hohen Werte für Fäkalcoli im Weidmoosgraben und einmal im Badhäuslgraben im August und September können nicht mit Niederschlägen begründet werden, auch liegen die Werte für Coliforme in den beiden Monaten weit unter den Werten für Fäkalcoli. Dies läßt eine zusätzliche anthropogene Immissionsquelle vermuten.

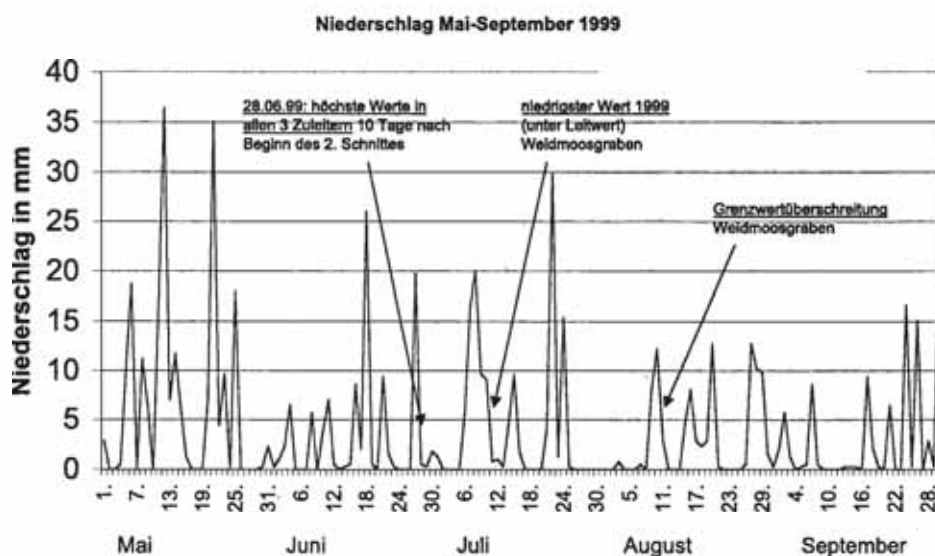


Abbildung 27  
Niederschläge Mai-September 1999

### 3.3.5.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wie eingangs erwähnt, kommen Überschreitungen der Leit- und Grenzwerte nur in den Zuleitern des Abtsees vor. Weid- und Haarmoosgraben weisen dabei sehr starke Schwankungen auf, wobei die Gesamtbelastung des Weidmoosgrabens am höchsten ist. Die Diagrammkurven für die beiden Zuflüsse zeigen annähernd synchrone Verläufe bei der Belastung durch Coliforme und Fäkalcoli. Im Gegensatz dazu ist die Belastung des Badhäuslgrabens konstant hoch, mit geringeren Schwankungsbreiten zwischen den einzelnen Werten und zeitlich unterschiedlichen Minima und Maxima bei Coliformen und Fäkalcoli. Die hohe Belastung mit Fäkalcoli im Badhäuslgraben kann nicht aus dem Eintrag von häuslichen Abwässern stammen, da die Ortsteile im Einzugsbereich des Badhäuslgrabens an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen sind. Eine denkbare Ursache ist ein Anwesen mit Geflügelhaltung direkt am Bach.

Der Einzugsbereich des Weidmoosgrabens ist vergleichsweise groß, mit zahlreichen Gräben und Drainagen, die in den Vorfluter münden. Die Ortsteile nördlich der St. 2103 sind bisher auf die hauseigene Abwasserentsorgung durch Güllegruben angewiesen. Die vorhandenen Gruben sind i. d. R. zu klein, um eine ausreichend lange Ausfäulung der häuslichen Abwässer zu gewährleisten (Dr. PFLIEGER 1999, mdl.). Anzustreben wäre die Entsorgung der Abwässer über gut gewartete Pflanzenkläranlagen der einzelnen Anwesen bzw. Ortsteile (RICHTER 1998).

Der Vergleich mit den Niederschlagswerten im Zeitraum Mai bis September 1997-99 macht deutlich, daß hohe Niederschläge nicht zwangsläufig zu einer erhöhten Belastung durch Keime führen. Hohe Werte treten jedoch fast immer in Zusammenhang mit Regenereignissen auf. Es liegt daher nahe, die Ursache für die hohe Keimbelastung auf anthropogenen Einfluß zurückzuführen, der durch Niederschläge lediglich zur Wirkung gebracht oder verstärkt wird.



Fundierte Aussagen zu der diskutierten Problematik könnten durch eine detaillierte, flurstücksbezogene Erfassung der Mahd- und Düngezeitpunkte und entsprechende Messungen in den Zuflüssen gemacht werden. Mit den vorliegenden Daten kann lediglich ein Trend festgestellt werden, der die Grundlage für entsprechende Hypothesen bildet.

Insgesamt ist eine seit 1990 gleichbleibend hohe Belastung der Zuflüsse mit Keimen zu konstatieren. Der Eintrag von tierischen coliformen Keimen aus den Drainagen im Einzugsgebiet ist dabei ein wesentlicher Faktor. Eine Reduzierung des Eintrages über die Drainagen wäre nur über eine komplette Extensivierung der Landnutzung möglich.

Nach gewässerhygienischen Gesichtspunkten wäre die derzeitige Belastung durch tierische Keime nicht mehr zu beanstanden. Kritischer Punkt bleibt weiterhin der anhaltende Eintrag von menschlichen Abwässern (Fäkalien), die humanpathogene Keime ent-

halten. Aus hygienischer Sicht ist deshalb die Eliminierung dieser Abwässer vordringliches Ziel.

#### **3.3.5.6 Problematik: Entenbilharziose**

Ein weiteres hygienisches Problem ist das Auftreten der Entenbilharziose. Dabei nutzen normalerweise auf Enten parasitierende Würmer den Menschen als Fehlwirt. Bei warmer Witterung vermehren sich Schnecken, die als Zwischenwirt für die Larven der Entenbilharziose dienen, überdurchschnittlich. Die hohe Zahl der daraus freigesetzten Larven findet nicht genügend Enten als Endwirte. Sie bohren sich deshalb „irrtümlich“ in die Haut von Menschen ein und rufen die sog. Badermatitis (= Badeallergie) hervor. Die Symptome sind starker Hautausschlag, verbunden mit hohem Fieber und Unwohlsein. Allerdings können sich die Larven in dem falschen Wirt nicht zum adulten Wurm entwickeln (SCHWOERBEL 1993).

#### 4. Leitbildfindung

Die gesetzliche Basis des Leitbildes besteht zum einen aus den Formulierungen in § 1 und 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG), die den Schutz, die Pflege und die Entwicklung

- der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, der Pflanzen- und Tierwelt und der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft

als Lebensgrundlage des Menschen und als Voraussetzung für seine Erholung in Natur und Landschaft zum Ziel haben.

Das Landesentwicklungsprogramm von Bayern fordert, „...die oberirdischen Gewässer als wesentliche Landschaftsfaktoren möglichst naturnah zu erhalten.“ (LEP BI 2.2.2). Naturnaher Erhalt bzw. Wiederherstellung der Oberflächengewässer bezieht sich dabei sowohl auf die Gewässergüte als auch auf die Gewässerstruktur.

Zusätzlich zu den genannten Grundlagen kann für den Abtsee ein spezifisches Leitbild formuliert werden, das sich aus den verschiedenen Nutzungsansprüchen aller Projektbeteiligten und der jeweils durch sie vertretenen Gruppen ergibt. Der Abtsee ist ein Bestandteil der Landschaft, der von vielen verschiedenen Interessengruppen „beansprucht“ wird. Eine einzelne Nutzung darf jedoch nicht so weit gehen, daß der See in seinem Gleichgewicht und damit seiner Funktion für andere oder seinem Bestand an sich gefährdet ist. Voraussetzung für diesen Zustand ist ein Konsens aller Nutzergruppen, die zwangsläufig eine teilweise Selbstbeschränkung mit sich bringt. Hintergrund aller Überlegungen zum künftigen Schutz des Sees müssen folgende Punkte sein:

- Der See ist Teil eines komplexen und vielfältigen Ökosystems, das aus sich heraus schützenswert ist.

Der See hat ein hohes landschaftsästhetisches Potential (auch als Teil der Erholungslandschaft).

Der See wird sehr gerne von Erholungssuchenden genutzt.

Der See ist als Fischereigewässer von Interesse für die Allgemeinheit.

Der See ist von hohem gemeinschaftlichem Interesse als Trinkwasserreservoir.

Das Einzugsgebiet des Abtsees wird seit Jahrhunderten landwirtschaftlich genutzt. Der Eintrag von Bodenteilchen und Nährstoffen aus der Nutzung, aus der geochemischen Grundfracht und den Niederschlägen ist ein stetig andauernder Prozeß, der langfristig zur Alterung des Sees, d.h. einer Erhöhung der Trophiestufe, führt. Die Alterung des Abtsees wurde durch menschlichen Einfluß in den letzten Jahrzehnten sehr stark beschleunigt.

Für die Zielsetzung und Festlegung künftiger Maßnahmen im Rahmen des „Projektes Abtsee“ ist es daher notwendig zu klären:

- Wie wäre der natürliche Alterungsprozess verlaufen?  
Welche Trophiestufe hatte der See vor Beginn des hohen anthropogenen Nährstoffeintrags?  
Wie lange wird es dauern, bis die eingeleiteten Maßnahmen zu einer ausreichenden Reduzierung des Nährstoffeintrags führen bzw. reichen die eingeleiteten Maßnahmen aus?

Durch die Diatomeenstratigraphie (KÖPF 1999) wurde ermittelt, daß der Abtsee ursprünglich ein mesotrophes Gewässer war. Leitbild ist deshalb die Wiederherstellung des mesotrophen Trophieniveaus und der entsprechenden Gewässerstruktur.

Die kritische Belastung mit Gesamtphosphor für den See beim Übergang vom mesotrophen zum eutrophen Gewässer liegt nach KLAPPER (1992, 79) bei  $\leq 0,3$  mg/l (Frühjahrszirkulation). Leitvorstellung ist die dauerhafte Reduzierung des Nährstoffgehaltes (Ges-P) auf  $\leq 0,027$  mg/l (vgl. Kap. 4.2.1) die langfristig zur Senkung des Trophieniveaus im See führt.

Der Abtsee ist wichtiger Teil einer über Jahrhunderte durch Bewirtschaftung entstandenen, wertvollen Kulturlandschaft im nördlichen Berchtesgadener Land. Leitbild ist deshalb der Erhalt bzw. die erneute Etablierung einer extensiven Grünlandwirtschaft im Einzugsgebiet des Sees, die gleichzeitig den Zielen des Natur- und Artenschutzes förderlich ist.

Als wichtiger Faktor für Tourismus und Erholung steht der See allen Nutzern offen. Leitbild ist ein nachhaltiger, auf ökologische Belange Rücksicht nehmender Erholungsbetrieb, der die langfristige Nutzung des Sees als Bade- und Fischereigewässer gewährleistet.

Die ökologischen und ökosystemaren Funktionen des Abtsees und seines Einzugsgebietes sind vielfältig. Er schafft Lebensraum für Pflanzen und Tiere und dient als Wasserspeicher bei Regenereignissen. Leitbild ist ein ökologisches Gleichgewicht innerhalb des Sees und in seinem Einzugsgebiet, das nicht durch Landnutzung oder sonstige Nutzungen beeinträchtigt wird.

#### 4.1 Diatomeenstratigraphie

##### 4.1.1 Methodik

Bei der Diatomeenstratigraphie wird anhand der im Sediment vorhandenen Arten der centrischen Kieselalgen auf den Zustand eines Gewässers rückgeschlossen. Sedimentpartikel werden entweder im See selbst gebildet, aus dem Umland eingeschwemmt oder über die Atmosphäre eingetragen. Sie sinken zu

Boden und bilden ein Archiv, aus dem Veränderungen im See über relativ lange Zeiträume ermittelt werden können. Physikalische, chemische, biologische oder anthropogene Einflüsse in der Geschichte des Sees können so nachvollzogen werden (LFW 1998).

Diatomeen (=Kieselalgen) sind als Bioindikatoren besonders gut geeignet, da ihre Schale aus amorphem Silicium sich im Sediment über lange Zeiträume erhält. Die einzelnen Arten sind an bestimmte Nährstoffverhältnisse im Gewässer gebunden (vgl. LFW 1996).

Für die Untersuchung wurde im Juli 1998 an der tiefsten Stelle des Sees ein Sedimentbohrkern (31 cm Länge) entnommen und in 1 cm dicke Teilschichten geschnitten und verpackt. Die Datierung der Schichten im Bohrkern erfolgte über die Untersuchung des Nuklids  $^{137}\text{Cs}$  durch das Landesamt für Umweltschutz. Man geht davon aus, daß sich die Kernwaffentest von 1963 und der Tschernobyl-Reaktorunfall von 1986 als erhöhte  $^{137}\text{Cs}$ -Werte im geschichteten Seesediment zeigen. Eine weitere Detaillierung dieser Meßmethode erfolgt hier nicht. Durch die Datierung der Sedimentschichten kann jede Veränderung, z.B. des Trophiezustands, zeitlich eingeordnet werden.

Für die Untersuchung der Diatomeen in den einzelnen entnommenen Straten muß das Sediment

zunächst mit Wasserstoffperoxid und später mit Kaliumdichromat oxidiert werden. Anschließend werden mit etwas Salzsäure die Kalkreste aufgelöst und das Material mit destilliertem Wasser gewaschen. Für die Herstellung der Präparate wird wenig gelöstes Material auf einen Objektträger getropft und in Naphrax eingebettet. Für die Auswertung werden pro Sedimentschicht mindestens 500 Schalenhälften der Präparate nach Arten ausgezählt und in relative Häufigkeiten umgerechnet.

#### 4.1.2 Ergebnisse

Bei der Datierung wurde ein Maximum des Nuklids  $^{137}\text{Cs}$  in 7-8 cm Tiefe festgestellt (=1986) sowie erhöhte Werte in einer Tiefe von 30-31 cm (=1963). Die Sedimentationsrate im Abtsee betrug in den letzten 40 Jahren ca. 0,9 cm/Jahr.

Es wurden insgesamt 17 Arten der centrischen Kieselalgen sowie eine Sammelgruppe mit verschiedensten pennaten Arten festgestellt. Die beiden Arten *Stephanodiscus minutulus* und *Cyclotella pseudocomensis* erreichten Häufigkeiten von über 50% und weitere drei Arten (*Cyclotella c.f. gordonensis*, *Cyclotella ocellata*, *Asterionella formosa*) über 10%. Die beiden Hauptarten markieren durch ihre Ökologie den Übergang des Abtsees vom mesotrophen in den eutrophen bis hypertrophen Zustand (vgl. Abbildung 28).

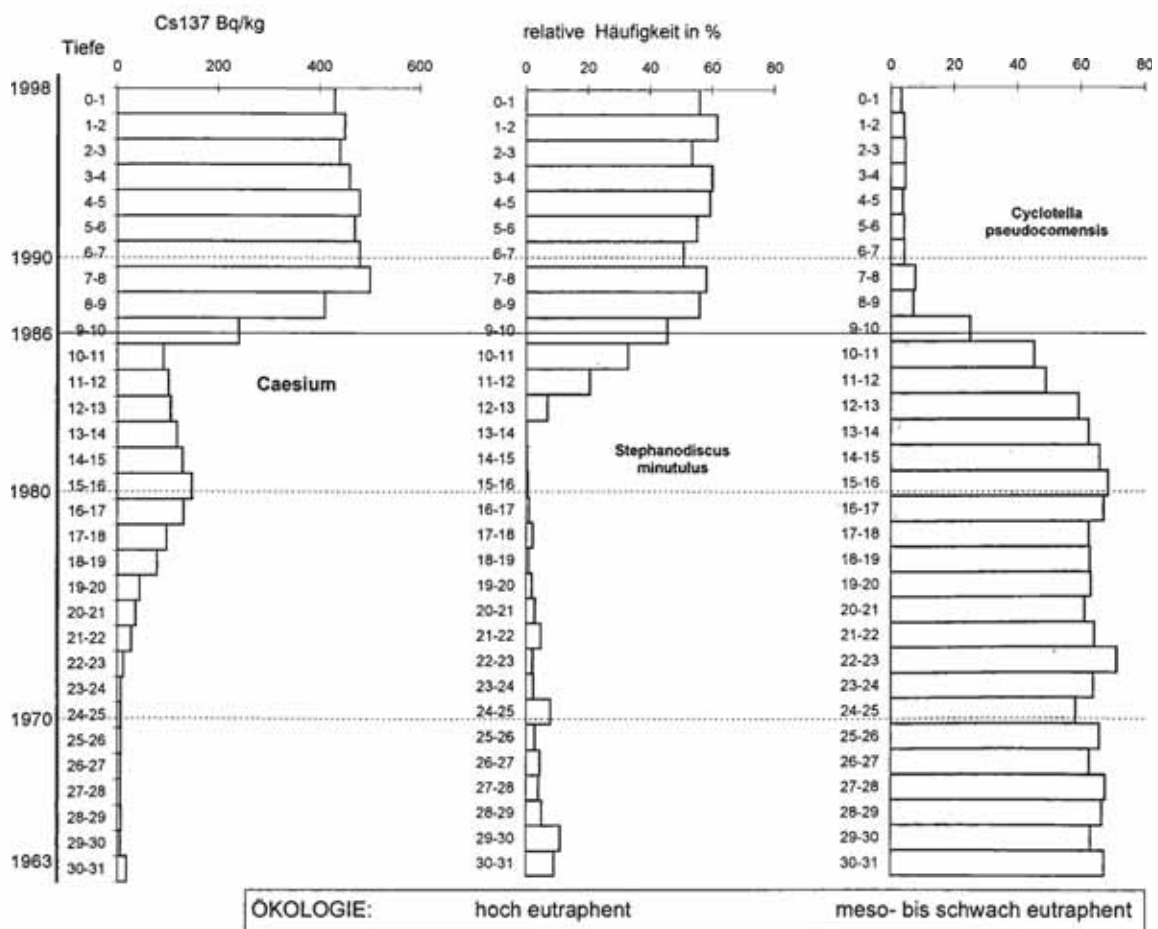


Abbildung 28 Die zwei Hauptarten des Abtsees mit Häufigkeiten und Datierung (KÖPF 1999)



In einer Tiefe von 9-11 cm im Sedimentkern wird die bis dahin vorherrschende meso- bis schwach eutraphente Art *Cyclotella pseudocomensis* abgelöst von der hoch eutraphenten Art *Stephanodiscus minutulus*. Diese Aussage zur Trophieänderung zu Beginn der 80er Jahre wird unterstützt durch das Ergebnis bei den anderen Arten. Fast alle der 12 festgestellten sonstigen Arten neben der Leitart *Cyclotella pseudocomensis* sind oligo- bis mesotraphente Arten, die zwischen 1980 und 1986 beinahe vollständig ausfallen und durch eutraphente Arten ersetzt werden (vgl. Abbildung 28).

In der Zeitspanne von 1963 bis 1980 und nach 1986 zeigen sich keine Veränderungen in der Gesellschaft der Diatomeen, die auf eine Änderung des Nährstoffangebotes hinweisen könnten.

#### 4.2 Entwicklung eines Prognose-Modelles nach Vollenweider

##### 4.2.1 Vollenweider-Modell

VOLLENWEIDER (1979) führt den Begriff des Nährstoffbelastungskonzeptes ein. Es ergibt sich aus der Betrachtung des Gewässers als offenes System, dessen Stoffumsatz durch die Balance von Stoffzufuhr und Stoffverlust als Ergebnis eines dynamischen Gleichgewichtes bestimmt wird. Von Bedeutung dabei sind interne Umsetzungsbeziehungen zwischen einzelnen Systemkomponenten des Sees, ihre Dynamik zueinander und externe Einflüsse in organischer und anorganischer Form. Zur Veranschaulichung der Wechselwirkungen und zur Prognose des Zustandes entwickelte Vollenweider ein Modell, mit dessen Hilfe eine Quantifizierung der Beziehung zwischen Nährstoffbelastung und Gewässerproduktivität möglich ist. Das Ergebnis der Modellberechnung drückt die Relation zwischen Belastung und mittlerer Phosphorkonzentration im Gewässer aus. In einem Ende der 70er Jahre von der OECD durchgeführten Unter-

suchungsprogramm ist bekannt, „...daß die Phosphorbelastung und nicht die Stickstoffbelastung das Produktionsniveau eines Gewässers bestimmen.“ (VOLLENWEIDER 1979, 49)

Die beiden Fragestellungen, die, bei allen Unsicherheiten, die ein solches Modell umfaßt, mit dem Vollenweider-Modell für den Abtsee beantwortet werden können, lauten:

- Wie hoch darf die externe Phosphorbelastung sein, damit sich der See in den gewünschten mesotrophen Zustand „zurückentwickelt“? Wie lange wird die Rückentwicklung dauern, bei einer gegebenen, nicht weiter reduzierbaren, externen Phosphorbelastung?

Vollenweider (1976) geht davon aus, daß ein See bei einem P-Gesamt-Gehalt von 10-20 µg/l während der Frühjahrszirkulation vom oligo- in den mesotrophen Zustand übergeht. Dies wird als kritische P-Konzentration im See bezeichnet [(P)c].

Die P-Zufuhr aus dem Einzugsgebiet, die der See gerade noch toleriert, bevor er von oligotroph zu mesotroph wechselt, wird als kritische Belastung von außen (Lc) bezeichnet.

Die Berechnung von Lc erfolgt unter Berücksichtigung folgender Parameter:

v = Volumen

z = mittlere Tiefe

Qa = Jahresabfluß

Tw = theoretische Wassererneuerungszeit

Theoretische Wassererneuerungszeit:  $T_w = \frac{v}{Q_a}$

Sedimentationsfunktion:  $\sigma_p = \frac{10}{z}$

Kritische Konzentration: (P)c = 10-20 mg [P/m<sup>3</sup>]

Kritische Belastung:  $(L_c) = (P)c \frac{z}{T_w} + z \sigma_p$

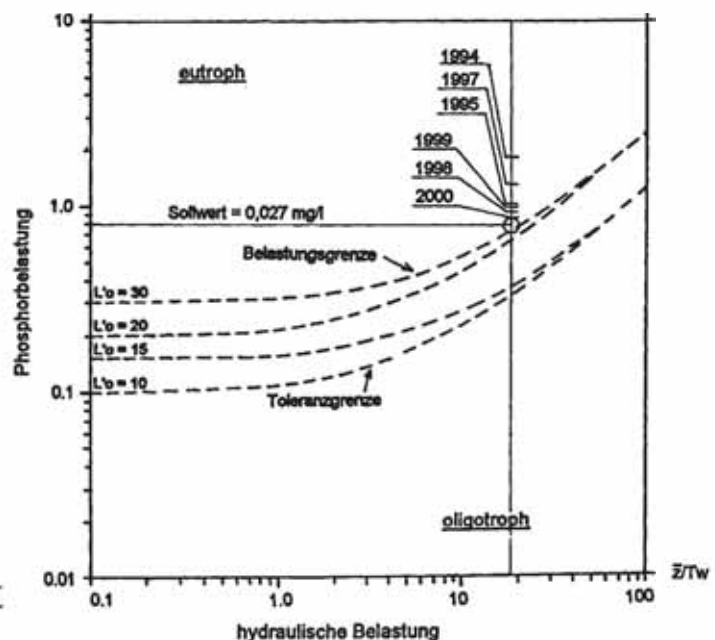


Abbildung 29  
Trophiezustand des Abtsees nach VOLLENWEIDER (1976)

Setzt man für 10-20µg/l die Konzentration von Ges-P während der Frühjahrszirkulation ein, kann man die Oberflächenbelastung des Gewässers mit Phosphor abschätzen. Ein See, dessen Phosphorzufuhr beim 2 fachen von (Lc) liegt, ist vermutlich eutroph. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in der nachfolgenden Abbildung für die Jahre 1994 bis 2000 dargestellt.

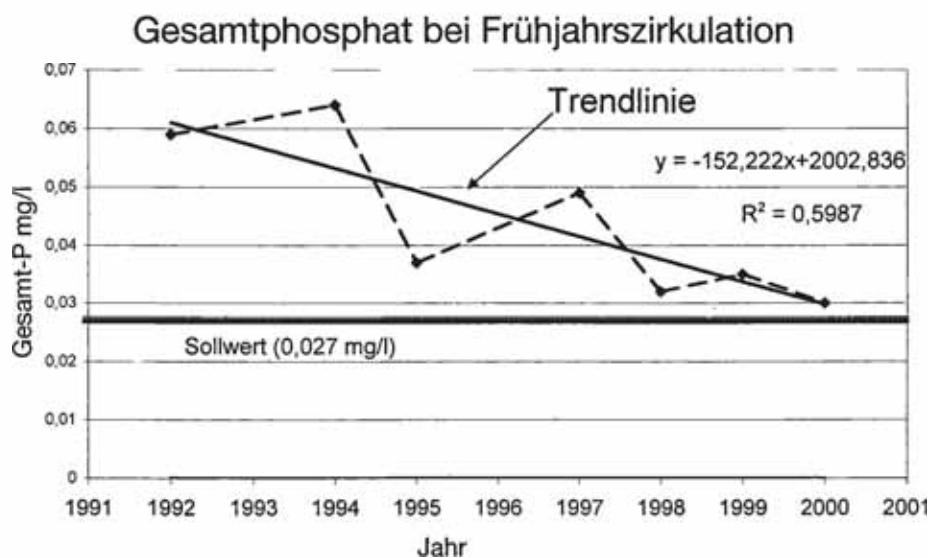
Setzt man den Wert des Grenzbereiches bei vorgegebener hydraulischer Belastung (= 29,13) und der P-Zufuhr durch die Zuleiter Badhäuslgraben, Roßgraben und Gaberlbach in die Gleichung ein, so erhält man einen Sollwert für die Konzentration von Ges-P während der Frühjahrszirkulation von 0,027 mg/l. Dies stellt den kritischen Wert Lc der Phosphorbelastung für den Abtsee dar.

Der Sollwert stellt gleichzeitig die ungefähre Grenze für den Übergang vom eutrophen zum mesotrophen Gewässer dar, d.h. den Wert, den der See gerade noch tolerieren würde, bevor er in eutrophen Zustand übergeht. Allerdings ist jeder See individuell zu betrachten in Abhängigkeit von anderen Parametern,

wie dem Rückhaltekoeffizienten, etc. Jeder See kann deshalb nach einer von der OECD entwickelten Methode geschätzt werden in bezug auf die Wahrscheinlichkeit, mit der der See bei Erreichen eines errechneten Sollwertes als oligo-, meso- oder eutroph einzustufen ist (JANUS et al. 1984). mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% als mesotroph einzustufen (oligotroph 8%, eutroph 18%) (MANHART 1998).

Aus der folgenden Grafik ist ein deutlicher Abwärtstrend bei der Phosphatbelastung des Abtsees abzulesen, der, wie die Kurve zeigt, jedoch nicht konstant und linear nach unten verläuft. Die Trendlinie wird deshalb als Kurve mit abnehmender Steigung verlaufen. D.h. das Erreichen des Sollwertes und damit der Phosphorkonzentration, die mesotrophe Produktionsverhältnisse im See bedeutet, wird bei gleichbleibender P-Belastung erst in ca. 10 Jahren erreicht sein.

Für den Zeitraum von 1994 bis 2000 ergibt sich folgender Trend:



**Abbildung 30**

**G-Phosphat bei Frühjahrszirkulation nach VOLLENWEIDER-Modell**

## 5. Umsetzung

### 5.1 Bilanz der bisher durchgeführten Maßnahmen

Die 1979 im Kreistag bei der Beschlußfassung des LSG „Abtsee“ zu hörenden Stimmen „Diese Landschaft darf nicht völlig dem Verbrauch preisgegeben werden.“ (UNB 1999) formulierten sehr grob, daß am Abtsee etwas passieren mußte. Die Ergebnisse einiger wissenschaftlicher Untersuchungen im Lauf der 70er und 80er Jahre führten zur Formulierung erster Ziele zur Reduzierung des Nährstoffeintrags in den See. Mit der Durchführung der ersten Maßnahmen wurde in den 80er Jahren begonnen.

Bis 1983 wurde beispielsweise über das Modell diskutiert, alle Zuleiter am See vorbei direkt in den Schinderbach abzuleiten. Der See wäre damit komplett ohne Frischwasserzufuhr gewesen. Dieses Ansinnen stieß allerdings auf heftigen Widerstand der Unteren Naturschutzbehörde.

Die von MELZER & SIRCH 1983 durchgeführte Untersuchung zur Makrophytenvegetation des Abtsees bestätigte indes die mittlerweile hohe Eutrophierung des Sees und den akuten Handlungsbedarf zur Reduzierung der Nährstoffeinträge.

Ein Besuch des Ausschusses für Landesentwicklung und Umweltfragen des Bayerischen Landtages am 21.05.85 in Laufen erhöhte noch einmal den politischen Stellenwert des LSG Abtsee. Bei der Visite wurde der aktuelle Zustand des Sees angesprochen sowie auf erkennbare Schäden, v. a. durch den Erholungsverkehr hingewiesen. Die Forderungen, die sich dadurch zur Sanierung ableiteten, umfassen:

- die starke Drosselung der Nährstoffzufuhr aus dem Umland,
- die Reduktion von Düngemaßnahmen im Seeumgriff sowie im Einzugsgebiet der Zuleiter,
- die Vorklärung der Seezuflüsse, und
- die Regulierung des Badebetriebes am Seeufer.

Um den Maßnahmen zur Sanierung des Sees eine breitere wissenschaftliche Basis zu geben, war die Durchführung weiterer Untersuchungen geplant:

- Spurenelemente + organische Substanzen im Einzugsgebiet
- Untersuchung der Seesedimente
- Phyto- und Zooplankton des Abtsees

Am 29.11.85 stellte die SPD-Fraktion im Kreistag den Antrag, ein „Seesankonzept“ erstellen zu lassen, unter Beteiligung aller zuständigen staatlichen Stellen. Eine Reihe von Untersuchungen hatte gezeigt, „...daß der Abtsee eine bedenkliche Wasserqualität aufweist.“ (Antrag SPD-Fraktion vom 5.12.85).

Die Landwirtschaft nahm im „Projekt Abtsee“ von Beginn an eine Schlüsselrolle und gleichzeitig eine sehr umstrittene Position ein. Der intensiven Nutzung des EZG wurde der größte Anteil am Nährstoffeintrag in den See zugeschrieben. Erfolgreiche Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstofffracht der Gewässer mußten daher zuerst im Aktionsbereich der Landwirtschaft stattfinden. Die Positionen von Tourismus, Naturschutz und Landwirtschaft in bezug auf die Vorgehensweise waren zu Beginn der 80er Jahre noch sehr konträr. Als übergeordnete Ziele, die breite Zustimmung fanden, lassen sich formulieren:

- Bereich Landwirtschaft: Minimierung der Emission von Nährstoffen und Keimen im Einzugsgebiet des Sees
- Bereich Abwasser: Minimierung des Eintrags von Keimen und Nährstoffen in die Vorfluter und den See
- Bereich Tourismus: Erhaltung des Sees als Bade- und Fischgewässer

#### 5.1.1 Bereich Landwirtschaft

##### 5.1.1.1 Hofbegehung 1983-85

Alarmiert durch die schlechte Wasserqualität im Abtsee, wurden von 1983 bis 1985 gemeinsam vom LRA BGL und WWA Traunstein 121 Anwesen im See-Einzugsbereich überprüft. Dabei untersuchte man die Art der Abwasserbeseitigung sowie die Lagerkapazität für Gülle. Es wurden zahlreiche Mängel in bezug auf die Abwassersituation festgestellt, die innerhalb von 2 Jahren beseitigt waren (AUER 1988, 26). 1988 erfolgte die Beseitigung häuslicher Abwässer von noch 22 Anwesen nach dem Durchlaufen der Hauskläranlagen ohne Phosphatfällung über den Vorflutgraben (vgl. Kap. 2.3.2.1).

Die Lagerkapazität für Gülle war nur bei 28 von 73 Jauchegruben ausreichend, 29 Gruben hatten 40-80% der benötigten Kapazität, 12 Gruben 2-39% der Kapazität. Das Ergebnis signalisierte dringenden Handlungsbedarf für den Bau von zusätzlichem Güllerraum.

##### 5.1.1.2 Erhebung landwirtschaftlicher Kennziffern im EZG 1991

Eine weitere Erhebung von wichtigen Kennziffern der landwirtschaftlichen Betriebe im Einzugsgebiet erfolgte 1991 durch das AfLuE, Laufen. Von 96 Betrieben mit Flächen im Einzugsgebiet nahmen 93 an der freiwilligen Erhebung teil. Es wurden Parameter zu folgenden Themenbereichen erfragt:

Wirtschaftsdünger (vgl. Kap.5.1.1.3)

Phosphatbilanz im Boden (vgl. Kap.5.1.1.5)



### 5.1.1.3 Reduzierung des Wirtschaftsdüngers

Tabelle 29

Bilanz für Wirtschaftsdünger im EZG 1991

Die Bilanz für Wirtschaftsdünger im Einzugsgebiet von 1991 lautete:

	Festmistbetriebe	Güllebetriebe	Mischbetriebe
Zahl der Betriebe (in %)	20 (21,7%)	53 (57,6%)	19 (20,7%)
gehaltene GV	673	2853	o. A.

Tabelle 30

Bilanz der Gülleerzeugung und Lagerkapazität 1991

Die Mehrheit der Betriebe erzeugt Gülle als wirtschaftseigenen Dünger mit folgender Lagerkapazität:

	Menge in m <sup>3</sup>
Jährlich anfallende Güllemenge (24m <sup>3</sup> /GV)	68.472
Jährlich anfallende Jauchemenge (4m <sup>3</sup> /GV)	5.384
Anteil der Hausabwässer in Güllegrube	4.510
Sonstige Abwässer (Milchkammer, etc.)	2.312
<b>Summe</b>	<b>80.678</b>
benötigter Lagerraum für 6 Monate	40.339
vorhandener Lagerraum	31.490
theoretische Fehlmenge	8.849
tatsächliche Fehlmenge	10.083

Die Befragung ergab eine Fehlmenge von 10.000 m<sup>3</sup> Lagerraum für Gülle (durchschnittlich 99 m<sup>3</sup> pro Anwesen). Die kürzeste Lagerzeit betrug 1,9 Monate, die längste 19 Monate. Bis 1994 wurden 5.000 m<sup>3</sup> Lagerraum neu gebaut, weitgehend gefördert durch das von 1985 bis 1994 laufende „Güllegrubenprogramm“ des Landwirtschaftsministeriums. Die durchschnittliche Lagerungsdauer erhöhte sich dadurch von 4,7 Monaten (1991) auf 5,4 Monate (1994). Außerdem wurde eine sog. „Gülleraumbörse“ organisiert, durch die freie Lagerkapazität an an-

dere Landwirte vermittelt werden kann. Das Ausbringen von Gülle in der vegetationsarmen Zeit entfällt dadurch (AfLuE, 10/94).

#### 5.1.1.4 Phosphatversorgung der Böden

Für 950 ha (=ca. 72%) landwirtschaftlicher Nutzfläche im EZG lagen Bodenuntersuchungen vor, durchgeführt von zwei autorisierten Labors. Regelmäßige Bodenuntersuchungen werden durch die Düngeverordnung und das Kulturlandschaftsprogramm vorgeschrieben. Die Einteilung in Versorgungsstufen ergab folgendes Ergebnis:

Tabelle 31

Phosphatversorgung der Böden (AfLuE 1992)

Versorgungsstufe 1991	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch
Grünland	149	325	178	77	19
Ackerland	11	65	100	25	2
% der LF	17	41	29	11	1

Die allgemeinen Düngeempfehlungen geben für die landwirtschaftliche Nutzung von Flächen an, nach Möglichkeit die Versorgungsstufe „C“ anzustreben. Demnach wäre für 58% der Flächen bei der Düngung ein Zuschlag zum Entzug möglich gewesen. Die Höhe des Zuschlags ist für Acker und Grünland

unterschiedlich und lag zwischen 20 und 90 kg/ha (LBP 1997).

Ein Vergleich der Bodenuntersuchungen von 1991 und 1994/5 läßt die Tendenz zur Verringerung des Nährstoffdargebots im Boden erkennen:

Tabelle 32

Versorgungsstufe der Böden im EZG (AfLuE 1992)

Versorgungsstufe	niedrig	mittel	hoch	sehr/extrem hoch
% der LF	17	41	29	12
% der LF	42	34	14	10

Seit 1996 gelten niedrigere Zuschlagssätze und Bewertungsgrenzen (LBP 1997), so daß der Versorgungsgrad der Böden heute durchweg höher zu bewerten wäre als im Jahr 1991.

### 5.1.5.5 Phosphatbilanz

Ziel einer Nährstoffsaldierung ist es, einen Überblick über die Summe der Zu- und Abflüsse zu gewinnen.

„Ein positiver Saldo weist auf Nährstoffanreicherung oder Nährstoffverluste der Böden, möglicherweise Umweltbelastung, hin. Ein negativer Saldo zeigt den Abbau von Vorräten an.“ (LBP 1997, 13). Für die Saldierung im EZG des Abtsees wurde der Berechnungsansatz auf „Hoftor-Basis“ gewählt. Vorteil der Methode ist die Bilanzierung mit genauen Zahlen\*).

#### Nährstoffzufuhr (Angabe in kg/ha)

durch: Zukauf von Mineraldünger

- Viehzukauf
- Futtermittel
- symbiotische N-Bindung
- sonstige organische Dünger

#### abzüglich Nährstoffabfuhr

durch: Verkauf an pflanzlichen und tierischen Produkten

Abgabe eigener organischer Dünger

= **Bruttosaldo**

Beim zweiten Ansatz auf „Feld-Stall-Basis“ wird der Verlust von Nährstoffen über Boden und Tiere geschätzt und mit eingerechnet. Dadurch ergeben sich nur relativ genaue Werte. (LBP 1997, 13)

Die Phosphatbilanz des durchschnittlichen „Abtsee-Betriebes“ sah 1991 folgendermaßen aus:

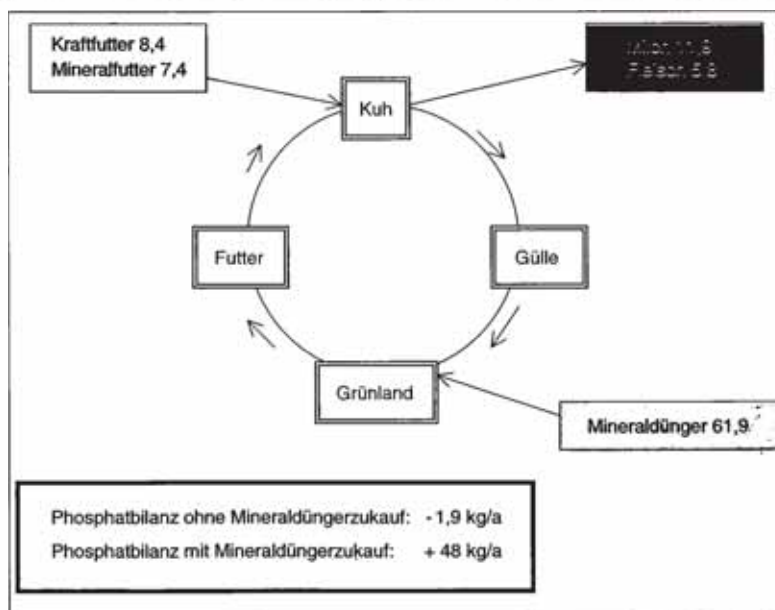


Abbildung 31

Phosphatbilanz des durchschnittlichen Abtsee-Betriebes 1991

Die Phosphatbilanz des durchschnittlichen Abtsee-Betriebes ist bei einem Viehbesatz von 2,28 GV/ha ohne Zukauf von Mineraldünger fast ausgeglichen. Die über Milch und Fleisch aus dem Betrieb abfließenden Nährstoffmengen werden über zugekauftes Mineral- und Kraftfutter bis auf einen Fehlbetrag von 1,9 kg/ha/a ausgeglichen.

Bezieht man das über Mineraldünger ausgebrachte  $P_2O_5$  in die Bilanz ein, ergibt sich unter Berücksichtigung der verschiedenen Versorgungsstufen der Böden ein Bilanzüberschuß von 48 kg/ha/a. Die Überversorgung liegt in einem Bereich von -7 bis +165 kg/ha/a.

Die Gesamtbilanz 1991 in absoluten Zahlen für das Einzugsgebiet lautet:

Tabelle 33

Gesamt-Phosphatbilanz für das EZG 1991 (AflUE 1992)

	kg $P_2O_5$	kg P
Einträge		
Zukauf Futtermittel	24.233	10.662
Zukauf Vieh		
Zukauf Mineraldünger	85.016	37.407
Abwässer	314	138
Einträge insgesamt	109.563	48.207
Austräge		
Milch, Fleisch	25.407	11.179
Einträge – Austräge	84.156	37.028
Überversorgung/ha	54,6	24

Die Berechnung der „Hofor-Bilanz“ wird vom AflUE seit 1991 bei jährlich schwankender Teilnehmerzahl durchgeführt (bisher 270 Betriebe). Die fol-

gende Abbildung gibt Aufschluß über die Entwicklung der Nährstoffbilanz in den vergangenen 9 Jahren.

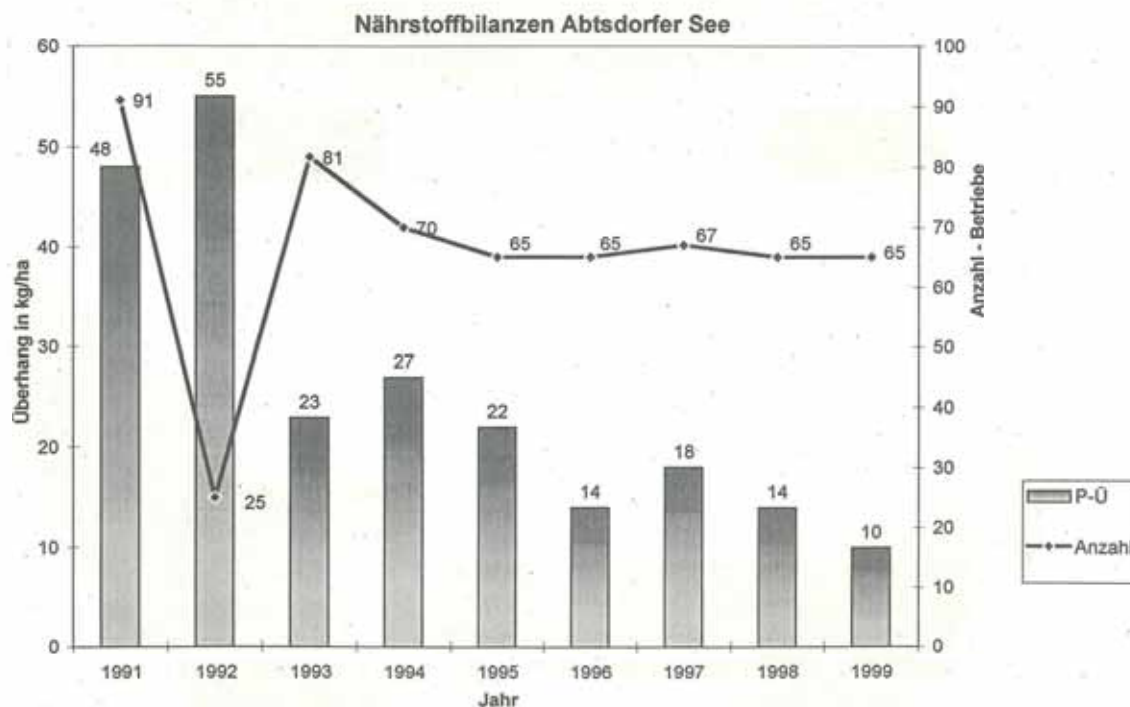


Abbildung 32

Nährstoffbilanz im EZG Abtsee 1991-1999 (AflUE 2000)



### 5.1.1.6 Flurbereinungsverfahren

Im EZG des Abtsees wurden in den 80er Jahren zwei Flurbereinungsverfahren durchgeführt, Saaldorf II und Leobendorf II. Die Maßnahmen des Verfahrens Saaldorf II wurden 1987 abgeschlossen. Entgegen der ursprünglichen Planung, große Teile des Haarmos zu dränieren, wurden am Ende nur Bedarfsdränierungen von einzelnen Naßstellen in Intensivwiesen durchgeführt. Die vorgesehenen Systemdränierungen wurden aufgrund der Novellierung des BayNatschG 1982 nicht mehr ausgeführt (AUER 1988). Die beiden Zuleiter Fürschling- und Badhäuslgraben wurden teilweise naturnah ausgebaut, letzterer teilweise aber auch verrohrt. Außerdem wurden drei Reaktionsteiche bei Kemating, Leustetten und Abtsdorf angelegt.

Im Frühjahr 1988 wurde die nach der o.g. Novellierung des Naturschutzgesetzes neu entworfene Planung für das Flurbereinungsverfahren Leobendorf II mit folgenden Maßnahmen genehmigt (AUER a.a.O.):

- Anlage von Reaktionsteichen am Zusammenfluß Gaberlbach/Weidmoosgraben und östlich von Röderberg
- Ausbesserung bzw. Neuanlage von Betonrohrleitungen (Röderberg)
- Räumung und Sanierung ausgewählter offener Gräben

Im Rahmen der beiden Flurbereinungsverfahren wurden für das gesamte Einzugsgebiet Bodenuntersuchungen durchgeführt (vgl. Kap. 5.1.1.4).

### 5.1.1.7 Förderprogramme des Naturschutzes

1983 erfolgte die Verabschiedung des BayNatschG mit der 6d-Klausel, die alle Feucht- und Trockenstandorte gemäß Art. 6d besonders schützt. Eine weitere Dränierung im Haarmos bzw. die Umleitung aller Zuleiter für den Abtsee wurde damit ausgeschlossen. Gleichzeitig wurde die Möglichkeit geschaffen, die Bewirtschaftung der Feuchtflächen über den Erschwernisausgleich finanziell zu unterstützen. Dies kam zentralen Flächen im Haarmos zugute.

Durch Förderprogramme der Landwirtschaft und des Naturschutzes wird der Kauf von Flächen sowie die extensive Nutzung von Flächen finanziell gefördert. Die Finanzmittel stammen aus folgenden Quellen:

Vertragsnaturschutzprogramm	Land Bayern + EU
Landschaftspflegeprogramm	Land Bayern
Flächenkauf	Land Bayern, Bezirk, Landkreis BGL, Verbände

#### Flächenkauf:

Ab 1984 erfolgte der Ankauf von Flächen im Haarmos durch den LBV (17 ha) und BN (3 ha) zur extensiven Bewirtschaftung bzw. Brachflächenbewirtschaftung. Heute sind rund 60 ha im Besitz der verschiedenen Naturschutzverbände (UNB 1999).

#### Vertragsnaturschutzprogramm:

Ziel des bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms ist es, die oftmals aus traditioneller bäuerlicher Bewirtschaftung entstandene Lebensraumvielfalt eines Gebietes durch weiterhin naturschonende Nutzung zu erhalten. Im Vertragsnaturschutzprogramm sind seit 1995 acht einzelne bis dahin geltende Naturschutzprogramme zusammengefaßt, u. a. die im EZG des Abtsees angewendeten Programme:

- Wiesenbrüterprogramm
- Uferrandstreifenprogramm
- Programm zum Schutz von Acker- und Wiesenrandstreifen

Das Haarmos ist Lebensraum für bedrohte Wiesenbrüter. In den Jahren 1984/85 konnten für 62% der Fläche Bewirtschaftungsverträge mit Landwirten im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms abgeschlossen werden, davon

- mit eingeschränkter Grünlandnutzung (2x mähen) 498 Tagwerk
- mit absoluter Extensivnutzung (1x mähen) 210 Tagwerk

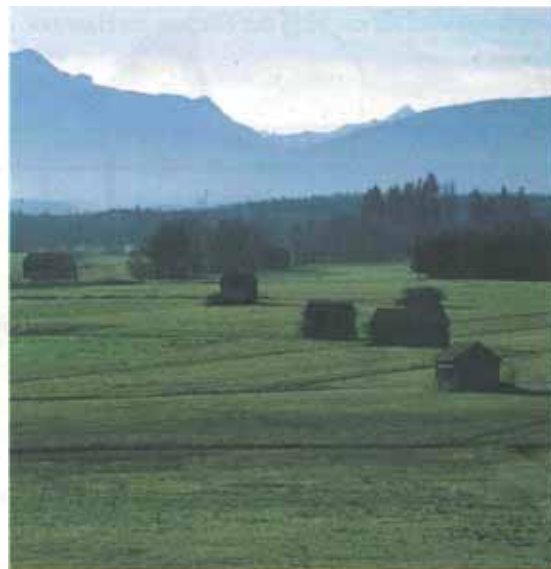


Foto 3

Landschaftlicher Eindruck aus dem Haarmos

1987 wurde aufgrund von ständigen Störungen durch Spaziergänger und vor allem durch freilaufende Hunde ein Wegegebot für das Haarmos erlassen, d.h. das Gebiet darf seither nur auf den drei gekennzeichneten Wegen betreten werden. Der Erfolg der Maßnahme wird aus fachlicher Sicht als sehr gut beurteilt. Die Zahl der Brutpaare des Großen Brachvogels von 3-4 Paaren auf jetzt 10-12 stellt das Maximum für die Fläche im Haarmos dar. Ähnliches gilt für andere Tierartengruppen (vgl. Forschungsbericht 2, ANL 1998).

Ab 1986 wurde erstmals das **Gewässerrandstreifenprogramm** im Einzugsgebiet angewandt. Dabei konnten 13 Tagwerk miteinbezogen werden. Ziel war

es, den Eintrag von Dünger, Pestiziden und Herbiziden in Oberflächengewässer durch einen 10-15 m breiten nicht bewirtschafteten Streifen entlang von Bächen oder Seen zu reduzieren.

Das **Acker- und Wiesenrandstreifenprogramm** wurde 1988 auf rund 5 ha Fläche im Haarmoos angewandt. Ziel des Programms war der Erhalt und die Förderung von seltenen und gefährdeten Ackerwildkräutern, die Erhöhung der Strukturvielfalt und die Neuschaffung von Ackerbrachen.

**Erschwernisausgleich:**

Durch die Novellierung des BayNatschG wurde die Möglichkeit geschaffen, die Bewirtschaftung von Feuchtflächen finanziell zu unterstützen. Der Erschwernisausgleich für Feuchtflächen ist aufgrund der gesetzlichen Regelung im Bayerischen Naturschutzgesetz nicht in das Vertragsnaturschutzprogramm einbezogen worden. Er wird weiterhin im Rahmen einer eigenen Richtlinie vollzogen. Eine Fläche wird nach den Kriterien des Erschwernisausgleich gefördert, wenn >50% der Fläche 13d-Charakter hat. Frühester Mahdtermin ist der 1. September. Die Förderung nach den Kriterien des Erschwernisausgleich wird für ca. 50% der Flächen im Haarmoos gewährt.

**Landschaftspflegeprogramm:**

Flächen auf denen besondere Artenschutzziele verfolgt werden (z.B. Mahd für Wiesenbrüter am 31.05.) oder deren Bewirtschaftung schwierig ist (z.B. streifenweise Mahd oder Mahd nach dem 1.10.), werden als Pflegemaßnahmen nach dem Landschaftspflegeprogramm gefördert. Die Förderung nach LPP betrifft rund 20-25 ha Fläche im Haarmoos.

**5.1.1.8 Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)**

**KULAP Teil A: Förderung einer regionalspezifischen gewässerschonenden Landbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Oberflächengewässern**

**Maßnahme 4e: „Seenprogramm“:**

Das „Seenprogramm“ wurde 1994 ins Leben gerufen. Es war konzipiert als Modellprojekt für den Abtsee und wurde 1995 auf ganz Bayern ausgeweitet, bei einer gleichzeitigen Anhebung der Fördersätze. Von 70-75 Betrieben im EZG wurden von 1994-99 36 Förderanträge gestellt mit einem Gesamtvolumen von DM 33 000/Jahr. Für die Mehrzahl der Betriebe beläuft sich die Förderung allerdings nur auf insgesamt auf DM 300-400/Jahr, da ein einzelner Betrieb im EZG sehr große Flächen einbringt.

**Tabelle 34**

**KULAP-Kriterien (Teil A), Quelle: AfLuE, Laufen**

Kriterien	Höhe der Förderung
im Grünlandbereich:	
Verzicht auf den Einsatz jeglicher Düngung und flächendeckenden Pflanzenschutz sowie ein Weideverbot im Bereich des Uferandstreifens (15 m).	
Stufe 1: Schnittzeitpunkt ab dem 01. Juni	700 DM je ha und Jahr
Stufe 2: Schnittzeitpunkt ab dem 15. Juni	800 DM je ha und Jahr
Stufe 2: Schnittzeitpunkt ab dem 01. Juli	900 DM je ha und Jahr
im Ackerbereich:	
Verzicht auf den Einsatz jeglicher Düngung und jeglichen Pflanzenschutz, mind. 5 m breiter Grünlandstreifen zwischen Acker und Gewässer	650 DM je ha und Jahr

**KULAP Teil C: Gestaltung der Kulturlandschaft  
Maßnahme D: Umwandlung von Acker in Grünland**

Die Umwandlung von Acker in Grünland ist im Einzugsbereich des Abtsees von Bedeutung für hängige Lagen mit Maisanbau und einige Moorflächen. Der Phosphateintrag von Maisäckern ist im Vergleich zu den anderen Nutzungen am höchsten. 1995 wurde das Programm auf 9 ha angewendet, 1999 waren es bereits 14,75 ha. Die Förderung beträgt einmalig DM 2 500 je ha und Jahr. Aufgrund der hohen EU-Sub-

ventionen für Maisanbau ist die Umwandlung von Acker in Grünland für Landwirte finanziell nicht sehr attraktiv.

Das „Seenprogramm“ wurde im Jahr 2000 um einen Punkt ergänzt: Massnahme K57, die eine Mahd der Randstreifen ohne Vorgabe des Schnittzeitpunktes erlaubt, jedoch ohne Düngung derselben.

Einige Landwirte im Bereich Abtsee, die bisher das Extensivierungsprogramm für Randstreifen in Anspruch genommen haben (mit Vorgabe Schnittzeit-



# Einzugsgebiet Abtsee

## KULAP - Flächen (Stand 1996)

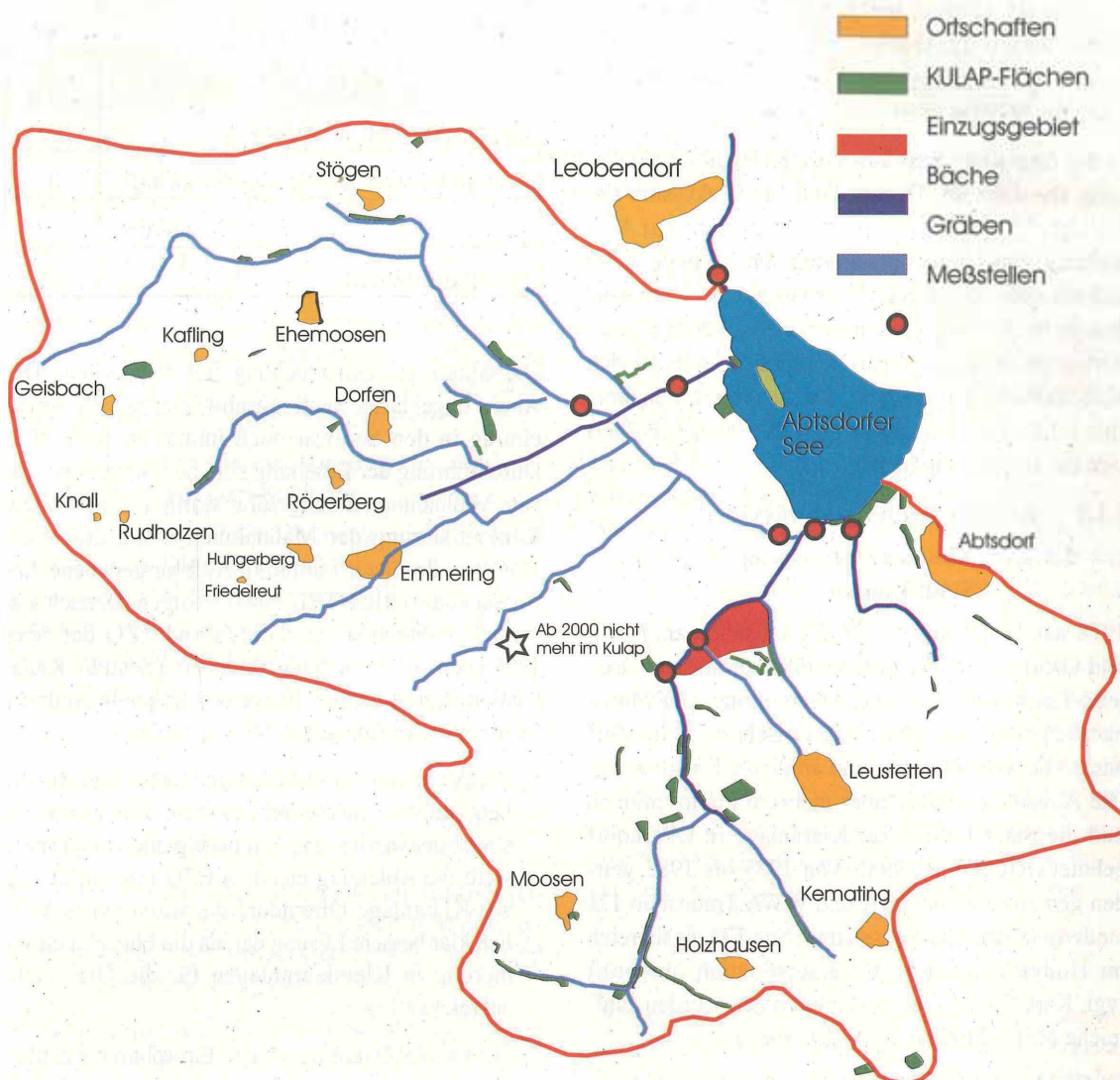


Abbildung 33  
KULAP-Flächen, Stand 1996

punkt, ohne Düngung), haben bisher umgestellt. Allerdings laufen erst 2001 die meisten Verträge aus. Dann wird sich zeigen, welche Variante die Landwirte bevorzugen.

Die Landwirte aus der Ortschaft Leustetten sind bereits komplett aus dem Programm ausgestiegen (AfLuE, Laufen, 2000, mdl.). Davon betroffen sind ca. 4 ha Fläche, vor allem entlang des Roßgrabens, die 2000 wieder intensiv bewirtschaftet werden (vgl. Markierung in der Karte KULAP-Flächen).<sup>\*)</sup>

### 5.1.1.9 Umsetzung der Gewässerpflegepläne für Laufen und Saaldorf/Surheim

In den Jahren 1994 und 1995 wurden für die Stadt Laufen und die Gemeinde Saaldorf Gewässerpflegepläne für das EZG des Abtsees erarbeitet. Übergeordnete Ziele der darin vorgeschlagenen Maßnahmen sind u.a.:

- der Erhalt ökologisch wertvoller Bereiche
- der Erhalt von Grünland und die Umwandlung von Äckern zu extensiv genutztem Grünland

<sup>\*)</sup> Dazu eine persönliche Anmerkung: die Mahd der Randstreifen ohne Vorgabe des Schnittzeitpunktes wird vor allem für die Tagfalterfauna sehr negative Auswirkungen haben. Der Programmpunkt mag für die Verbesserung der Wasserqualität etwas bringen, ist aber nicht sehr durchdacht, da weitere positive Nebenwirkungen nicht zum Tragen kommen.



die Verbesserung der ökologischen Situation der Fließgewässer

die Verbesserung der Wasserqualität

Die Umsetzung des GWP in der Stadt Laufen hat begonnen, verläuft aber insgesamt langsamer als gewünscht (H. Herzog, mdl.). Als größere Maßnahme wurde bisher ein Absetzbecken am Gaberbach errichtet. Weitere konkrete Maßnahmen wurden im Frühjahr 1999 bei einer Bürgerversammlung erörtert.

In der Gemeinde Saaldorf/Surheim läuft die Umsetzung ebenfalls an. Derzeit läuft die Diskussion mit Anliegern des Roß- und Schwemmgrabens zur Ausweisung von Uferschutzstreifen. Im Frühjahr 2000 soll ein verlandeter/verrohrter Graben geräumt werden. In beiden Gemeinden ist bei den meisten Landwirten große Bereitschaft vorhanden, sich an den Maßnahmen zu beteiligen. Da für eine Maßnahme aber i. d. R. alle Anlieger zu gewinnen sind, verzögert sich die Umsetzung häufig.

### 5.1.2 Bereich Siedlungsabwässer

#### 5.1.2.1 Abwasserentsorgung Stadt Laufen

1978 wurde der Bau der Ringkanalisation am Nord- und Ostufer des Sees durchgeführt, an die die Ortsteile Thannberg, Fischen, Oberheining und Moosham angeschlossen sind. Die Ortschaft Leobendorf hängt ebenfalls überwiegend an dieser Kanalisation. Die Abwässer werden über mehrere Pumpstationen und die Stadt Laufen zur Kläranlage in Oberndorf geleitet (RICHTER 1998). Von 1983 bis 1985 wurden gemeinsam von LRA und WWA Traunstein 121 landwirtschaftliche Anwesen im See-Einzugsbereich im Hinblick auf ihre Abwassersituation überprüft (vgl. Kap. 5.1.1.1). Im Anschluß daran wurden zahlreiche Mängel behoben (AUER 1988).

Im Oktober 1996 erfolgte eine weitere Untersuchung der Abwasserhältnisse im Einzugsbereich Abtsee, Stadt Laufen durch die Technische Gewässeraufsicht. Es wurden 59 Anwesen mit etwa 240 Einwohnern überprüft. Die Entwässerungssituation sieht folgendermaßen aus:

**Tabelle 35**

Einleitung der Abwässer in (Quelle: WWA TS, 1997b):

Jauchegrube/abflußlose Grube	27
Oberflächengewässer	12
Untergrund	19
unbekannt	1

Weitere Mängel, die bei der Untersuchung festgestellt wurden:

**Tabelle 36**

Mängel bei der Abwasserbeseitigung, Hofbegehung 1996 (Quelle: WWA TS, Februar 1997)

Grube zu klein bemessen	10
Tauchwände fehlen oder schadhaft	12
Grubenleerung erforderlich	19
Anlage baulich sanierungsbedürftig	3
Abwassereinleitung ohne Kläranlage	2
sonstige Mängel	13

Die Bilanz der Untersuchung fiel negativ aus: Der Anteil ungeklärter Siedlungsabwässer am Phosphat-eintrag in den See war noch immer zu hoch. Seit Durchführung der Erhebung sind nur vereinzelte private Maßnahmen durchgeführt worden. Eine weitere Konkretisierung der Maßnahmen sollte durch die 1998 von der Stadt Laufen in Auftrag gegebene Abwasserstudie (RICHTER 1998) erfolgen. Danach waren im Stadtgebiet von Laufen und EZG des Sees 1998 noch 231 Personen nicht an eine zentrale Kanalisation angeschlossen. Es werden folgende konkrete Lösungsvorschläge gemacht.

Die Abwässer der Ortschaften Dorfen und Röderberg müssen zwingend aus dem Einzugsgebiet abgeleitet werden. Für Emmering und Hungerberg stellt die Ableitung aus dem EZG mit Zuführung zur Kläranlage Oberndorf die wasserwirtschaftlich klar bessere Lösung dar, da die Phosphatelimination in Kleinkläranlagen für die Orte nicht ausreichend ist.

Der Ortsteil Haarmoos mit 22 Einwohnern soll über eine Druckentwässerung mit Hauspumpstationen entsorgt werden. Für die nördlich der St 2103 gelegenen Ortsteile wird aus wirtschaftlichen Gründen der Bau von Kleinkläranlagen empfohlen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Anwesen in Seenähe möglichst über die zentrale Kläranlage zu entsorgen sind. Für weiter vom See entfernt liegende Ortsteile und Einzelgehöfte wird auf die Selbstreinigungskraft der Vorfluter gesetzt, die für den Abbau der in den geklärten Abwässern enthaltenen Nähr- und Schadstoffe sorgen.

Die Arbeiten in Leobendorf werden im Frühjahr 2000 abgeschlossen werden. Die Umsetzung der Maßnahmen für alle Ortsteile ist ab dem Jahr 2001 geplant.

**Tabelle 37**

**Kostenschätzung laut Abwasserstudie Stadt Laufen im EZG des Abtsees (RICHTER 1998)**

Einzelmaßnahme	Betrag in DM
Variante 1: Druckentwässerung Haarmoos	DM 105.000*
Abwasserableitung aus dem Einzugsgebiet:	
Variante 2: Dorfen, Röderberg und Haarmoos	DM 738.000
Variante 3: Dorfen, Röderberg, Emmering, Hungerberg, Haarmoos	DM 1.076.000
Variante 4: Dorfen, Röderberg, Emmering, Hungerberg, Haarmoos	DM 1.089.000

\* Summen ohne Baunebenkosten

Die Kostenschätzung zur Durchführung der Maßnahmen gliedert sich in vier mögliche Varianten, mit baulichen Unterschieden bei Variante 3 und 4. Bei Variante 2-4 ist die Druckentwässerung für Haarmoos bereits enthalten (siehe Tabelle 37).

#### 5.1.2.2 Abwasserentsorgung Gemeinde Saaldorf/Surheim

Die 1992 durchgeführte Abwasserstudie gibt einen groben Überblick über die künftigen Maßnahmen. 1996 waren 53% der Einwohner an den Kanal angeschlossen, 1999 bereits 67%. Bisher wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- 1995/96 wurden 6 Anwesen unmittelbar am See an die Ringkanalisation angeschlossen.
- Parallel dazu erfolgte die Überprüfung aller Einzelanwesen im EZB; davon liegt derzeit für ein konkretes Projekt eine Entwurfsplanung vor.
- 1998 wurde die Ortskanalisation von Abtsdorf fertiggestellt. Das Oberflächenwasser wird dort getrennt abgeleitet (in Absetzbecken). Im Kanal fließt nur Schmutzwasser.
- 1999 wurde östlich von Saaldorf eine 3000m<sup>2</sup> große Biotopfläche fertiggestellt, die bei Starkregenereignissen das Hangwasser aufnehmen soll. Bei den Starkregenereignissen 1999 funktionierte der neue Wasserrückhalt im Gelände tadellos.
- Ab 2000 soll zusammen mit der Gemeinde Teisendorf die gemeinsame Leitung nach Freilassing gebaut werden. Damit werden die Ortsteile Schign, Moosen, Holzhausen, Kemating angeschlossen. Eine Bürgerversammlung zu dem Thema fand am 18.11.99 statt.
- Für Steinbrünning liegt ein konkreter Planungsentwurf vor, die Umsetzung ist noch unklar. Die Planung für Leustetten ist ebenfalls noch im Fluß.

#### 5.1.2.3 Erlass einer Satzung zur Entsorgung von Fäkalschlamm

Laut geltender Satzung müßte jedes Anwesen im EZG die Abwasser- und Güllegrube jährlich räumen und eine diesbezügliche Bestätigung vorlegen. Bei Erlass einer gemeindeeigenen Satzung wird diese Arbeit gegen Bezahlung von der Gemeinde übernom-

men, ähnlich der Müllabfuhr. Kommt ein Anwesen der Räumungspflicht derzeit nicht nach, läuft die Grube direkt in den Vorfluter über. Folge ist ein erhöhter Nähr- und Schadstoffeintrag in den See, derzeit ein relativ häufig vorkommender Fall (Herzog, mdl.).

Die Stadt Laufen wird vorerst keine eigene Satzung zur Entsorgung von Fäkalschlamm erlassen, da der Neubau der Kläranlage in Oberndorf ansteht. Dort soll eine „Fäkalschlammannahme“ mit integriert werden. Eine separate Anlage auf Laufener Seite wäre eine doppelte und sehr teure Investition.

Auch die Gemeinde Saaldorf wird bis auf weiteres den Erlass einer eigenen Satzung nicht mehr betreiben. Es sollen zunächst alle anschließbaren (Einzel-) Anwesen an die öffentliche Abwasserentsorgung angeschlossen werden. Für alle noch verbleibenden, nicht anschließbaren Einheiten, soll ab dem Jahr 2002 eine Satzung erlassen werden. Damit soll ein unnötiger Zeit- und Kostenaufwand verhindert werden.

#### 5.1.3 Bereich Erholung und Tourismus

##### 5.1.3.1 Anlage des Freizeitgeländes

1979 erfolgte die Ausweisung des LSG „Abtsee mit der ihn umgebenden Landschaft“ durch den Kreistag des Landkreises Berchtesgadener Land. Für den See hatte in früheren Jahren auch schon Landschafts-



Foto 4  
Blick auf das Freizeitgelände



schutz bestanden, allerdings nach dem alten Reichsnaturschutzgesetz von 1935, das den Anforderungen der Zeit nicht mehr gerecht wurde. Der Kreistag stimmte am 13.06.1979 einmütig mit 51:0 Stimmen für die Ausweisung des Landschaftsschutzgebietes (vgl. PRESSEARTIKEL, UNB 1999). Der erste Schritt in Sachen Besucherlenkung war die Anlage des Freizeitgeländes am Ostufer im Jahr 1979/80.

In den Jahren 82/83 wurde nach wiederholten Konflikten zwischen Schwimmern und Surfern und aufgrund der massiven Beeinträchtigung von Wasservögeln erst eine Surfverordnung, dann ein Surfverbot erlassen. Außerdem wurde die Parkfläche am Freizeitgelände um 50% reduziert. In der Untersuchung von RUNGE (1983) wird eine „nutzungsbedingte Zweiteilung des Sees“ (RUNGE a.a.O., 75) vorgeschlagen: Das Nordwest- und Westufer als Bereich für den Naturschutz mit kontrollierter Erholungsnutzung durch Angler, am Südost- und Nordostufer vorwiegend Erholungsnutzung mit Schutz der Vegetation durch die Anlage von Stegen. Ein Parkverbot im Fischerholz sollte außerdem die Distanz zwischen Parkplatz und Seeufer so unattraktiv machen, daß die Besucher freiwillig auf das Freizeitgelände am Ostufer mit nahen Parkmöglichkeiten auswichen.

#### 5.1.3.2 Anlage des Bootssteges und Sanierung des Schilfgürtels

Im Jahr 1984 erfolgte der Beginn der Maßnahme „Ufersanierung und -sicherung“, der die o.g. Vorschläge weitgehend aufnahm:

- Anlage eines Bootssteges und Sammeln der über das Seeufer verteilten Boote
- Sanierung der stark ausgeschwemmten und unter-spülten Abschnitte, Sicherung von Baumgruppen
- Sanierung und Wiederanpflanzung des Schilfgürtels

„Laufener Pfadfinder ergriffen als erste die Initiative, sicherten die verbliebenen Uferbäume, verbesserten die Zugänge, pflanzten Schilf und Gehölze, setzten Faschinen. Doch die Schäden waren für Selbsthilfe-maßnahmen zu groß.“ (PRESSEARTIKEL UNB, 1999). Die Ufersanierungsmaßnahmen wurden bis Ende der 80er Jahre kontinuierlich fortgeführt.

#### 5.1.4 Übersicht der Maßnahmen und Finanzierung

Eine Zusammenfassung aller bisher durchgeführten Maßnahmen befindet sich in Tabelle 38.

Die Kosten für die einzelnen Maßnahmen sind nicht immer genau bezifferbar, da Untersuchungen des WWA TS oder des GSA Bad Reichenhall im Rahmen des 'normalen' staatlichen Auftrages der jeweiligen Behörde durchgeführt werden. In der folgenden Aufstellung sind deshalb nur die explizit für die Sanierung des Abtsees aufgewendeten Finanzmittel aufgeführt, wobei die Kosten für die Abwasserentsorgung der Kommunen eine allgemein übliche Aufgabe für jede Gemeinde ist.



Foto 5

Laufener Pfadfinder bei der Ufersanierung

## 5.2 Diskussion

### 5.2.1 Zusammenfassung der Situation

Alle Beteiligten des „Projektes Abtsee“ haben sich sehr positiv über die bisherige Zusammenarbeit geäußert. Deshalb sollten die jährlich stattfindenden „Abtsee-Konferenzen“ als eingeführtes Informations- und Diskussionsforum beibehalten werden.

Die weitere Intensivierung der Zusammenarbeit und vor allem eine Beschleunigung der geplanten Maßnahmen ist für alle Beteiligten eine Zeit-, Kosten- und Personalfrage. Eine weitere deutliche Reduzierung des Nährstoffeintrages in den Abtsee ist nach Meinung der meisten Projektbeteiligten nur durch massiven Geld- und Personaleinsatz zu erreichen, den keiner der Beteiligten ohne weiteres leisten kann. Jeder mögliche kleine Schritt auf dem Weg zur weiteren Senkung der Keim- und Nährstoffbelastung soll jedoch getan werden.

Von den Beteiligten wurden folgende Vorschläge zur besseren und schnelleren Umsetzung von Maßnahmen gemacht:

- Klarere Festlegung von Prioritäten bei der Umsetzung der Maßnahmen erzielen.
- Verstärkung der Lobbyarbeit bei übergeordneten Ministerien im Hinblick auf eine konstruktive Förderpolitik.
- Gründung eines Zweckverbandes „Naherholungsgebiet Abtsee“, um gemeindeeigenen Anteil an der Finanzierung wasserbaulicher Maßnahmen leichter finanzieren zu können.
- Versuch, die finanzielle Förderung einer Doktorarbeit über Ursache-Wirkungsmechanismen und Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Abtsees zu erreichen und so gezieltere Maßnahmen zu ermöglichen.



Tabelle 38

## Finanzübersicht der bisher durchgeführten Maßnahmen

Finanzmittel aus dem Bereich	Naturschutz*	Naturschutz	Landwirtschaft	Forschung	Kommunen
	Programme	Flächenkauf	Programme	Programme/ Untersuchungen	Investitionen/ Untersuchungen
Zeitraum: 1983-1999					
Vertragsnaturschutz (VeNaP)	DM 950.000				
Erschwernisausgleich (EA)	DM 235.000				
Landschaftspflegeprogramm (LPP)	DM 235.000				
Bayerischer Naturschutzfonds		DM 720.000			
Bezirk Oberbayern		DM 240.000			
Landkreis Berchtesgadener Land		DM 240.000			
Kulturlandschaftsprogramm A, Ziff.4e („Seenprogramm“)			DM 165.000		
Kulturlandschaftsprogramm C			DM 30.000		
Untersuchungen zum Abtsdorfer See (EZG, Gewässer, etc.)				DM 40.000 (ANL)	
Kosten für den Bau der Abwasserentsorgung (Summen)					
Stadt Laufen					DM 4,9 Mio.
Gde. Saaldorf/Surheim					DM 1,5 Mio.
GWP Stadt Laufen				DM 30.000	
GWP Gde. Saaldorf/Surheim				DM 30.000	
<b>Zwischensummen</b>	<b>DM 1.420.000</b>	<b>DM 1.200.000</b>	<b>DM 195.000</b>	<b>DM 100.000</b>	<b>DM 6,4 Mio.</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>DM 9.315.000</b>				

\* Hinzu kommen nicht genau bezifferbare Spendengelder von den drei großen Naturschutzverbänden LBV, BN und BJV.

Ausgehend von der in Kap. 4 dargestellten Berechnung des Prognose-Modells nach VOLLENWEIDER und der Bestimmung der ursprünglichen Trophiesituation mittels Diatomeenstratigraphie im Abtsee muß folgendes festgestellt werden:

Der Sollwert für die kritische Belastung mit Phosphor liegt bei 0,027 mg/l während der Frühjahrszirkulation. Erst ab diesem Wert wird eine mögliche Reduzierung des Trophieniveaus eingeleitet. Allerdings wird die Reduzierung des Trophieniveaus relativ lange dauern: „Auf höherem Trophieniveau muß bei verringerter externer P-Last mit verzögerter Reaktion des Sees auf Sanierungsmaßnahmen gerechnet werden, da die interne Belastung noch mehrere Jahre wirksam bleibt“ (KLAPPER 1992, 57).

Für den Abtsee wurde dieser Sollwert bisher in keinem Jahr erreicht. 1992 lag der Wert mehr als doppelt so hoch (0,059 mg/l), ein Wert, der ein eutrophes Gewässer charakterisiert. In den Folgejahren sank der

Wert auf 0,049 mg/l (1997) und 0,035 mg/l (1999). Die Tendenz der P-Belastung ist zwar rückläufig, das Ziel aber noch nicht erreicht.

In den nächsten Jahren wird es aufgrund der Sauerstoffzehrung während der Sommerstagnation weiterhin zu kritischen Situationen für den See kommen. Um das „Umkippen“ des Sees während der Sommerstagnation und der anschließenden Herbstzirkulation zu vermeiden, ist eine dauerhafte Reduzierung der P-Belastung auf einen Wert <0,027 mg/l notwendig. „Die Sommerstagnation führt in sehr vielen eutrophen Seen zu Anaerobie im gesamten Hypolimnion. ... Kritische Situationen für den Fischbestand treten dann ein, wenn die Zirkulation bei herbstlichen Starkwinden plötzlich einsetzt und der epilimnische O<sub>2</sub>-Vorrat nicht für die Oxidation des H<sub>2</sub>S ausreicht (Herbst-Fischsterben)“ (KLAPPER 1992, 45). Eine stärkere Reduzierung, die solche kritischen Situationen schneller vermeiden hilft, ist daher so rasch wie möglich anzustreben (ca. 0,020 g/l).

## 5.2.2 Ziele

Die Ist-Situation für den Abtsee hat sich in den letzten Jahren zwar verbessert, ist aber aufgrund der oben genannten Fakten immer noch kritisch. Es sind weiter konsequente Anstrengungen notwendig, um das Trophieniveau zu halten und letztendlich zu senken.

Als übergeordnetes Entwicklungsziel läßt sich formulieren:

Rückentwicklung des Abtsees von einem eutrophen zu einem eu- bis mesotrophen (im Idealfall mesotrophen) Stillgewässer.

Die **Oberziele** für die einzelnen Bereiche lauten:

### **Bereich Landwirtschaft:**

Minimierung der Einträge von Nährstoffen und Keimen in den See und seine Zuläufe

### **Bereich Abwasser:**

Minimierung des Eintrags von Keimen sowie Schad- und Nährstoffen in die Vorfluter und den See

### **Bereich Erholung/Tourismus:**

Erhaltung des Sees als Bade- und Fischgewässer

Die Einteilung der **Unterziele** erfolgt in kurz-, mittel- und langfristig zu realisierende Ziele für alle drei Themenkomplexe: Landwirtschaft, Abwasser und Erholung/Tourismus. Als Zeithorizont für kurzfristige Ziele werden 3 Jahre angenommen, für mittelfristige Ziele 5 Jahre und für langfristige Ziele ein Zeitraum von 10 Jahren.

#### **Kurzfristige Ziele** (Zeitraum 3 Jahre):

- Verhindern von Nähr- und Schadstoffeinträgen durch Anlage von Rand- und Pufferstreifen (Vermeiden von Abschwemmungen)  
Minimierung des Eintrags von apathogenen und pathogenen Keimen über die Zuleiter  
Anlage von Pflanzenkläranlagen mit biologischer Nachreinigung für alle nicht anschließbaren Anwesen und Siedlungsteile  
Reduzierung der ausgebrachten Düngermenge (Mineraldünger + wirtschaftseigener Dünger)

#### **Mittelfristige Ziele** (Zeitraum 5 Jahre):

- Extensivierung der Landnutzung im Einzugsbereich des Sees  
Anschluß aller unmittelbar am See gelegenen Anwesen an den Ringkanal oder Ableitung der Abwässer in eine zentrale Kläranlage (vgl. 5.1.2.1 und 5.1.2.2)  
Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Sanierung des Abtsees

#### **Langfristige Ziele** (Zeitraum 10 Jahre):

- Steigerung des Anteils ökologisch wirtschaftender Betriebe im EZG  
Herbeiführen hygienisch unbedenklicher Wasserqualität im Abtsee  
Bewußtseinsbildung bei den Einwohnern der Region für den hohen Wert des Sees als Badegewässer und gleichzeitig ökologisches System

## 5.2.3 Maßnahmen

### 5.2.3.1 Maßnahmenkatalog 2000

Bei der Abtsee-Konferenz im März 2000 wurde der jeweils für ein Jahr geltende Maßnahmenkatalog zur Sanierung des Abtsees beschlossen, der die nächsten konkreten Schritte auflistet (vgl. Anhang, Anlage 8). Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Fertigstellung der Abwasserentsorgung in einzelnen Ortsteilen, der Umsetzung von Maßnahmen gemäß der vorliegenden Gewässerpflegepläne, dem Beseitigen punktueller Einträge und der kontinuierlichen Beobachtung des Gewässerzustandes.

### 5.2.3.2 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen (Zeitraum: 3 Jahre)

Verhindern des Eintrages von Nähr- und Schadstoffen in die Gewässer.

Beim Ausbringen der Gülledüngung ist v.a. auf den richtigen Zeitpunkt, die entsprechende Witterung (kühl, feucht, windstill) und die Bodenverhältnisse (wassergesättigt, verdichtet, etc.) zu achten (vgl. Güllekalender, LBP 1998). Durch die Anlage von Rand- und Pufferstreifen werden Abschwemmungen in die Gewässer weitgehend unterbunden, bei Starkregenereignissen erfolgt eine gute Abpufferung der Gewässer. Die bodennahe Ausbringung der Gülle mittels Schleppschlauchtechnik wirkt der Ammoniakverflüchtigung entgegen (BayStMELF 1998b).

Anlage von Pflanzenkläranlagen mit biologischer Nachreinigung für alle nicht anschließbaren Anwesen und Siedlungsteile.

Die Anlage von Pflanzenkläranlage soll möglichst rasch in Zusammenhang mit dem WWA TS gemäß der in der Sonderveröffentlichung des Landesamtes für Wasserwirtschaft „Abwasserentsorgung von Einzelanwesen“ (Lfw 2000) erfolgen.

Eliminierung des Eintrags menschlicher und tierischer Keime im EZG des Sees.

Die Eliminierung des Eintrags menschlicher Keime in Zuleitern und See ist für die bakteriologische Situation des Gewässers von prioritärer Bedeutung, da menschliche Abwässer humanpathogene Keime enthalten. Zu erreichen ist dieses Ziel über eine genügend lange Ausfaltung menschlicher Abwässer und biologische Nachreinigung (vgl. Anlage von Pflanzenkläranlagen...).

Die weitere Reduzierung des Eintrags von tierischen Keimen hat nicht nur einen hygienischen Aspekt sondern auch einen ästhetischen. Hohe Belastung mit Gülle über die Zuleiter kann zu einer Geruchsbelästigung von Badenden führen. Reduzierung der ausgebrachten Düngermenge (Mineraldünger + wirtschaftseigener Dünger).

Wie die Phosphatbilanzen der Betriebe im EZG des Sees zeigen, (vgl. Kap. 5.1.1.5) ist die ausgebrachte Düngermenge in den letzten Jahren be-

reits deutlich gesunken, wobei jedoch festzuhalten ist, dass eine weitere Reduzierung der Düngermenge nur noch in Teilbereichen möglich ist. Für die langfristige Sicherung und Überführung des Sees auf ein mesotrophes Trophieniveau ist ein minimales Düngeregime im Einzugsgebiet eine wesentliche Voraussetzung.

#### **5.2.3.3 Mittelfristig umzusetzende Maßnahmen (Zeitraum: 5 Jahre)**

**Extensivierung der Landnutzung im Einzugsbereich des Sees**

Der Eintrag von Nährstoffen und Keimen ist ein wesentlicher Faktor für die Belastung des Sees. Die Extensivierung der Landnutzung bezieht sich vor allem auf die Nutzung des Dauergrünlandes durch Anheben des Grundwasserspiegels (Verstopfen der Drainagen) und Senken der Schnitt- und Düngehäufigkeit. Im EZG sollte künftig auf den Anbau von Mais zugunsten von weniger erosionsanfälligen Kulturen verzichtet werden. Die weitere Extensivierung soll durch die Beteiligung der Landwirte an Förderprogrammen wie KULAP vorangetrieben werden.

Anschluß aller unmittelbar am See gelegenen Anwesen an den Ringkanal oder Ableitung der Abwässer in eine zentrale Kläranlage (vgl. Kap. 5.1.2.1 und 5.1.2.2)

Die einzelnen Maßnahmen sind in den o.g. Kapiteln beschrieben. Wichtigste Aufgabe der Gemeinden ist es, die Finanzierung der Maßnahmen sicherzustellen. Der Zielzeitrahmen, bis wann die Abwasserentsorgung aller Anlieger im EZG gesichert sein soll, beträgt ca. 5 Jahre. Erst nach Erreichen dieses Zustandes kann über die Wirksamkeit der Maßnahme befunden werden. Für bauliche Neuanlagen im EZG des Sees soll gemäß des vom WWA vorgelegten Zonenkonzeptes vorgegangen werden, nach dem für alle Neubauten eine Einzelfallprüfung der Abwasserentsorgung vorzunehmen ist.

**Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Sanierung des Abtsees**

Von allen beteiligten Behörden und Einrichtungen sollte eine publikumswirksame und aktive Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden. In erster Linie geht es um die Kommunikation der Maßnahmen, die zur Sanierung des Abtsees führen sollen. Der Bevölkerung muß Sinn, Zweck und Nutzen der Zusammenarbeit deutlich werden.

#### **5.2.3.4 Langfristig umzusetzende Maßnahmen (10 Jahre)**

**Steigerung des Anteils ökologisch wirtschaftender Betriebe im EZG**

Im EZG des Sees gibt es kaum ökologisch wirtschaftende Landwirte. Die Umstellung auf nachhaltige, ökologische Wirtschaftsformen würde durch den Verzicht auf Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel zu einer Reduzierung der Nährstofffracht in den Vorflutern beitragen.

Die positiven Effekte für Natur und Landschaft sollten darüberhinaus durch die Vermarktung der Produkte über eine Erzeugergemeinschaft (evtl. Berchtesgadener Land) in der Region und für Touristen publik gemacht werden. Das Image der Landwirtschaft um den Abtsee herum muß positiv belegt werden.

**Herbeiführen hygienisch unbedenklicher Wasserqualität im Abtsee**

Für die weitere Nutzung des Abtsees als Badegewässer ist langfristig eine einwandfreie, hygienische Qualität des Wassers anzustreben. Die Selbstreinigungskraft des Gewässers sollte so gut funktionieren, daß eine zeitweilige Überbelastung, wie z.B. durch den Badebetrieb im Sommer, nicht zu einer Beeinträchtigung des gesamten Ökosystems führt.

**Bewußtseinsbildung bei den Einwohnern der Region für den hohen Wert des Sees**

„Man schützt nur, was man kennt und was man liebt.“ Dieses alte Sprichwort kann auch auf den Abtsee angewendet werden. Bei den Bewohnern der Region muß das Bewußtsein für die Einmaligkeit und den Wert der Landschaft wachsen, in der sie leben. Das Berchtesgadener Land ist eine in Bezug auf Naturschönheiten und das Landschaftsbild überaus begünstigte Region in Bayern und Deutschland. Dieser „geschenkte“ Wert bedeutet ein großes ästhetisches und wirtschaftliches Kapital und muß entsprechend gepflegt werden. Die Nutzung der in Jahrhunderten gewachsenen Landschaft durch angepaßte Wirtschaftsformen ist wahrscheinlich das beste Mittel für den Erhalt des „Kapitals“. Dabei geht es nicht um die Konservierung musealer Traditionen, sondern um die aktive und nachhaltige Landnutzung im Einzugsgebiet.



## 6. Literaturverzeichnis

AfluE (=Amt für Landwirtschaft und Ernährung) (1992):  
Jahresbericht zum Stand der Maßnahmen in bezug auf die  
Verbesserung der Wasserqualität im Abtsee. – Unveröffentl.  
Manuskript. – Laufen/Salzach

——— (1994):

Jahresbericht zum Stand der Maßnahmen in bezug auf die  
Verbesserung der Wasserqualität im Abtsee. – Unveröffentl.  
Manuskript. – Laufen/Salzach

——— (2000):

Jahresbericht zum Stand der Maßnahmen in bezug auf die  
Verbesserung der Wasserqualität im Abtsee. – Unveröffentl.  
Manuskript. – Laufen/Salzach

ANL(=Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege  
in Bayern) (1979):

Tagungsbericht 3/79 – Seenforschung in Bayern - wissen-  
schaftliches Seminar in Zs.arbeit mit der Bayerischen Lan-  
desanstalt für Wasserforschung. – 154 S.

——— (1986):

Forschungsbericht – Teil 1: Untersuchung von Wässern der  
Laufener Umgebung. – 158 S.

——— (1987):

Salzachhügelland Exkursionsführer für Laufen und Umge-  
bung.

——— (1996):

Das Haarmoos – Forschungsergebnisse zum Schutz eines  
Wiesenbrüteregebietes. – Laufener Forschungsberichte 2,  
122 S.

AUER, Johanna (1988):

Maßnahmenkatalog zur Sanierung des Abtsees und seines  
Einzugsbereichs. – Erstellt bei der Unteren Naturschutz-  
behörde des Landratsamtes Berchtesgadener Land, 113 S.

AUERSWALD, Karl; SCHMIDT, Franz (1986):

Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. – GLA-Fachbe-  
richte 1, 74 S.

BLV Bestimmungsbuch (1990):

Süßwasserfische Europas – Biologie, Fang, wirtschaftliche  
Bedeutung. 6. durchgesehene Auflage, 224 S., München.

BRENNER (1987):

Untersuchungen zum Abtsee. – Unveröffentlichte Arbeit an  
der ANL, ca. 12 S.

CARL, Michael (1993):

Der Abtsee und seine Bäche im Salzachhügelland: Eine  
limnologische Studie anhand physikalisch/chemischer Un-  
tersuchungen aus den Jahren 1990-1993. – Studie im Auf-  
trag der ANL: 27 S.

CHOLNOKY, B. J. (1968):

Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. 695 S.,  
Cramer Verlag Weinheim.

DOPSCH, W.; (1998):

Laufen und Oberndorf.

dtv (1995):

Umweltrecht – Beck-Texte im dtv. 9. neubearbeitete und  
erweiterte Auflage. 962 S., München.

FRANKE, Mario (1993):

Abtsee – Werten der bisher durchgeführten Untersuchun-  
gen, Ermitteln der Eutrophierungsursachen, Vorschlägen  
von Abhilfemaßnahmen und Erarbeiten eines Sanierungs-  
konzeptes. – Probearbeit im Fachgebiet Wasserwirtschaft:  
41 S.

GUNKEL, Günter (Hrsg.) (1994):

Bioindikation in aquatischen Ökosystemen: Bioindikation  
in limnischen und küstennahen Ökosystemen; Grundlagen,  
Verfahren und Methoden. Bearb. von 19 Fachwissen-  
schaftlern. – 540 S., Jena.

HABER, Wolfgang; SALZWEDEL, J. (1992):

Umweltprobleme der Landwirtschaft – Sachbuch Ökolo-  
gie. Hrsg.: Der Rat von Sachverständigen für Umweltfra-  
gen. – Stuttgart, 175 S.

JANUS, L.L. & R. VOLLENWEIDER (1984):

Phosphorus residence time in relation to trophic conditions  
in lakes. – Verh. Intern. Verein. Limnol. 22: 179-184.

KLAPPER, Helmut (1992):

Eutrophierung und Gewässerschutz. 277 S., Jena.

KÖPF, Bärbel (1999):

Diatomeenstratigraphie Abtsee. – Unveröffentlichte Studie  
an der ANL

KUNTZE, Herbert; ROESCHMANN, Günter; SCHWERDT-

FEGGER, Georg (1994):

Bodenkunde. – 5., neubearb. und erw. Aufl.: 424 S., Stutt-  
gart.

LBP (=Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und  
Pflanzenbau) (1997):

Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. 6.  
überarb. Auflage, 64 S.

——— (1998):

Bodenfruchtbarkeit erhalten. Umweltgerechter Einsatz der  
Gülle im Ackerbau. – 4. Auflage.

BayStMELF (=Bayerisches Staatsministerium für Ernäh-  
rung, Landwirtschaft und Forsten) (1998a):

Bayerischer Agrarbericht 1998. – München, 291 S.

——— (1998b):

Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz. – Merkblatt, 9 S.

LEP Bayern,

Landesentwicklungsprogramm Bayern; Verordnungen der  
Bayerischen Staatsregierung vom 3. Mai 1984.

LfW (=Landesamt für Wasserwirtschaft) (2000):

Experimentelle Untersuchungen zur Trophieindikation an-  
hand von Aufwuchsdiatomeen. – Heft 3/96, München, 112 S.

——— (1996):

Abwasserentsorgung von Einzelanwesen. – 3. Aufl., Mün-  
chen, 24 S.

MANHART, Christof Dr. (1998):

Berechnung der Nährstoffbelastung des Abtsees nach dem  
Vollenweider- bzw. Schröder-Modell. – Unveröff. Manu-  
skript an der ANL, 6 S., Laufen.

MELZER, Arnulf & SIRCH, Reinhold (1983):

Die Makrophytenvegetation des Abtsees – Angaben zur  
Verbreitung und Ökologie – 23 S.

MELZER, Arnulf (1988):

Der Makrophytenindex – eine biologische Methode zur Er-  
mittlung der Nährstoffbelastung von Seen. Habilitations-  
schrift, München. MICHLER, Günther Dr. (1985):

Untersuchungen an Sedimentbohrkernen aus dem Wagin-  
ger und Abtsee – Arbeitsbericht- 65 S.

NÄHER, Dr. (1988):

Der Abtsee – Bericht über die Untersuchungen von 1980,  
Stellungnahme zur Phosphat-Belastung von 1982: 7 und 11 S.

- RECKHOW, Kenneth H. & CHAPRA, Steven C. (1983): Engineering approaches für lake management – Volume 1: Data Analysis and Empirical Modeling. – 340 S., Boston.
- RICHTER, R. et al. (1998): Abwasserstudie Stadt Laufen – Einzugsgebiet Abtsdorfer See. – Unveröffentl. Studie – Laufen/Salzach, 14 S.
- RUMP, Hans Hermann (1998): Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden. – 3., völlig überarb. Aufl.: 232 S., Weinheim.
- RUNGE, Lothar (1983): Einfluß des Erholungsverkehrs auf die Ufervegetation eines stehenden Gewässers – dargestellt am Beispiel des Abtsees. – Dipl. Arbeit LMU München – FB Forstwirtschaft: 82 S.
- RÜTER, Heinrich (1994): Gewässerpflegeplan der Stadt Laufen für ausgewählte Gewässer und Teile des Einzugsgebietes des Abtsees. – 75 S.
- (1995): Gewässerpflegeplan der Gemeinde Saaldorf für ausgewählte Gewässer und Teile des Einzugsgebietes des Abtsees. – 62 S.
- SCHMIDT, Eberhard (1996): Ökosystem See. – 5., völlig neu bearb. Aufl: 328 S., Wiesbaden.
- SCHULLER, Stefanie (1997): Untersuchungen zur trophischen Situation des Spitzingsees und zum Nährstoffeintrag aus seinem Einzugsgebiet. – Unveröff. Diplomarbeit an der Fachhochschule Freising-Weihenstephan, 107 S.
- SCHWERTFEGER, G. et al. (1994): Bodenkunde. – 5. Aufl. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SCHWOERBEL, Jürgen (1993): Einführung in die Limnologie. – 7., vollst. überarb. Aufl. – 387 S., Stuttgart; Jena.
- SNODGRASS, W.J. & O'MELIA, C. R. (1975): Predictive model for phosphorus in lakes. – Environmental Science & Technology 9: 937-944.
- UNB (=Untere Naturschutzbehörde am LRA Berchtesgadener Land) (1999): 20 Jahre Landschaftsschutzgebiet Abtsdorfer See. – Unveröffentlichte Mitteilung anlässlich der 20-Jahr-Konferenz der Abtsee-Kooperation, 2 S.
- VOLLENWEIDER, Richard (1975): Input-output models, with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. – Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 37, 53-84.
- (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication, Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, S. 53-83.
- (1979): Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren. – Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung, 12 Jahrgang, Nr. 2/79: 46-56.
- WWA TS (= WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN) (1997): Gewässergüte im Landkreis Berchtesgadener Land. – 20 S.
- (1992): Gewässerbeschaffenheit; Sonderuntersuchung Abtsee, Landkreis BGL – A3-4428.BGL.
- ZINTZ, K.; STEINBERG; WAIDITSCHKA (1993): Naturparadies See: Formen, Geschichte, Tiere und Pflanzen. – 128 S., Augsburg.
- ZWECKL, Johann (1996): Landschaftsgeschichte des Haarmooses. – Laufener Forschungsbericht 2.

## 7. Anhang

### Anlage 1: Liste der Untersuchungen zum Abtsee

#### Liste der Untersuchungen, Studien und Veröffentlichungen zum Abtsdorfer See

Jahr	Autor/in	Titel/Inhalt
1979	Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Bayern (ANL):	Seenforschung in Bayern - wissenschaftliches Seminar in Zs.arbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung
1983	Melzer, Arnulf Sirch, Reinhold	Die Makrophytenvegetation des Abtsdorfer Sees - Angaben zur Verbreitung und Ökologie - 23 S.
1983	Runge, Lothar	Einfluß des Erholungsverkehrs auf die Ufervegetation eines stehenden Gewässers Diplomarbeit an der LMU München, Fachbereich Forstwirtschaft
1985	Michler, Günther Dr.	Untersuchungen an Sedimentbohrkernen aus dem Waginger und Abtsdorfer See - Arbeitsbericht- 65 S.
1986	ANL	Forschungsbericht - Teil 1: Untersuchung von Wässern der Laufener Umgebung. - 158 S.
1988	Auer, Johanna	Maßnahmenkatalog zur Sanierung des Abtsees und seines Einzugsbereichs. - Erstellt bei der UNB des LRA BGL
1988	Näher, Dr.	Der Abtsdorfer See - Bericht über die Untersuchungen von 1980, Stellungnahme zur Phosphat-Belastung von 1982: 7 und 11 S.
1993	Carl, Michael	Der Abtsdorfer See und seine Bäche im Salzachhügelland: Eine limnologische Studie anhand physikalisch/chemischer Untersuchungen aus den Jahren 1990-1993. - Studie im Auftrag der ANL
1993	Franke, Mario	Abtsdorfer See - Werten der bisher durchgeführten Untersuchungen, Ermitteln der Eutrophierungsursachen, Vorschlagen von Abhilfemaßnahmen und Erarbeiten eines Sanierungskonzeptes. - Probearbeit im Fachgebiet Wasserwirtschaft: 41 S.
1994	Rüter, Heinrich	Gewässerpflegeplan der Stadt Laufen für ausgewählte Gewässer und Teile des Einzugsgebietes des Abtsdorfer Sees. - 75 S.
1995	Rüter, Heinrich	Gewässerpflegeplan der Gemeinde Saaldorf für ausgewählte Gewässer und Teile des Einzugsgebietes des Abtsdorfer Sees. - 62 S.
1996	ANL	Das Haarmoo - Forschungsergebnisse zum Schutz eines Wiesenbrütergebietes. - Laufener Forschungsberichte 2, 122 S.
1998	Richter, Roland Ingenieur GmbH	Abwasserstudie Stadt Laufen, Einzugsgebiet Abtsee

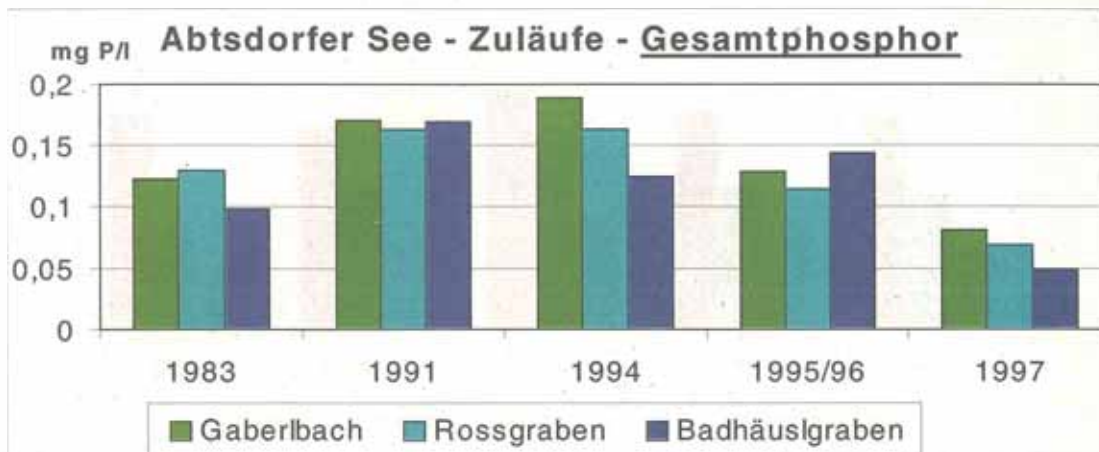


Anlage 2: Meßergebnisse des WWA TS für die Zuflüsse 1983-1997 (WWA TS 2000)

Abbildung 1: Zuläufe – Vergleich der Phosphorkonzentrationen

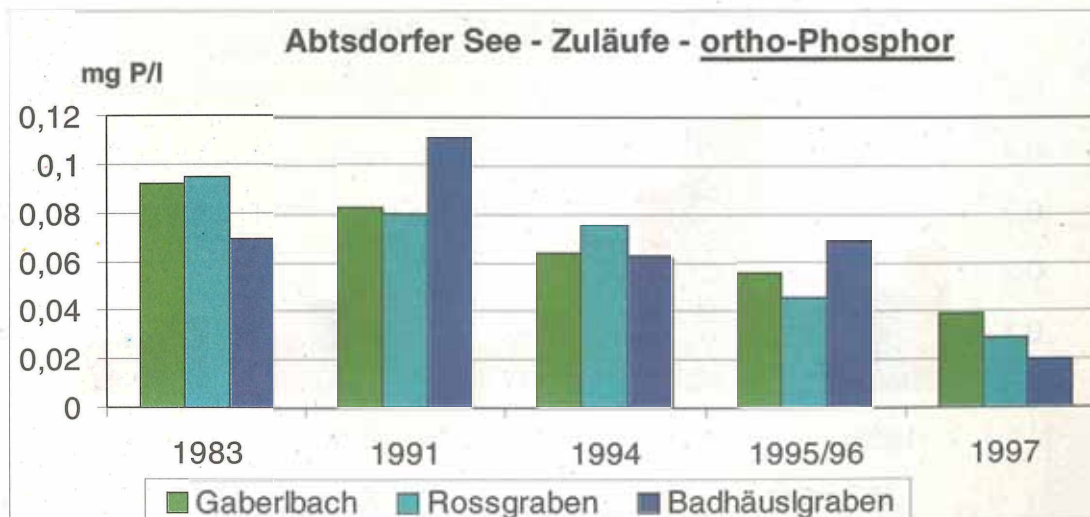
**Gesamtphosphor**

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäuslgraben
1983	0,122	0,13	0,098
1991	0,17	0,163	0,169
1994	0,189	0,163	0,124
1995/96	0,129	0,114	0,144
1997	0,081	0,069	0,049



**ortho-Phosphor**

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäuslgraben
1983	0,092	0,095	0,069
1991	0,082	0,079	0,111
1994	0,063	0,075	0,062
1995/96	0,055	0,045	0,068
1997	0,039	0,029	0,02

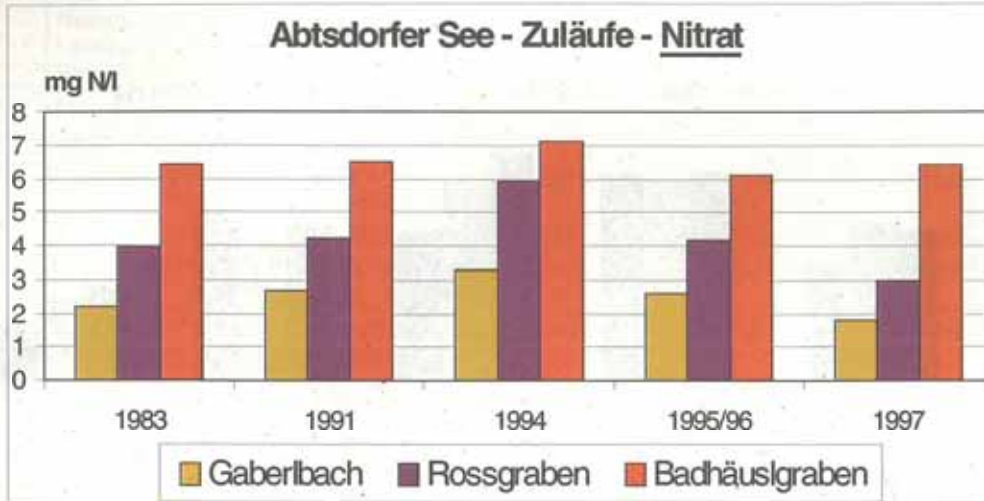


Anlage 2: Meßergebnisse des WWA TS für die Zuflüsse 1983-1997 (WWA TS 2000)

Abbildung 2: Zuläufe – Vergleich der Stickstoffkonzentrationen

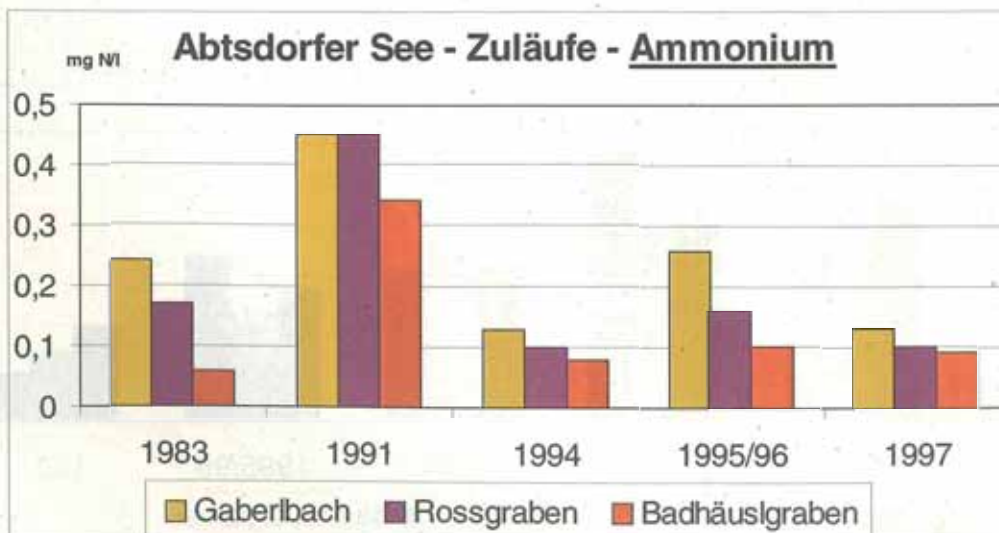
**Nitrat**

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäusgraben
1983	2,2	3,96	6,4
1991	2,7	4,2	6,5
1994	3,28	5,95	7,1
1995/96	2,58	4,16	6,12
1997	1,8	3	6,4



**Ammonium**

	Gaberlbach	Rossgaben	Badhäusgraben
1983	0,24	0,17	0,06
1991	0,45	0,45	0,34
1994	0,13	0,1	0,08
1995/96	0,26	0,16	0,1
1997	0,13	0,1	0,09



Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee

Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (S. 63 -68)

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1989"									
Februar									
März									
April									
Mai									
Juni									
Juli									
August									
September									
Oktober									
November									
Dezember									

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1990"	4)								
Februar	4)								
März	4)								
April	4)								
Mai	4)								
Juni	4)								
Juli	4)								
August	0,345	0,368	0,076	0,091	0,05	0,043	0,065	0,023	
September	0,258	0,244	0,135	0,035	0,05	0,064	0,035	0,027	
Oktober	0,535	0,388	0,225	0,089	0,098	0,053	0,035	0,091	
November	0,136	0,404	0,134	0,099	0,11	0,073	0,068	0,056	0,135
Dezember	4)								
Mittelwert	0,3185	0,351	0,1425	0,0785	0,077	0,05825	0,05075	0,04925	
Median	0,302	0,378	0,135	0,090	0,074	0,059	0,050	0,042	

Fußnoten siehe S.67



**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1991"	1)								
Februar	1)	1)	0,029	0,029	0,018	0,018	0,016	0,016	
März	0,091	0,017	0,045	0,023	0,035	0,008	0,063	0,003	0,036
April	0,043	0,026	0,043	0,03	0,034	0,006	0,022	0,029	0,029
Mai	0,02	0,024	0,031	0,036	0,006	0,02	0,024	0,02	
Juni	0,118	0,095	0,073	0,04	0,021	0,024	0,084	0,044	
Juli	4)								
August	0,543	0,11	0,091	0,043	0,055	0,077	0,091	0,089	
September	0,66	0,187	0,058	0,045	0,026	0,05	0,075	0,097	
Oktober	0,655	0,543	0,278	0,119	0,056	0,016	0,018	0,029	
November	0,844	1,038	0,23	0,079	0,061	0,019	0,043	1)	
Dezember	1)								
Mittelwert	0,4733	0,3328	0,1268	0,0603	0,0375	0,0343	0,0558	0,0558	
Median	0,331	0,103	0,058	0,040	0,034	0,019	0,043	0,029	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1992"	1)								
Februar	1)								
März	0,024	0,019	0,031	0,017	0,059	0,075	0,056	0,058	
April	0,028	0,009	0,067	3)	0,013	0,024	0,039	0,033	0,030
Mai	0,101	0,141	0	0	0	0,021	0,021	0,008	
Juni	0,099	0,056	0,051	0,089	0,081	0,055	0,019	0,059	
Juli	0,373	0,168	0,033	0	0	0	0	0	
August	1)								
September	0	0,155	0,121	0,059	0	0,046	0,056	0,043	
Oktober	1)								
November	0,064	0,058	0,075	0,023	0,086	0	0	0	
Dezember	0,064	0,088	0,091	0,109	0,088	0,081	0,1	0,1	0,090
Mittelwert	0,0941	0,0868	0,0586	0,0424	0,0409	0,0378	0,0364	0,0376	
Median	0,064	0,073	0,059	0,023	0,036	0,035	0,030	0,038	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1993"	1)								
Februar	1)								
März	0,033	0,021	0,041	0	0	0	0	0,049	0,018
April	0,015 <sup>3)</sup>		<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	0,038	0,027
Mai	1)	0,149 <sup>1)</sup>		0,011	0,069	0,055	0,083	0,013	
Juni	0,089	0,094	0	0,06	0,038	0	0,056	0,011	
Juli	1)								
August	0,033	0,101	0	0	0	0	0	0	
September	0,233	0,182	0,048	0,07	0,079	0,064	0,09	0,077	
Oktober	0,17	0,113	0	0	0	0 <sup>3)</sup>		0,035	
November	1)								
Dezember	0,04	0,082	0,075	0,009	0	0,044	0,023	0	0,034
Mittelwert	0,0967	0,1202	0,0246	0,0250	0,0310	0,0272	0,0504	0,0249	
Median	0,040	0,101	0,021	0,009	0,000	0,000	0,040	0,024	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1994"	1)								
Februar	1)								
März	0,08	0,079	0,064	0,073	0,022	0	0,06	0,029	0,051
April <sup>5)</sup>	0,054	0,033	0,064	0,054	0,065	0,037	0,15	0,139	
Mai	1)								
Juni	0,028	0,032	0,022	0,03	0,026	0,021	0,051	0,023	
Juli	1)								
August <sup>5)</sup>	0,133	0,03 <sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	0,03	
September	2)	1,181 <sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	
Oktober	0,16	0,182	0,014	0	0,088	0,019	0,054	0,032	
November	0,216	0,138	0,062	0,015	0,015	0,011	0	0,034	
Dezember	0,248	0,156	0,065	0,021	0,053	0,048	0,074	0,011	0,085
Mittelwert	0,1313	0,2289	0,0485	0,0322	0,0448	0,0227	0,0648	0,0426	
Median	0,133	0,109	0,063	0,026	0,040	0,020	0,057	0,030	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1995"	1)								
Februar	0,039	0,039	0,037	0,037	0,053	0,035	0,039	0,013	
März	0,009	0,013	0,01	0,007	0,006	0,016	0,011	0,01	0,010
April	1)								
Mai	0,024	0,035	0,013	0,048	0,02	0,013	0,038	0,029	
Juni	0,036	0,083	0,09	0,031	0,074	0,048	0,071	0,033	
Juli_12	0,144	0,091	0,019	0,041	0,05	0,043	0,08	0,056	
Juli_31	0,013	0,01	0,01	0,009	0,008	0,007	0,005	0,006	
August	0,115	0,09	0,073	0,013	0,046	0,058	0,075	0,08	
September	0,197	0,063 3)		0,044	0,024	0,023	0,018	0,051	
Oktober	0,089	0,136	0,036	0	0,024	0	0	0	
November	0,176	0,035	0,063	0,04	0,033	0,015	0,035	0,01	0,051
Dezember	0,039	0,046	0,086	0,006	0,046	0,065	0,022	0,088	0,050
Mittelwert	0,0801	0,0583	0,0437	0,0251	0,0349	0,0294	0,0358	0,0342	
Median	0,039	0,046	0,037	0,031	0,033	0,023	0,035	0,029	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1996"	1)								
Februar	1)								
März	1)								
April	1)								
Mai	1)								
Juni	0,128	0,018	0,05	0,029	0,033	0,014	0,016	0,006	
Juli	2)	2)	0	0	0,015	0,041	0,092	0,06	
August	0,105	0,127	0,077	0,055	0,088	0,032	0,04	0,032	
September	0,159	0,116	0,066	0,027	0,024	0,038	0,046	0,046	
Oktober	1)								
November	0,33	0,242	0,181	0,062	0,071	0,39	0,6	0,6	
Dezember	0,056	0,038	0,081	0,036	0,059	0,068	0,059	0,083	0,060
Mittelwert	0,1556	0,1082	0,0758	0,0348	0,0483	0,0972	0,1422	0,1378	
Median	0,128	0,116	0,072	0,033	0,046	0,040	0,053	0,053	



**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1997"	1)								
Februar	1)								
März	0,107	0,060	0,034	0,045	0,053	0,041	0,036	0,065	0,055
April	0,016	0,015	0,014	0,015	0,013	0,014	0,015	0,016	
April	0,018	0,051	0,028	0,015	0,006	0,019	0,026	0,001	
Mai	0,046	0,079	0,059	0,009	0,008	0,008	0,025	0,033	
Juni	0,070	0,110	0,078	0,013	0,011	0,011	0,018	0,046	
Juni	0,081	0,039	0,018	0,022	0,017	0,019	0,025	0,028	
Juli									
August	0,082	0,036	0,042	0,035	0,029	0,061	0,074	0,033	
September	0,121	0,116	0,102	0,033	0,018	0,014	0,050	0,023	
September	0,106	0,073	0,027	0,014	0,014	0,018	0,032	0,032	
Oktober	0,072	0,250	0,130	0,085	0,075	0,075	0,115	0,085	
November	0,135	0,105	0,080	0,065	0,040	0,050	0,055	0,060	
November	0,177	0,134	0,064	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	
Dezember	0,125	0,100	0,090	0,175	0,165	0,175	0,135	0,130	0,137
Mittelwert	0,0889	0,0898	0,0589	0,0422	0,0363	0,0406	0,0484	0,0442	
Median	0,082	0,079	0,059	0,023	0,018	0,019	0,032	0,033	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1998"	1)								
Februar	1)								
März	0,041	0,049	0,034	0,034	0,029	0,021	0,026	0,024	0,032
April	0,052	0,047	0,047	0,057	0,057	0,055	0,06	0,057	0,054
Mai	0,03	0,025	0,037	0,02	0,017	0,013	0,015	0,021	
Juni	0,041	0,035	0,03	0,017	0,021	0,018	0,023	0,022	
Juli	0,028	0,018	0,028	0,011	0,016	0,018	0,028	0,021	
August	0,063	0,023	0,014	0,009	0,013	0,013	0,028	0,023	
September	0,015	0,062	0,032	0,013	0,016	0,017	0,021	0,025	
Oktober	0,146	0,109	0,03	0,018	0,014	0,018	0,016	0,022	
November	0,134	0,099	0,05	0,03	0,041	0,03	0,031	0,029	
Dezember	0,029	0,029		0,026	0,03	0,034	0,029	0,035	0,030
Mittelwert	0,0579	0,0496	0,0336	0,0235	0,0254	0,0237	0,0277	0,0279	
Median	0,041	0,041	0,032	0,019	0,019	0,018	0,027	0,0235	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Gesamt-Phosphor-Meßwerte (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan. "1999"	1)								
Februar	1)								
März	0,038	0,031	0,031	0,026	0,035	0,035	0,039	0,035	0,034
April	0,041	0,033	0,031	0,017	0,019	0,021	0,029	0,031	
Mai	0,036	0,027	0,021	0,019	0,022	0,017	0,031	0,024	
Juni	0,101	0,034	0,029	0,021	0,026	0,026	0,031	0,031	
Juli	0,041	0,031	0,022	0,017	0,014	0,019	0,038	0,031	
August	0,183	0,045	0,033	0,014	0,015	0,019	0,019	0,021	
September	0,183	0,128	0,039	0,012	0,012	0,017	0,019	0,022	
Oktober	0,294	0,159	0,034	0,012	0,012	0,02	0,154	0,017	
November	0,213	0,133	0,058	0,029	0,017	0,015	0,014	0,014	
Dezember	0,055	0,039	0,022	0,017	0,015	0,015	0,017	0,024	0,026
Mittelwert	0,1185	0,0660	0,0320	0,0184	0,0187	0,0204	0,0391	0,0250	
Median	0,078	0,0365	0,031	0,017	0,016	0,019	0,03	0,024	

- 1) keine Werte vorhanden
- 2) Boje verdriftet
- 3) Wert unter Nachweisgrenze
- 4) Probe ungültig
- 5) Probenahme nach starken Regenfällen

Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee  
N/Nitrat (mg/l) (S. 69-74)

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1989"									
Februar	2,88	2,7	2,96	2,95	2,91	2,89	2,84	2,79	
März	2,84	2,84	2,99	2,9	3,01	2,85	2,96	2,92	2,914
April	2,51	2,71	2,79	2,74	2,86	2,98	2,77	3,96	
Mai e)	1,67	2,28	2,86	2,89	2,93	2,93	2,55	2,32	
Juni	2,81	1,61	2,26	2,68	2,86	2,68	2,31	2,09	
Juli	0,41	1,26	2,1	2,45	2,54	2,71	1,59	1,49	
August	0,09	0,12	1,12	1,99	2,24	1,32	1,28	1,27	
September	0,12	0,15	1,32	2,02	2	1,05	1,28	1,21	
Oktober	0,31	0,23	1,55	2,26	2,51	2,01	1,69	1,58	
November	8,08	0,71	1,13	1,95	2,01	1,69	1,52	1,17	2,283
Dezember	3,89	4,77	4,88	4,99	5,02	4,88	4,97	4,43	4,729
Mittelwert	2,3282	1,7618	2,3600	2,7109	2,8082	2,5445	2,3418	2,2936	
Median	2,51	1,61	2,26	2,68	2,86	2,71	2,31	2,09	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1990"	5,33	5,42	6,33	6,42	5,87	6,01	5,74	6,55	
Februar	2,2	2,01	2,03	2,15	2,22	2,2	2,23	2,37	2,176
März	2,21	2,3	2,37	2,44	2,46	2,46	2,37	2,39	2,375
April	1,98	2,15	2,2	2,29	2,15	2,06	2,01	1,98	
Mai	1,51	1,78	2,03	2	2,11	1,88	1,13	1,36	
Juni 2)		0,68	2,09	2,12	2,23	1,95	1,44	1,16	
Juli	0,14	0,26	1,19	1,95	2,12	1,56	0	0,9	
August	0,11	0,2	0,4	1,75	1,84	1,07	0,85	0,79	
September	0,28	0,05	0,05	0,69	0,59	0,14	0,65	0,54	
Oktober	0,1	0,07	0,07	0,06	0,54	0,92	0,96	0,88	
November	0,88	0,14	0,99	0,9	0,93	0,9	0,96	0,9	0,825
Dezember	1,27	1,13	1,22	1,22	1,23	1,22	1,22	1,19	1,213
Mittelwert	1,4555	1,3492	1,7475	1,9992	2,0242	1,8642	1,6300	1,7508	
Median	1,27	0,91	1,63	1,98	2,12	1,72	1,18	1,18	

Fußnoten siehe S. 73



**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**N/Nitrat (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1991"	1)								
Februar	1)	1)	0,18	0,18	0,15	0,17	0,17	0,28	
März	1,99	1,98	1,98	1,94	1,94	1,92	1,89	1,89	1,941
April	1,82	1,89	1,94	1,94	1,98	1,86	1,75	1,69	
Mai	1,41	1,61	1,95	1,98	1,98	1,81	1,86	1,69	
Juni	1,07	1,02	1,67	2,03	1,95	2,09	2,09	2,03	
Juli	0,73	0,85	1,58	1,75	2,01	1,95	2,2	2,03	
August	0,14	0,62	1,18	1,54	1,67	1,72	1,75	1,52	
September	3)	3)	1,02	1,38	1,44	1,47	2,09	1,75	
Oktober	0,03	0,05	0,06	1,02	1,1	1,44	1,69	1,64	
November	0,04	0,04	0,2	1,3	1,29	1,3	1,33	1,21	
Dezember	0,05	0,07	1,13	1,19	1,44	1,36	1,52	1,52	1,035
Mittelwert	0,8089	0,9033	1,1718	1,4773	1,5409	1,5536	1,6673	1,5682	
Median	0,73	0,85	1,18	1,54	1,67	1,72	1,75	1,69	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1992"	1)								
Februar	1)								
März	2,09	2,13	2,12	2,13	2,12	2,15	2,18	0	
April	2,46	2,43	2,48	2,46	2,48	2,48	2,54	2,51	2,480
Mai	2,03	1,52	2,32	2,43	2,43	2,45	2,37	2,37	
Juni	1,33	2,03	2,23	2,34	2,4	2,46	2,29	2,4	
Juli	0,1	0,45	1,7	2,37	2,51	2,29	2,2	2,03	
August	0,75	0,71	1,75		2,4	2,22	1,92	1,86	
September	1,61	0,76	1,47	2,15	1,67	1,75	1,69	1,69	
Oktober	1)								
November	1,98	1,67	1,75	2,19	2,21	2,23	2,2	2,32	
Dezember	2,23	2,28	2,26	2,26	2,29	2,48	2,48	2,48	2,345
Mittelwert	1,6200	1,5533	2,0089	2,2913	2,2789	2,2789	2,2078	1,9622	
Median	1,98	1,67	2,12	2,30	2,40	2,29	2,20	2,32	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**N/Nitrat (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1993"	1)								
Februar	1)								
März	3,14	3,25	3,02	3,42	2,91	3,42	3,19	3,39	<b>3,218</b>
April	3,05	3,29	3,03	3,39	3,36	3,22	3,51	3,5	
Mai	3,16	3,19	3,36	3,36	3,47	3,53	3,47	3,39	
Juni	1,38	1,95	3,19	3,36	3,45	3,47	3,25	3,22	
Juli	1)								
August	0,26	0,37	0,54	0,45	0,56	0,48	0,51	0,51	
September	0,9	1,41	2,63	2,8	2,97	2,6	2,32	2,51	
Oktober	0,99	1,19	2,32	3,11	3,14	2,82	2,77	2,65	
November	1)								
Dezember	2,57	2,64	2,77	2,83	2,94	2,84	2,77	2,8	<b>2,770</b>
Mittelwert	1,9313	2,1613	2,6075	2,8400	2,8500	2,7975	2,7238	2,7463	
Median	1,98	2,30	2,90	3,24	3,06	3,03	2,98	3,01	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan."1994"	1)								
Februar	1)								
März	3,05	3,11	3,05	3,05	3,11	3,11	3,12	3,05	<b>3,081</b>
April 5)	2,9	2,91	2,74	2,94	2,99	3,02	2,97	2,77	
Mai	1)								
Juni	0,73	1,92	3,14	3,05	3,14	3,19	3,5	3,45	
Juli	1)								
August	0,96	1,95	2,77	3,05	3,11	3,05	2,6	2,37	
September	2)	0,26	2,09	2,71	3	2,82	2,8	2,26	
Oktober	0,96	1,07	2,12	2,94	2,77	2,23	2,2	2,15	
November	0,56	0,76	1,69	2,4	2,37	2,23	2,34	2,32	
Dezember	0,34	0,51	1,47	2,53	2,54	2,58	2,57	2,54	<b>1,885</b>
Mittelwert	1,3571	1,5613	2,3838	2,8338	2,8788	2,7788	2,7625	2,6138	
Median	0,96	1,50	2,43	2,94	3,00	2,92	2,70	2,46	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**N/Nitrat (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
<b>Jan. "1995"</b>									
Februar	3,12	3,12	3,04	3,05	3,04	3,05	3,02	3,06	
März	3,2	3,1	3,1	3,1	3	3,1	3,1	3,1	3,100
April	1)								
Mai	3,19	3,42	3,36	3,28	3,33	3,14	3,22	3,11	
Juni	2,8	2,88	3,08	3,25	3,28	2,97	3,28	3,11	
Juli_12	1,31	1,81	2,85	3,05	3,19	3,16	2,74	2,09	
Juli_31 6)	1,4	1,6	2,5	2,6	2,9	2,8	2,5	1,9	
August	1,16	1,81	2,71	2,99	3,14	3,02	1,64	1,89	
September	0,82	1,52	2,65	3,04	3,05	2,34	2,12	2,18	
Oktober	0,05	0,21	0,85	1,84	1,86	1,67	1,44	1,41	
November	2,43	2,54	2,45	2,37	2,4	2,43	2,53	2,46	2,451
Dezember	1,38	1,55	1,47	1,54	1,47	1,5	1,55	1,58	1,505
Mittelwert	1,8964	2,1418	2,5509	2,7373	2,7873	2,6527	2,4673	2,3536	
Median	1,40	1,81	2,71	3,04	3,04	2,97	2,53	2,18	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
<b>Jan. "1996"</b>	1)								
Februar	1)								
März	1)								
April	1)								
Mai	1)								
Juni	2,71	2,97	3,61	3,98	4,15	4,15	4,49	4,46	4,246
Juli	2)	2)	2,68	2,4	2,06	2,09	1,98	2,32	
August	1,69	2,01	2,23	2,8	2,88	2,97	2,99	2,65	
September	0,9	1,16	1,98	2,26	2,71	2,6	2,57	2,6	
Oktober	1)								
November	0,17	0,37	1,44	1,92	2,4	2,68	2,6	2,65	
Dezember	3,5	3,67	3,53	3,81	3,7	3,86	3,87	3,39	3,666
Mittelwert	1,7940	2,0360	2,5783	2,8617	2,9833	3,0583	3,0833	3,0117	
Median	1,69	2,01	2,46	2,60	2,80	2,83	2,80	2,65	



Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee  
N/Nitrat (mg/l) (Fortsetzung)

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan. "1997"	1)								
Februar	1)								
März	2,12	2,23	2,37	2,18	2,54	2,48	2,37	2,29	2,323
April_21	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,10	2,20	2,10	
April_23	2,40	2,34	2,46	2,03	2,51	2,54	2,54	2,54	
Mai	2,05	2,35	2,44	2,49	2,54	2,62	2,51	2,46	
Juni_5	2,15	2,26	2,43	2,47	2,54	2,60	2,46	2,63	
Juni_30	1,20	1,90	2,20	2,40	2,40	2,30	2,10	2,10	
Juli 3), 5)	1,44	2,09	2,37	2,51	2,15	2,32	1,07	2,01	
August	0,90	1,22	2,15	2,40	2,34	2,46	1,98	1,95	
September_3	0,68	0,99	1,98	2,32	2,48	2,29	1,86	1,95	
September_8	0,68	1,10	1,90	2,30	2,20	2,00	1,70	1,70	
Oktober	0,13	0,57	1,54	2,04	2,40	1,74	1,80	1,62	
November_14	0,69	0,61	1,27	2,11	2,32	2,14	1,80	2,02	
November_17	0,35	0,60	1,20	1,90	1,90	1,90	2,10	2,10	
Dezember	1,84	2,08	1,99	1,96	1,96	1,95	2,40	1,97	2,019
Mittelwert	1,3593	1,6243	2,0500	2,2507	2,3343	2,2457	2,0636	2,1029	
Median	1,32	1,99	2,18	2,31	2,40	2,30	2,10	2,06	

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan. "1998"	1)								
Februar	1)								
März	2,67	2,35	2,15	2,17	2,17	2,26	2,01	2,23	2,251
April	2,46	2,46	2,31	2,19	2,73	2,28	2,35	2,4	2,398
Mai	1,91	2,61	1,75	2,37	2,14	2,2	2,28	2,42	
Juni	1,41	1,64	2,03	1,69	2,28	2	1,86	1,64	
Juli	1,19	1,81	2	1,81	3,38	1,89	1,92	2,03	
August	0,5	1,18	1,91	2,03	2,14	2,22	1,97	1,74	
September	0,56	0,95	1,35	1,46	1,86	1,58	1,29	1,41	
Oktober	0,25	0,5	1,58	1,83	1,97	1,55	1,64	1,8	
November	0,45	1,58	2,11	1,75	1,52	1,69	1,81	1,89	
Dezember	2,09	2		1,97	1,97	2,03	2,03	1,91	2,000
Mittelwert	1,35	1,71	1,91	1,93	2,22	1,97	1,92	1,95	
Median	1,30	1,73	2,00	1,90	2,14	2,02	1,95	1,90	

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**N/Nitrat (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0	
Jan. "1999"	1)								
Februar	1)								
März	2,73	2,42	2,56	2,87	2,65	2,87	2,56	2,65	2,664
April	2,66	2,61	2,77	2,28	2,18	2,29	2,21	2,46	
Mai	2,37	2,12	2,55	2,53	2,65	2,41	1,98	1,93	
Juni	1,56	1,67	2,33	2,53	2,43	2,66	3,12	2,33	
Juli	1,78	2,3	2,49	2,58	2,72	2,64	2,71	2,49	
August	1,01	1,58	1,91	2,1	2,36	2,49	1,86	1,6	
September	0,49	0,43	2,28	2,53	2,69	2,27	1,93	1,99	
Oktober	0,46	0,44	1,9	2,58	2,66	1,93	1,88	1,91	
November	0,22	0,47	1,4	2,12	2,22	2,04	2,06	1,99	
Dezember	1,85	1,8	2	2,09	1,99	2,06	1,84	2,05	1,960
Mittelwert	1,51	1,58	2,22	2,42	2,46	2,37	2,22	2,14	
Median	1,67	1,74	2,31	2,53	2,54	2,35	2,02	2,02	

- 1) keine Werte vorhanden
- 2) Boje verdriftet
- 3) Wert unter Nachweisgrenze
- 4) Probe ungültig
- 5) Probenahme nach starken Regenfällen
- 6) Probenahme nach Trockenperiode

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (S. 75-80)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1989"	7)							
Februar	11,9	11	11	10,8	10,7	10,8	10,8	10,9
März	9,9	10,1	11,3	11,5	11,6	11,5	12,6	13,5
April	1)							
Mai	0	0	3,5	4,4	5,3	5,9	13,8	11,3
Juni	0	0	0	2,5	3,3	3,5	11,6	11,4
Juli	0,1	0,1	3,2	2,6	3,2	4,7	12,4	14,5
August	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	10,7	10,4
September	0	0	0	0	0	0,2	7,9	11,1
Oktober	0	0	0	0	0	7	6,9	6,9
November	0	0	0,1	0,2	7,1	7,8	7,8	7,8
Dezember	0,3	2,6	4	4	4	4,1	4,3	4,8
Mittelwert	2,2	2,4	3,3	3,6	4,5	5,6	9,9	10,3
Median	0,1	0,1	1,7	2,6	3,7	5,3	10,8	11,0

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1990"	1,1	2,9	4	4,2	4,4	4,7	4,6	4,6
Februar	6,2	6,5	6,6	7	7,2	7,1	7,2	7,6
März	6,9	7,7	9,1	9,4	9,5	10,2	11,9	12,5
April	2,7	3,5	6,2	8,2	10,3	12,5	13,8	13,7
Mai	0,1	0,5	3,8	5,2	7,1	8,6	24	13,8
Juni	0	0	0,3	0,5	1,7	1,4	9,9	14,5
Juli	0	0	0	0,3	2,1	15,5	16,9	16,3
August	0	0	0	0	0,1	0,1	0,9	12,2
September	0	0	0	0	0	0,4	8,4	8,5
Oktober	0	0	0	0	0,1	3,8	7,1	12,1
November	0,1	0,1	0,8	2,8	2,8	2,8	2,8	3,3
Dezember	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	3,3
Mittelwert	1,6	2,0	2,8	3,3	4,0	5,8	9,2	10,2
Median	0,1	0,3	1,7	2,7	2,7	4,3	7,8	12,2

Fußnoten siehe S.79



**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan. "1991"	1)							
Februar	1,9	4,2	5,2	5,5	5,6	5,6	5,4	6,1
März	2,2	2,7	4,5	5,5	7,1	8,4	9,6	9,5
April	7)							
Mai	0,7	0,9	2,4	4,1	6,6	11,9	14	12,6
Juni	0,2	0,3	0,5	0,9	2,5	7,3	11	10,4
Juli	0,2	0,4	0,4	0,4	1,4	3	9,5	11,7
August	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	1,2	4,5	14,7
September	0	0	0	0	0	0,2	1,8	16,1
Oktober	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	2,3	9,9	10,3
November	0,2	0,2	0,4	7,1	7,4	7,5	7,8	8,1
Dezember	0,2	0,3	0,8	6,4	6,4	6,5	6,6	7,6
Mittelwert	0,6	0,9	1,5	3,0	3,8	5,4	8,0	10,7
Median	0,2	0,3	0,5	2,5	4,1	6,1	8,7	10,4

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan. "1992"	1)							
Februar	1)							
März	6,6	6,4	6,4	6,7	6,6	6,5	7,0	5,1
April	8,2	8,9	8,6	8,6	8,6	8,8	8,4	8,8
Mai	3,3	5,6	7,1	6,9	7,1	8,0	8,4	8,0
Juni	3,7	6,3	7,0	8,3	6,7	5,6	7,1	8,6
Juli	7)							
August	3,6	2,4	5,2	5,6	5,7	4,9	8,1	8,2
September	2,4	3,1	4,3	7,0	5,7	5,6	7,1	7,5
Oktober	1)							
November	5,5	6,4	7,5	6,2	7,0	7,0	6,9	7,0
Dezember	5,4	5,6	5,6	5,8	5,8	6,1	6,3	6,0
Mittelwert	4,8	5,6	6,5	6,9	6,7	6,6	7,4	7,4
Median	4,5	6,0	6,7	6,8	6,6	6,3	7,1	7,7

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1993"	1)							
Februar	1)							
März	10,5	11,4	12,4	13,6	13,5	13,3	12,7	11,9
April	8	10,4	11,4	11,8	11,7	12,6	14,3	13,4
Mai	2,5	6,1	9,4	10,3	10,7	11,8	12,1	11,2
Juni	7)							
Juli	1)							
August	0	0,1	2,6	3,6	2,2	0,2	6,9	13,5
September	0	0	0	1,1	0,9	0,5	11,1	10,3
Oktober	0	0	0	0,5	0	2,5	8,8	9
November	1)							
Dezember	5,1	5,4	6,5	5,6	5,6	5,5	5,3	5,5
Mittelwert	3,7	4,8	6,0	6,6	6,4	6,6	10,2	10,7
Median	2,5	5,4	6,5	5,6	5,6	5,5	11,1	11,2

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1994"	1)							
Februar	1)							
März	7)							
April 5)	10,4	11,4	12,1	12,7	13,5	13	12,6	13,2
Mai	1)							
Juni	4,9	7,2	10	12,4	13,2	10,9	13,6	13,6
Juli	1)							
August 6)	4,9	5,7	6,4	10,5	9,5	4,2	8	9,3
September	6,7	6,7	7,4	9,3	11,8	6,1	11,6	13,8
Oktober	7,5	8,4	9,4	11,6	9,7	15,5	15,2	16,1
November	7)							
Dezember	7)							
Mittelwert	6,9	7,9	9,1	11,3	11,5	9,9	12,2	13,2
Median	6,7	7,2	9,4	11,6	11,8	10,9	12,6	13,6

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan. "1995"	1)							
Februar	1)							
März	8,7	8,8	9,9	9,9	9	8,6	7,5	8,7
April	1)							
Mai	14	15,3	16	16,9	16,7	16,1	18,4	14,9
Juni	7)							
Juli	2,2	2,3	4,4	6,3	5,6	3,5	2,3	11,4
August	2	2,3	3,6	4,9	4,5	3	1,9	8
September	1,8	2	2,4	5,1	3,6	3,6	6,3	11,8
Oktober	3	2,9	2,9	3,1	3,1	4,1	6,6	9,8
November	7)							
Dezember	6,3	7,7	8,3	7,8	8,9	7,4	9,6	12
Mittelwert	5,4	5,9	6,8	7,7	7,3	6,6	7,5	10,9
Median	3,0	2,9	4,4	6,3	5,6	4,1	6,6	11,4

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan. "1996"	1)							
Februar	1)							
März	1)							
April	1)							
Mai	1)							
Juni	2	2,4	1,5	4,5	5,7	5,5	6,9	9,6
Juli	2)	2)	3,1	4,5	3,7	3,9	5,7	12
August	0	0	0,8	1,2	1,6	2,6	4,8	11,1
September	0,6	1,9	0,1	0,5	1	1,1	5,3	10,1
Oktober	1)							
November	1,9	2,4	4,2	4,2	5,6	9,3	9,2	9,6
Dezember	9,5	8,5	9,9	8,9	9,9	10,4	10,6	11,3
Mittelwert	2,8	3,0	3,3	4,0	4,6	5,5	7,1	10,6
Median	1,9	2,4	2,3	4,4	4,7	4,7	6,3	10,6

**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1997"	1)							
Februar	1)							
März	5,9	6,7	7,6	7,4	8,1	8,7	9,6	11,1
April_21	9,3	9,5	9,9	10,1	10,3	10,8	10,9	11
April_23	8,1	9,5	9,6	9,8	10,7	9,1	10,7	10,5
Mai	5,9	6,7	7,7	8,2	8,8	8,7	9,6	9,4
Juni_5	2,9	3,9	6,8	6,8	7,2	7,2	10,3	14,0
Juni_30	0,1	0,8	5,2	5,7	4,9	4,0	7,3	9,5
Juli 5)	3,2	3,8	5,3	6,7	5,6	4,6	6,6	7,5
August	2,8	2,9	3,3	5,9	5,5	3,3	4,9	11,5
September_3	2,6	3,3	2,8	2,2	2,8	2,2	2,6	7,8
September_8	0,3	0,7	0,3	2,5	2,3	7,0	8,7	8,8
Oktober	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	6,9	6,8	6,7
November_14	0,1	0,1	0,2	3,6	6,5	6,5	6,4	6,5
November_17	0,1	0,1	0,2	5,7	5,9	6,0	5,8	5,9
Dezember	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Mittelwert	3,3	3,8	4,6	5,7	6,0	6,4	7,5	8,9
Median	2,85	3,55	5	5,8	5,75	6,7	7,05	9,1

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan."1998"	1)							
Februar	1)							
März	11,4	11,8	11,7	11,6	11,4	11,3	11	11
April	8,6	9,5	10,6	11,3	12	12,5	12,3	12,1
Mai	4,7	8,2	10	10,3	10,6	12,2	11,8	11,3
Juni	0,4	0,5	6,6	7,7	9	10	10,5	11,6
Juli	0,3	0,4	4,4	6,3	6,4	2,9	9,6	11,1
August	0,4	0,4	0,6	4,9	5	0,7	4	10,1
September	0,4	0,5	0,5	1,9	7,5	6,5	13,6	14,7
Oktober	0,5	0,5	0,5	0,6	1,5	9,2	10,3	10,2
November	0,4	0,5	0,6	9	10,6	10,4	10,2	10,4
Dezember	8,2	8,6	8,5	8,4	8,4	8,3	8,1	8,1
Mittelwert	3,5	4,1	5,4	7,2	8,2	8,4	10,1	11,1
Median	0,5	0,5	5,5	8,1	8,7	9,6	10,4	11,1

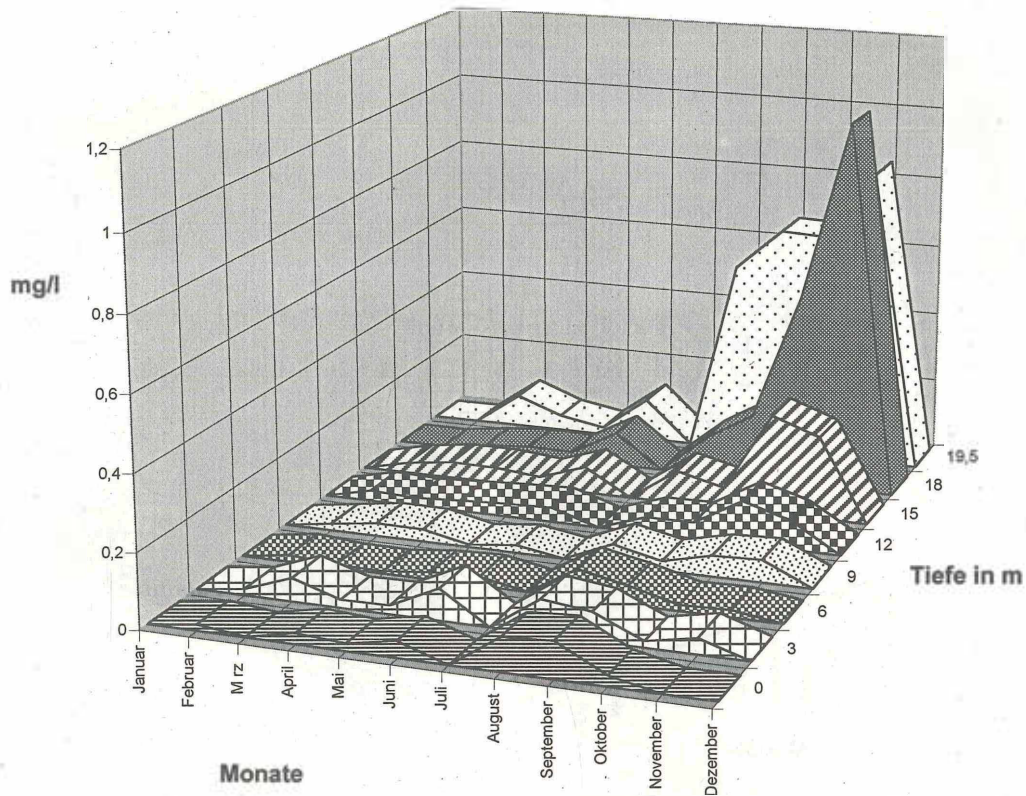


**Anlage 3: Meßergebnisse der ANL von 1989-1999 – Abtsee**  
**Sauerstoffgehalt (mg/l) (Fortsetzung)**

Seetiefe in m	19,5	18	15	12	9	6	3	0
Jan. "1999"	1)							
Februar	1)							
März	9,7	10,9	11	10,9	10,9	11	10,9	11,1
April	4,6	7,6	8,8	9,6	9,7	10,5	12,3	12,2
Mai	5,8	8,7	9,3	9,8	11	11,1	12,6	13,3
Juni	4,8	4,8	5,1	6,8	8,6	6,3	8,3	14,5
Juli	0,4	1,7	5,5	6,6	6,6	3,3	7,2	13,7
August	0,4	0,5	0,7	4,1	4,5	0,7	6	11,2
September	0,2	0,2	0,3	2,9	2,9	0,3	11,1	12
Oktober	0,2	0,2	0,3	1,7	1,6	7,8	13,2	13,2
November	0,2	0,2	0,2	0,3	14,4	12,6	10,8	10,7
Dezember	1,6	6,4	11,7	13,2	12	11,1	10,1	10,4
Mittelwert	2,8	4,1	5,3	6,6	8,2	7,5	10,3	12,2
Median	1,0	3,3	5,3	6,7	9,2	9,2	10,9	12,1

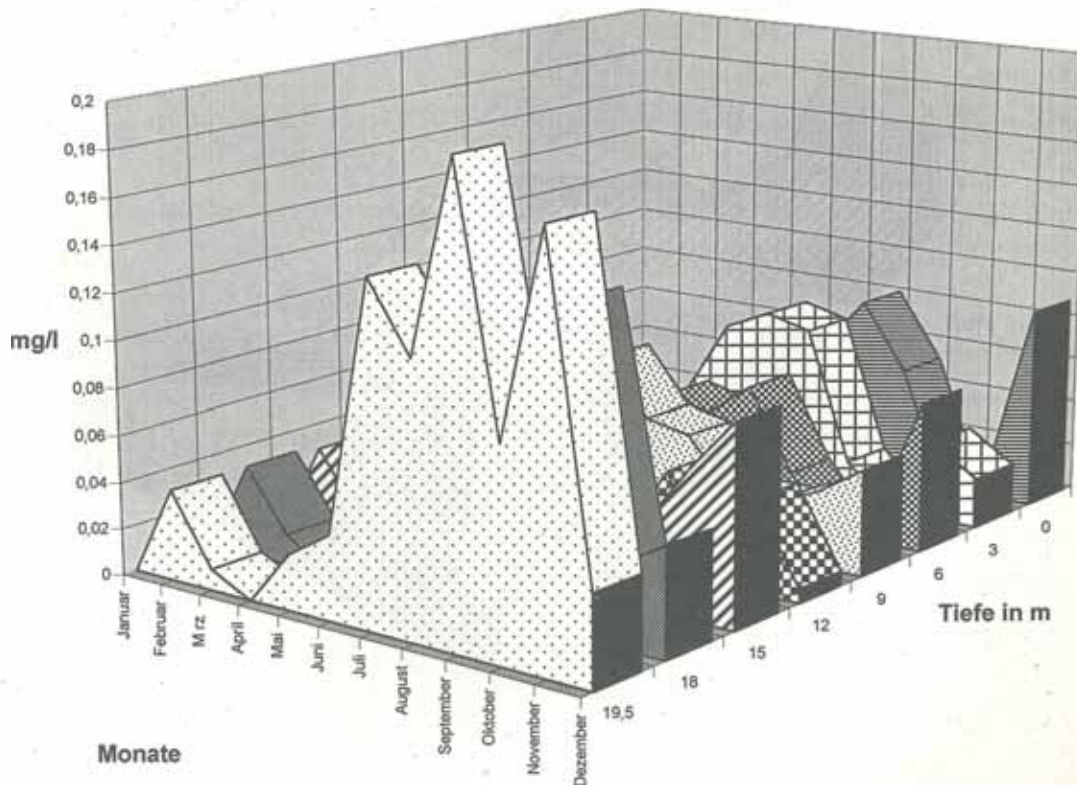
- 1) keine Werte vorhanden
- 2) Boje verdriftet
- 3) Wert unter Nachweisgrenze
- 4) Probe ungültig
- 5) Probenahme nach starken Regenfällen
- 6) Probenahme nach Trockenperiode
- 7) Oximeter defekt

**Abtsee: Gesamtphosphor 1991**

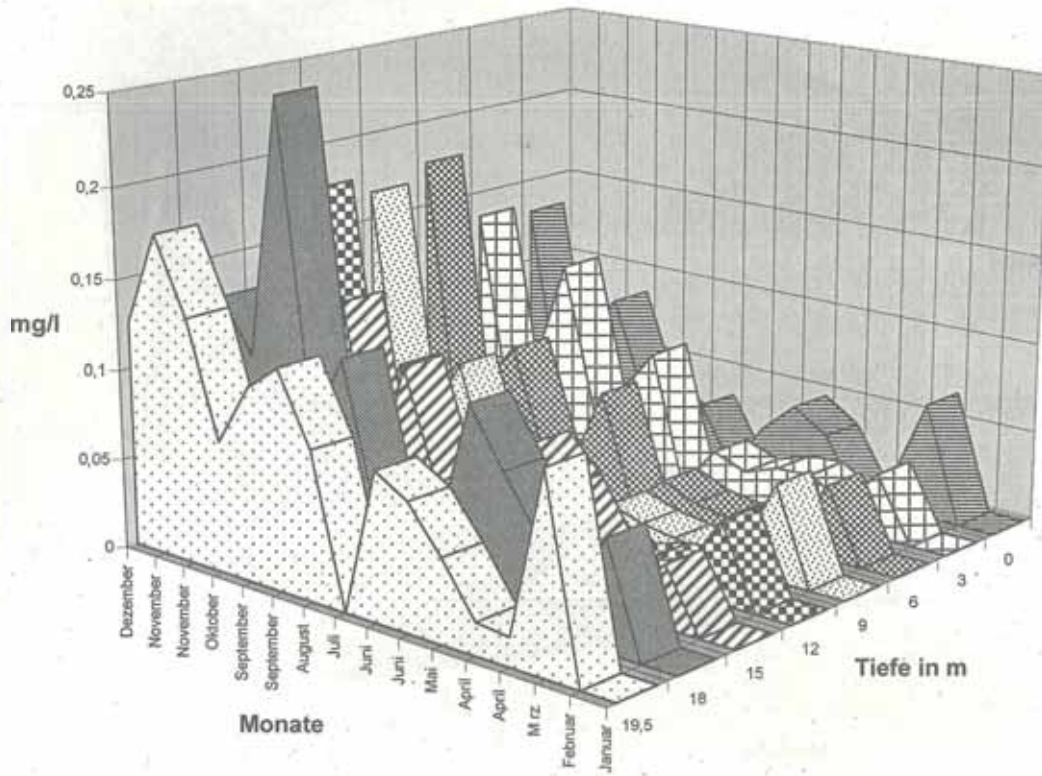


Anmerkung: durch den sehr hohen Wert von 0,187 mg/l im September kann der optische Eindruck der sonstigen Werte täuschen (vgl. sonstige Obergrenzen der Y-Achsen).

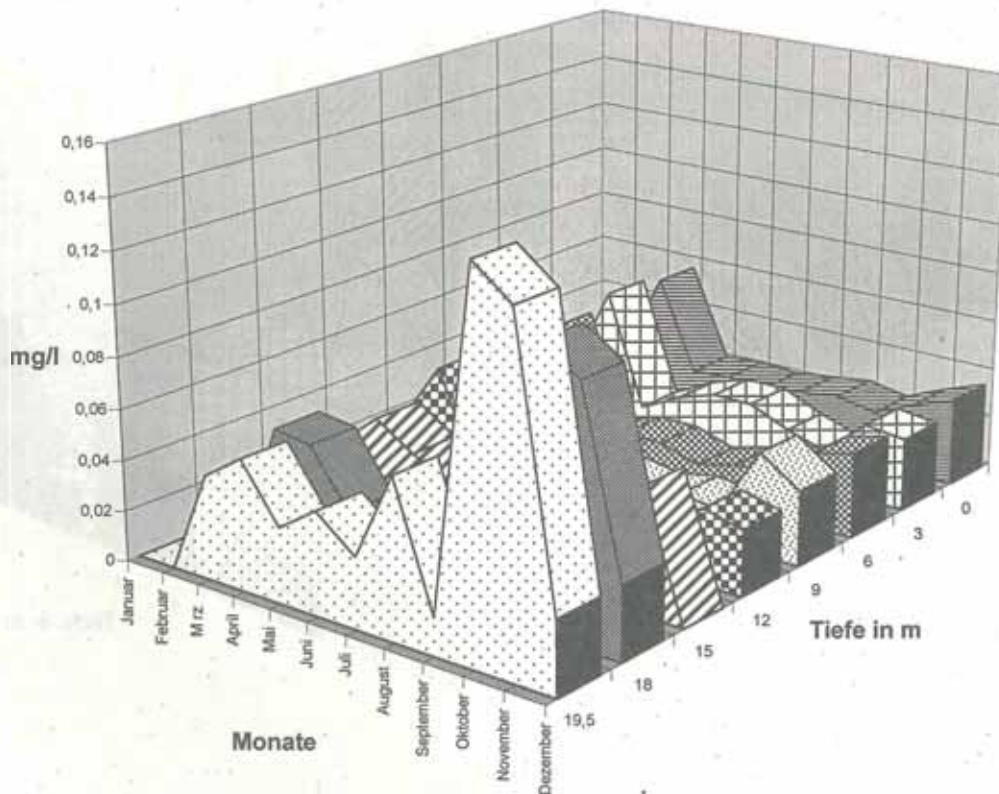
**Abtsee: Gesamtphosphor 1995**



**Abtsee: Gesamtphosphor 1997**



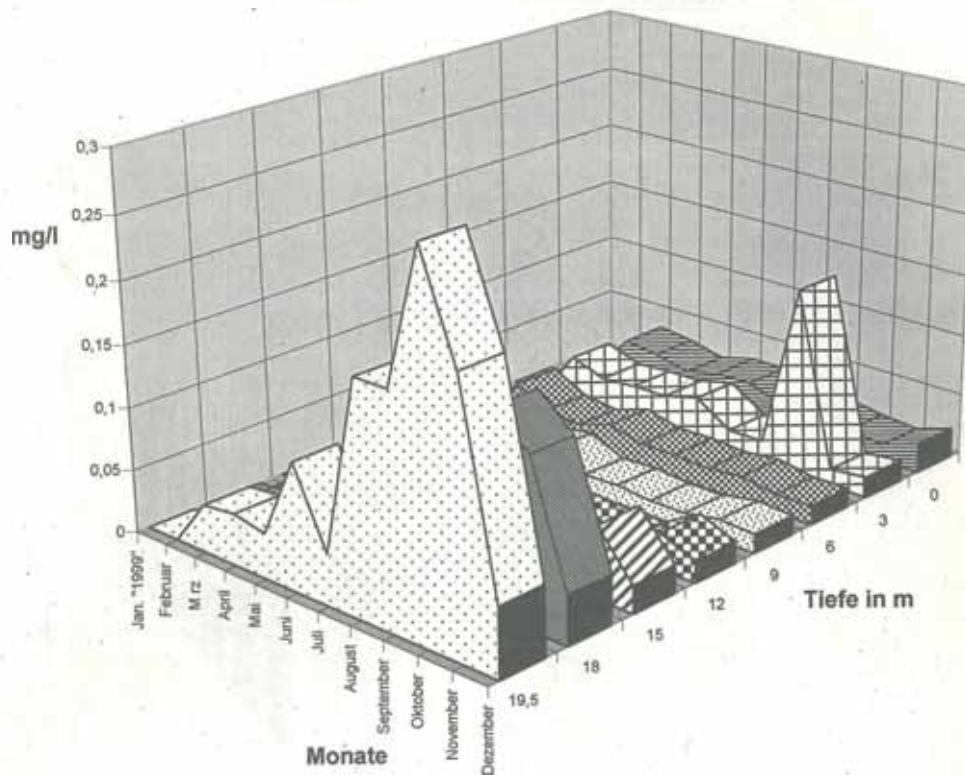
**Abtsee: Gesamtphosphor 1998**





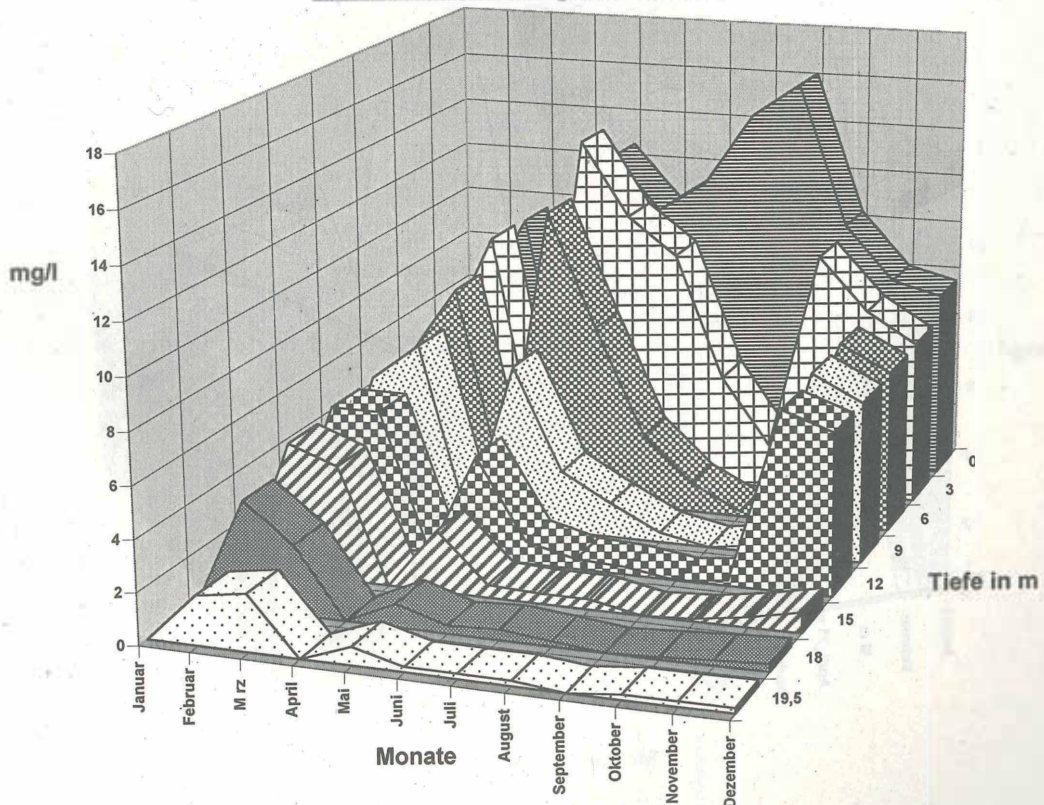
Anlage 4: Diagramme zu Ges-P 1991-1999 (ANL 2000) (Fortsetzung)

Abtsee: Gesamtphosphor 1999



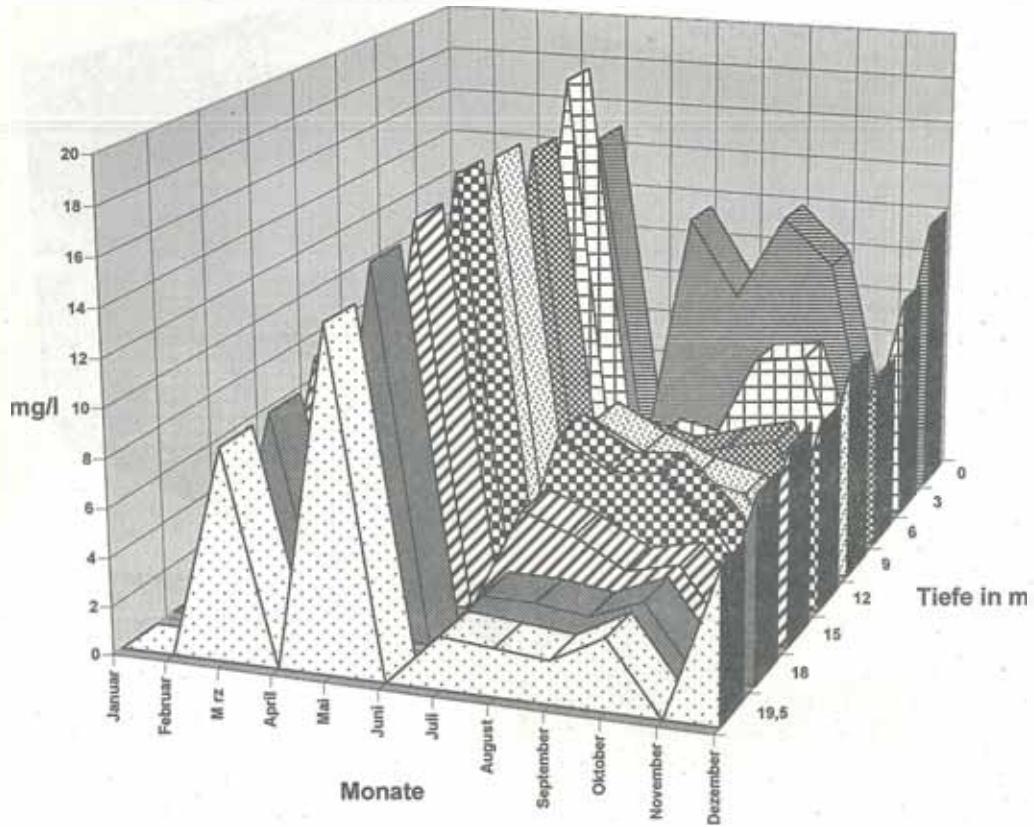
Anlage 5: Diagramme zum Sauerstoffgehalt 1991-1999 (ANL 2000) (S. 83-85)

Abtsee: Sauerstoffgehalt 1991

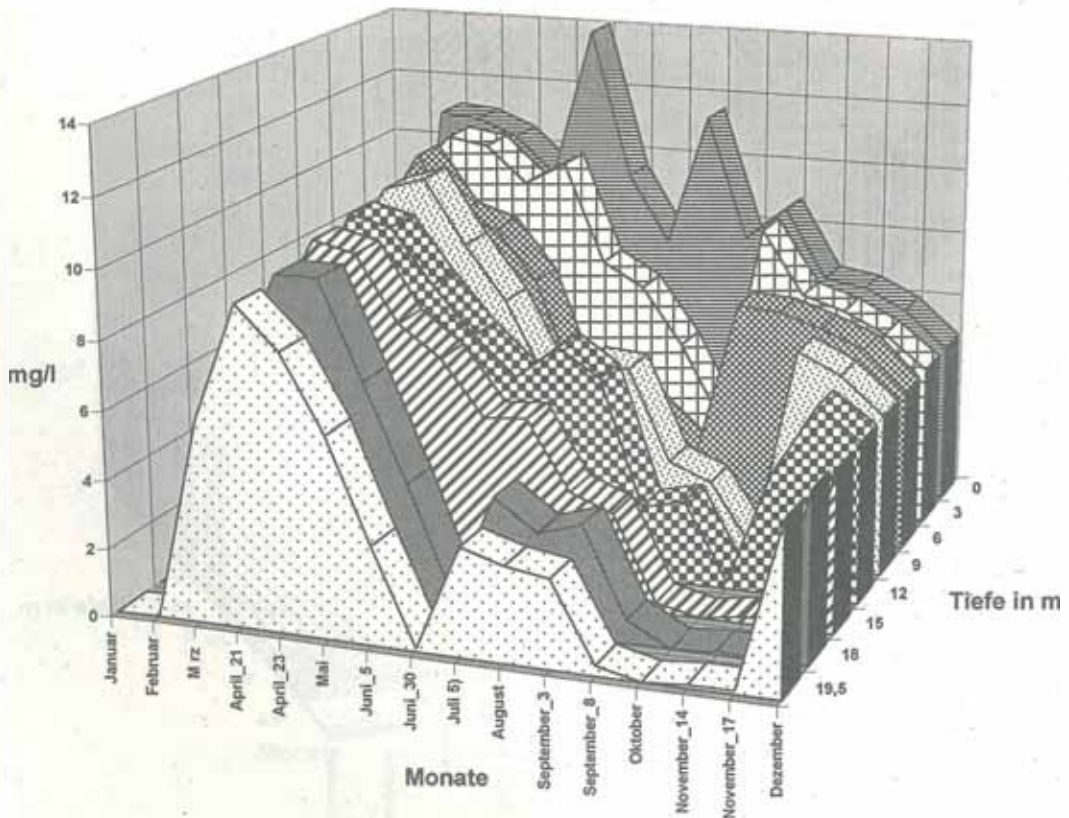




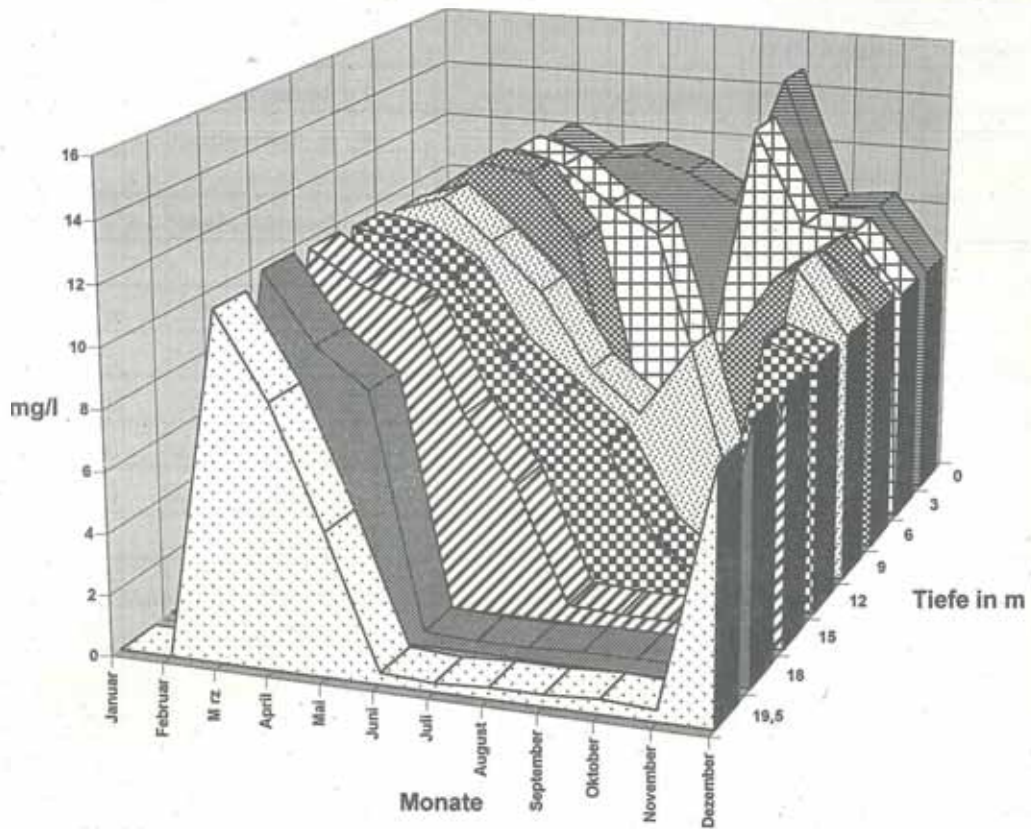
**Abtsee: Sauerstoffgehalt 1995**



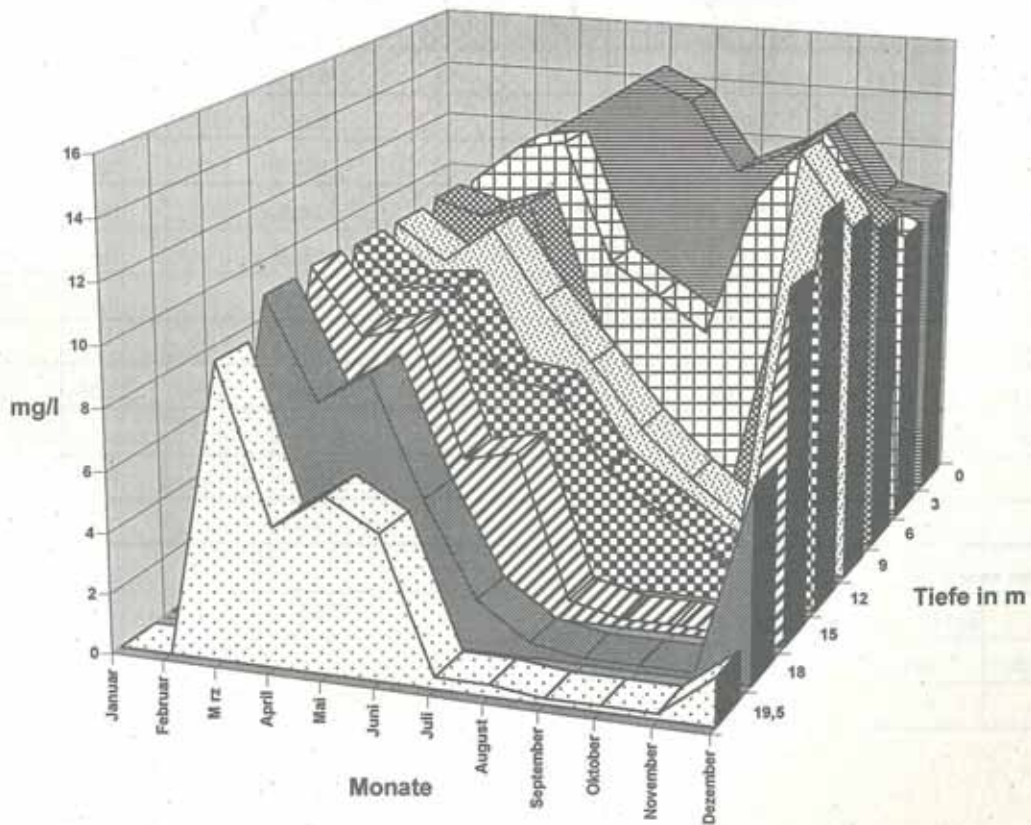
**Abtsee: Sauerstoffgehalt 1997**



**Abtsee: Sauerstoffgehalt 1998**



**Abtsee: Sauerstoffgehalt 1999**



Anlage 6: Meßergebnisse der ANL von 1990-1999 – Zuflüsse zum Abtsee (S. 86-90)

Gesamtphosphor-Meßwerte (mg/l)									
Meßstellen	1 = Badhäusgraben			6 = Gaberibach					
	2 = Rossgraben vor Mündung Zufluß Leustetten			7 = Weidmoosgraben					
	3 = Zufluß Leustetten			8 = Schinderbach See					
	4 = Rossgraben Mündung See			9 = Schinderb., Straß					
	5 = Haarmoos-/Fischergraben								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan."1990"	0,555	0,566 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,62 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,143	0,2
Februar	0,172	0,156 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,172 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,088	0,088
März	0,079	0,111 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,075 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,089	0,093
April	0,068	0,115 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,144 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,104	0,104
Mai	0,08	0,056 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,071 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,08	0,058
Juni	0,124	0,187 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,215 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,123	0,18
Juli	0,235	0,248 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,248 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,2	0,18
August	0,133	0,079 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,101 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,056	0,071
September	0,189	0,27 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,248 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,091	0,151
Oktober	0,029	0,043 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,058 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,05	0,074
November	0,039	0,071 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,076 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,039	0,031
Dezember	0,098	0,098 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,126 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,114	0,107
Mittelwert	0,150	0,167				0,180		0,098	0,111
Median	0,111	0,113				0,135		0,090	0,099
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan."1991"	0,034	0,055 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,061 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,044	0,071
Februar	0,073	0,094 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,073 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,097	0,061
März	0,035	0,054 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,084 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,059	0,07
April	0,031	0,123 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,048 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,031	0,009
Mai	0,068	0,091 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,039 <sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0,045	0,072
Juni bis Dez.	<sup>1)</sup>								
Mittelwert	0,048	0,083				0,061		0,055	0,057
Median	0,035	0,091				0,061		0,045	0,070

Fußnoten siehe S.89



Anlage 6: Meßergebnisse der ANL von 1990-1999 – Zuflüsse zum Abtsee (Fortsetzung)

Meßstellen	1 = Badhäuslgraben			6 = Gaberlbach					
	2 = Rossgraben vor Mündung Zufluß Leustetten			7 = Weidmoosgraben					
	3 = Zufluß Leustetten			8 = Schinderbach See					
	4 = Rossgraben Mündung See			9 = Schinderb., Straß					
	5 = Haarmoos-/Fischergaben								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1992"	0,113	0,096	1)	1)	1)	0,011	1)	0,101	0,089
Februar	0,015	0,013	1)	1)	1)	0,031	1)	0,031	0,063
März	0,023	0,047	1)	1)	1)	0,094	1)	3)	0,104
April	0,019	0,026	1)	1)	1)	0,066	1)	0,039	0,088
Mai	0,052	0,074	1)	1)	1)	0,049	1)	0,025	0,052
Juni	0,127	0,161	1)	1)	1)	0,214	1)	0,18	0,238
Juli	0,19	0,11	1)	1)	1)	0,121	1)	0,249	0,121
August	1)		1)	1)	1)		1)		
September	0,187	0,082	1)	1)	1)	0,223	1)	0,692	0,435
Oktober	0,089	0,031	1)	1)	1)	0,111	1)	0,066	0,074
November	0,056	0,144	1)	1)	1)	0,049	1)	0,118	0,063
Dezember	0,056	0,029	1)	1)	1)	0,038	1)	0,02	0,02
Mittelwert	0,084	0,074				0,092		0,152	0,122
Median	0,056	0,074				0,066		0,084	0,088
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1993"	0,096	0,115	1)	1)	1)	0,163	1)	0,081	0,107
Februar	0	0	1)	1)	1)	0,068	1)	0	0,06
März	0,058	0,023	1)	1)	1)	0,041	1)	0,023	0
April	0,053	0,053	1)	1)	1)	0,018	1)	0	0,053
Mai	0,033	0,071	1)	1)	1)	0,16	1)	0,054	0,08
Juni	0,053	0,053	1)	1)	1)	0,065	1)	0,028	0,016
Juli	0,124	0,125	1)	1)	1)	0,088	1)	0,08	0,05
August	0,06	0,091	1)	1)	1)	0,134	1)	0,043	0,055
September	0,115	0,094	1)	1)	1)	0,101	1)	0,121	0,041
Oktober	0,022	0,037	1)	1)	1)	3)	1)	3)	0
November	0,022	0,026	1)	1)	1)	0,033	1)	0,015	0,063
Dezember	1)		1)	1)	1)		1)		
Mittelwert	0,058	0,063				0,087		0,045	0,048
Median	0,053	0,053				0,078		0,036	0,053



Anlage 6: Meßergebnisse der ANL von 1990-1999 – Zuflüsse zum Abtsee (Fortsetzung)

Meßstellen	1 = Badhäusigraben			6 = Gaberbach					
	2 = Rossgraben vor Mündung Zufluß Leustetten			7 = Weidmoosgraben					
	3 = Zufluß Leustetten			8 = Schinderbach See					
	4 = Rossgraben Mündung See			9 = Schinderb., Straß					
	5 = Haarmoos-/Fischergraben								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1994"	0,039	0,034	1)	1)	1)	0,046	1)	0,038	0,044
Februar	0,065	0,026	1)	1)	1)	0,053	1)	0,01	0,011
März	0,034	0,046	1)	1)	1)	0,036	1)	0,025	0,031
April	0,053	0,033	1)	1)	1)	0,071	1)	0,104	0,053
Mai	1)		1)	1)	1)		1)		
Juni	0,04	0,015	1)	1)	1)	0,073	1)	0,028	0,046
Juli	1)		1)	1)	1)		1)		
August	0,089	0,162	1)	1)	1)	0,146	1)	0,13	0,201
September	0,093	0,031	1)	1)	1)	0,031	1)	0,058	0,055
Oktober	0,086	0,104	1)	1)	1)	0,107	1)	0,066	0,167
November	0,06	0,048	1)	1)	1)	0,029	1)	0,024	0,063
Dezember	0	0,024	1)	1)	1)	0,011	1)	0,013	0
Mittelwert	0,056	0,052				0,060		0,050	0,067
Median	0,057	0,034				0,050		0,033	0,050
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1995"	0 <sup>3)</sup>		1)	1)	1)	0,011	1)	0,011	0
Februar	0,032	0,032	1)	1)	0,026	0,011	0,021	0,032	0,038
März	0,028	0,035	1)	1)	0,026	0,022	0,023	0,029	0,043
April	1)								
Mai	0,084	0,114	1)	1)	0,348	0,054	0,098	0,038	0,103
Juni <sup>5)</sup>	0,055	0,093	1)	1)	0,129	0,086	0,028	0,055	0,106
Juli	0,05	0,113	1)	1)	1)	0,104	1)	0,035	0,064
August	1)								
September	1)								
Oktober	0,079	0,085	1)	1)	6)	0,076	0,078	0,041	0,059
November	0,039	0,039	1)	1)	0,071	0,081	0,059	0,009	0,031
Dezember	1)								
Mittelwert	0,046	0,073			0,120	0,056		0,031	0,056
Median	0,045	0,085		0,071	0,065		0,034	0,051	

Anlage 6: Meßergebnisse der ANL von 1990-1999 – Zuflüsse zum Abtsee (Fortsetzung)

Meßstellen	1 = Badhäusgraben			6 = Gaberlbach					
	2 = Rossgraben vor Mündung Zufluß Leustetten			7 = Weidmoosgraben					
	3 = Zufluß Leustetten			8 = Schinderbach See					
	4 = Rossgraben Mündung See			9 = Schinderb., Straß					
	5 = Haarmoos-/Fischergraben								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1996"	1)								
Februar	0,103	0,069	1)	1)	0,164	0,019	1)	3)	0,09
März	0,051	0,079	1)	1)	8)	0,043	1)	0,033	0,037
April	0,086	0,043	1)	1)	0,199	0,094	1)	0,081	0,066
Mai	0,071	0,108	1)	1)	0,233	0,095	1)	0,081	0,069
Juni	1)								
Juli	0,073	0,106	1)	1)	8)	0,069	1)	0,073	0,068
August	0,064	0,034	1)	1)	0,172	0,1	1)	3)	0,047
September	1)								
Oktober	0,046	0,051	1)	1)	8)	0,049	1)	0,02	0,011
November	0,058	0,049	1)	1)	8)	0,045	1)	0,069	0,042
Dezember	0,036	0,134	1)	1)	0,256	0,11	1)	0,139	0,066
Mittelwert	0,065	0,075			0,205	0,069		0,071	0,055
Median	0,064	0,069			0,199	0,069		0,073	0,066
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1997"	1)								
Februar	1)								
März	0,111	0,093	1)	1)	0,071	0,095	0,064	0,03	0,063
April_8	0,016	0,055	1)	1)	8)	0,05	3)	0,026	0,048
April_21	0,034	0,054	1)	1)	1)	1)	0,057	0,033	1)
Mai	0,026	0,073	1)	1)	8)	0,068	0,013	0,034	0,051
Juni_25	0,046	0,046	1)	1)	8)	0,106	0,115	0,025	0,098
Juni_30	0,056	0,075	1)	1)	1)	1)	0,089	0,024	1)
Juli	0,144	0,15	1)	1)	0,229	0,163	0,108	0,064	0,079
August	0,036	0,086	1)	1)	8)	0,105	0,086	0,077	0,084
September	0,052	0,089	1)	1)	1)	1)	0,089	0,024	1)
Oktober	0,15	0,09	1)	0,09	0,22	0,19	0,2	0,05	0,065
November_14	0,11	0,085	1)	0,08	0,105	0,11	0,73	0,055	0,08
November_17	0,055	0,057	1)	1)	1)	1)	0,089	0,043	1)
Dezember	0,190	0,130	1)	0,125	0,165	0,245	0,270	0,090	0,135
Mittelwert	0,079	0,083		0,098	0,158	0,126	0,159	0,044	0,078
Median	0,055	0,085		0,09	0,165	0,106	0,089	0,034	0,079

Anlage 6: Meßergebnisse der ANL von 1990-1999 – Zuflüsse zum Abtsee (Fortsetzung)

Meßstellen	1 = Badhäuslgraben				6 = Gaberbach				
	2 = Rossgraben vor Mündung Zufluß Leutstetten				7 = Weidmoosgraben				
	3 = Zufluß Leutstetten				8 = Schinderbach See				
	4 = Rossgraben Mündung See				9 = Schinderb., Straß				
	5 = Haarmoos-/Fischergraben								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1998"	1)								
Februar	1)								
März	0,052	0,06	0,067	0,085	0,07	0,145	0,085	0,068	0,07
April	0,049	0,065	0,064	0,064	0,09	0,067	0,067	0,042	0,034
Mai	0,023	0,04	0,08	0,052	0,062	0,08	0,026	0,102	0,087
Juni	0,066	0,103	0,157	0,115	0,092	0,118	0,077	0,017	0,071
Juli	0,032	0,042	0,068	0,042	0,058	0,051	0,042	0,016	0,031
August	0,036	0,046	0,056	0,049	0,068	0,081	0,046	0,033	0,055
September	0,045	0,041	0,058	0,046	0,04	0,053	0,043	0,021	0,04
Oktober	0,032	0,036	0,048	0,053	0,033	0,046	0,042	0,022	0,036
November	0,121	0,106	0,162	0,093	0,07	0,116	0,1	0,04	0,05
Dezember	0,034	0,035	0,039	0,041	0,039	0,048	0,034	0,037	0,035
Mittelwert	0,049	0,057	0,080	0,064	0,062	0,081	0,057	0,040	0,051
Median	0,041	0,044	0,066	0,053	0,065	0,074	0,043	0,035	0,045
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jan. "1999"	0,031	0,035	0,039	0,039	0,05	0,044	0,044	0,035	0,04
Februar	0,034	0,035	0,034	0,035	0,046	0,044	0,042	0,03	0,041
März	0,014	0,031	0,031	0,034	0,063	0,048	0,03	0,038	0,035
April	0,029	0,038	0,041	0,039	0,086	0,045	0,041	0,026	0,039
Mai	0,019	0,043	0,062	0,041	0,024	0,053	0,05	0,026	0,034
Juni	0,026	0,046	0,07	0,053	0,06	0,063	0,041	0,034	0,057
Juli	0,045	0,051	0,077	0,058	0,041	0,07	0,06	0,038	0,036
August	0,113	0,111	0,119	0,068	0,077	0,126	0,113	0,276	0,087
September	0,038	0,049	0,061	0,051	0,044	0,092	0,032	0,017	0,075
Oktober	0,044	0,043	0,07	0,039	0,031	0,067	0,044	0,015	0,034
November	0,036	0,034	0,063	0,043	0,102	0,041	0,031	0,034	0,022
Dezember	0,046	0,046	0,048	0,041	0,077	0,049	0,06	0,026	0,034
Mittelwert	0,041	0,049	0,064	0,047	0,061	0,065	0,050	0,053	0,047
Median	0,037	0,045	0,063	0,042	0,062	0,058	0,043	0,030	0,036

1) kein Wert vorhanden

2)

3) Wert unter Nachweisgrenze

4) Probe ungültig

5) Probenahme nach starken Regenfällen

6) Probenahme nach Trockenperiode

7) Oximeter defekt

8) Wasserstand für Probenahme zu niedrig

**fett** = Probe durch WWA Traunstein

Anlage 7: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen (GSA Bad Reichenhall 1999) (S. 91-94)

Entnahmetag	Coliforme			Grenzwert	Leitwert
	Badhäusgraben	Haarmoosgraben	Weidmoosgraben		
	1	2	3		
28.08.89		4300	4300	10000	500
07.05.90		2400	2400	10000	500
02.08.90	9300	7500	3600	10000	500
10.06.91	430	430	930	10000	500
01.07.91		36	91	10000	500
22.07.91	210	<30	2400	10000	500
12.08.91		4300	2400	10000	500
26.08.91		4600	2400	10000	500
09.09.91		1500	390	10000	500
18.05.92		36	1500	10000	500
22.07.92		9300	4300	10000	500
07.09.92		11000	2100	10000	500
07.06.93		2400	750	10000	500
10.08.93			2300	10000	500
23.08.93		24000	24000	10000	500
16.05.94	2400	430	1500	10000	500
30.05.94	750	930	750	10000	500
13.06.94	930	2400	1500	10000	500
27.06.94		9300	4300	10000	500
11.07.94	2100	>24000	2400	10000	500
25.07.94		9300	930	10000	500
08.08.94	4300	110000	46000	10000	500
22.08.94		930	1500	10000	500
05.09.94		930	2400	10000	500
15.05.95		4300	4300	10000	500
29.05.95		230	430	10000	500
12.06.95		230	750	10000	500
26.06.95		7500	16000	10000	500
24.07.95		2400	9300	10000	500
07.08.95		1500	2400	10000	500
21.08.95		230	930	10000	500



Anlage 7: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen (GSA Bad Reichenhall 1999) (Fortsetzung)

Entnahmetag	Badhäusgraben	Haarmoosgraben	Weidmoosgraben	Grenzwert	Leitwert
	1	2	3		
04.09.95		430	430	10000	500
20.05.96	930	2400	2400	10000	500
10.06.96	2400	7500	7500	10000	500
25.06.96	930	1500	4300	10000	500
08.07.96	7500	4300	4300	10000	500
22.07.96	1200	4300	1400	10000	500
05.08.96	4600	2400	24000	10000	500
26.08.96	2400	2400	2400	10000	500
09.09.96	430	230	930	10000	500
26.05.97	930	750	750	10000	500
09.06.97	24000	4300	24000	10000	500
23.06.97	2400	91	2400	10000	500
08.07.97	1500	9300	2800	10000	500
21.07.97	4300	430	2400	10000	500
04.08.97	930	430	930	10000	500
18.08.97	4300	7500	46000	10000	500
01.09.97	4300	2400	2400	10000	500
25.05.98	930	930	930	10000	500
08.06.98	7500	9300	4300	10000	500
22.06.98	9300	24000	46000	10000	500
06.07.98	4300	110000	2400	10000	500
20.07.98	930	430	930	10000	500
03.08.98	930	7500	2400	10000	500
17.08.98	2400	430	2400	10000	500
31.08.98	2400	430	2400	10000	500
14.09.98	1500	930	930	10000	500
03.05.99	2400	7500	24000	10000	500
17.05.99	9300	9300	2100	10000	500
31.05.99	24000	4300	2400	10000	500
14.06.99	930	750	1500	10000	500
28.06.99	46000	46000	110000	10000	500
12.07.99	4300	2100	430	10000	500
26.07.99	4300	2100	4300	10000	500
09.08.99	2400	2400	24000	10000	500
23.08.99	9300	2000	9300	10000	500
06.09.99	930	4300	9300	10000	500

Anlage 7: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen (GSA Bad Reichenhall 1999) (Fortsetzung)

Entnahmetag	Fäkalcoli			Grenzwert	Leitwert
	Badhäusgraben	Haarmoosgraben	Weidmoosgraben		
	1	2	3		
28.08.89		2400	930	2000	100
07.05.90		930	2400	2000	100
02.08.90	2100	430	430	2000	100
10.06.91	430	430	430	2000	100
01.07.91		<30	<30	2000	100
22.07.91	210	<30	430	2000	100
12.08.91		430	430	2000	100
26.08.91		230	430	2000	100
09.09.91		91	91	2000	100
18.05.92		<30	1500	2000	100
22.07.92		2400	1500	2000	100
07.09.92		1200	430	2000	100
07.06.93		230	390	2000	100
10.08.93			930	2000	100
23.08.93		24000	9300	2000	100
16.05.94	430	230	430	2000	100
30.05.94	430	930	430	2000	100
13.06.94	930	2400	390	2000	100
27.06.94		210	1500	2000	100
11.07.94	200	>24000	930	2000	100
25.07.94		9300	430	2000	100
08.08.94	4300	15000	46000	2000	100
22.08.94		430	230	2000	100
05.09.94		230	930	2000	100
15.05.95		300	430	2000	100
29.05.95		230	230	2000	100
12.06.95		230	230	2000	100
26.06.95		3900	930	2000	100
24.07.95		2400	4300	2000	100
07.08.95		1500	430	2000	100
21.08.95		230	930	2000	100
04.09.95		430	430	2000	100
20.05.96	430	91	230	2000	100
10.06.96	230	430	430	2000	100

Anlage 7: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen (GSA Bad Reichenhall 1999) (Fortsetzung)

Entnahmetag	Badhäusgraben	Haarmoosgraben	Weidmoosgraben	Grenzwert	Leitwert
	1	2	3		
25.06.96	930	930	390	2000	100
08.07.96	230	4300	2400	2000	100
22.07.96	750	930	930	2000	100
05.08.96	2400	230	930	2000	100
26.08.96	2400	2400	2400	2000	100
09.09.96	430	230	430	2000	100
26.05.97	430	230	230	2000	100
09.06.97	9300	4300	24000	2000	100
23.06.97	2400	36	2400	2000	100
08.07.97	430	430	930	2000	100
21.07.97	750	430	150	2000	100
04.08.97	430	430	91	2000	100
18.08.97	1500	7500	15000	2000	100
01.09.97	430	430	930	2000	100
25.05.98	230	430	230	2000	100
08.06.98	4300	4300	2400	2000	100
22.06.98	230	930	390	2000	100
06.07.98	430	390	2300	2000	100
20.07.98	930	430	930	2000	100
03.08.98	430	1500	2400	2000	100
17.08.98	930	430	430	2000	100
31.08.98	930	430	430	2000	100
14.09.98	750	430	430	2000	100
03.05.99	30	30	30	2000	100
17.05.99	230	230	430	2000	100
31.05.99	430	430	230	2000	100
14.06.99	230	230	750	2000	100
28.06.99	440	210	4300	2000	100
12.07.99	200	230	30	2000	100
26.07.99	930	930	750	2000	100
09.08.99	930	430	4300	2000	100
23.08.99	4300	430	4300	2000	100
06.09.99	930	430	4300	2000	100

**Anlage 8: Maßnahmenkatalog 2000 zur Sanierung des Abtsees (Ergebnis der Abtseekonferenz 2000)**

Maßnahme	Einzel Schritte	Zuständigkeit
Verbesserung der Abwasserentsorgung	Entscheidung über eine Variante der Abwasserstudie mit Zeitrahmen zur Schaffung von Planungssicherheit Feststellung der Anwesen ohne 3-Kammergrube und/oder Einleitung ungeklärter Abwässer in Güllegruben Direkte Ansprache dieser Betriebe Mängelbeseitigung aus Hofbegehung 1996	Stadt Laufen
Verbesserung der Abwasserentsorgung	- Anschluß Schign, Moosen, Holzhausen an Abwasserleitung	Gmd. Saaldorf-Surheim
Umsetzung Gewässerpflegeplan	- Grabenräumung	Gmd. Saaldorf-Surheim
	- Anlage von Uferandstreifen	
	- Beginn konkreter Maßnahmen	Stadt Laufen
Förderung von Extensivierungsmaßnahmen	- Werbung für Neuabschlüsse nach neuem KULAP - Koordinierung der Maßnahmen zwischen AfLuE, Wasserwirtschaft und Gemeinden	AfLuE
Feststellung von Daten	- Aufschreibungen über Schnittzeitpunkte und Gülleausbringung - Festhalten von besonderen Witterungsereignissen	AfLuE
Feststellen von bakteriellen Belastungen	- Weiterführung der Untersuchungen	Staatl. Gesundheitsamt
	- Messungen in Seemitte	Staatl. Gesundheitsamt/ANL
Untersuchungen über Nährstoffgehalte	- Weiterführung der Untersuchungen	ANL
Eintragsminderung	- Überprüfen eines Anwesens mit Geflügelhaltung	Wasserwirtschaftsamt
	- Durchführung/Anordnung von Abhilfemaßnahmen	Landratsamt

**Anlage 9: Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Flächennutzung 1987: Nutzungsanteile Acker/Grünland (AUER 1988)	(10)	Abbildung 12: Nitrat-N 1989-1999	(28)
Abbildung 2: Flächennutzung 1991	(10)	Abbildung 13: Nitrat-N während Frühjahrs- und Herbstzirkulation	(29)
Abbildung 3: Wärmehaushalt in einem dimiktischen See (SCHWOERBEL 1993, 52)	(14)	Abbildung 14: Gesamt-P Zuflüsse Abtsee (in kg/Jahr)	(30)
Abbildung 4: Geologie im Einzugsgebiet (Lauferer Forschungsberichte 2, S.12)	(15)	Abbildung 15: Nitrat-N Zuflüsse (kg/Jahr) 1990-1999	(31)
Abbildung 5: Temperatur 1994-1998	(16)	Abbildung 16: Fischstandorte 1991-1993	(31)
Abbildung 6: Niederschlag 1994-98	(16)	Abbildung 17: Fischstandorte 1994-1996	(32)
Abbildung 7: Karte des Einzugsgebietes	(18)	Abbildung 18: Fischstandorte 1997-1999	(32)
Abbildung 8: Gesamt-Phosphor Abtsee 1997	(25)	Abbildung 19: Anzahl coliformer Keime 1990-1994	(34)
Abbildung 9: Wassertemperatur 1989-1999	(27)	Abbildung 20: Anzahl fäkalcoliformer Keime 1989-1994	(34)
Abbildung 10: Gesamt-P Abtsee 1990-1999	(27)	Abbildung 21: Anzahl coliformer Keime in 100 ml 1995-1997	(35)
Abbildung 11: Ges-P während Frühjahrs- und Herbstzirkulation	(28)	Abbildung 22: Anzahl fäkalcoliformer Keime 1995-1997	(36)



Abbildung 23: Niederschlag Mai-September 1997	(36)	Abbildung 29: Trophiezustand des Abtsees nach Vollenweider (1976)	(43)
Abbildung 24: Anzahl coliformer Keime 1998-1999	(37)	Abbildung 30: G-Phosphat bei Frühjahrzirkulation nach Vollenweider-Modell	(44)
Abbildung 25: Anzahl fäkalcoliformer Keime 1998-1999	(38)	Abbildung 31: Phosphatbilanz des durchschnittlichen Abtsee-Betriebes 1991	(47)
Abbildung 26: Niederschläge Mai-September 1998	(38)	Abbildung 32: Nährstoffbilanz im EZG Abtsee 1991-1999 (AFLuE 2000)	(48)
Abbildung 27: Niederschläge Mai-September 1999	(39)	Abbildung 33: KULAP-Flächen, Stand 1996	(51)
Abbildung 28: Die zwei Hauptarten des Abtsees mit Häufigkeiten und Datierung (KÖPF 1999)	(42)		

## Anlage 9: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Viehbestand im Einzugsbereich 1991	(11)	Tabelle 21: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen 1989-94	(34)
Tabelle 2: Aufwand an Nährstoffen für die mineralische Düngung in kg/ha LF	(11)	Tabelle 22: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli von 1989-94:	(35)
Tabelle 3: P-Einträge in die Oberflächengewässer der BRD (LfW zit. in AUER a.a.O., 26)	(12)	Tabelle 23: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Coliforme 1995-97	(35)
Tabelle 4: Siedlungsstruktur im Einzugsgebiet, Quelle: HAMM et al. (1988)	(13)	Tabelle 24: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli 1995-97	(36)
Tabelle 5: Steckbrief des Abtsees, Quelle: WWA (2000), verändert	(14)	Tabelle 25: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Coliforme 1998-99	(37)
Tabelle 6: Angaben zu Probenahmestellen	(19)	Tabelle 26: Bilanzierung der Leit- und Grenzwertüberschreitungen für Fäkalcoli 1998-99	(37)
Tabelle 7: Nährstoffaustrag aus Untersuchungsflächen (Quelle: BRENNER 1978) . .	(20)	Tabelle 27: Schnittzeitpunkte 1998 (AFLuE, Laufen 1999, mdl.)	(38)
Tabelle 8: Eintrag von P und NO <sub>3</sub> -N in den See (Quelle: BRENNER 1978)	(20)	Tabelle 28: Schnittzeitpunkte 1999 (AFLuE, Laufen 2000, mdl.)	(38)
Tabelle 9: Summe P-Eintrag (BRENNER 1978)	(21)	Tabelle 29: Bilanz für Wirtschaftsdünger im EZG 1991	(46)
Tabelle 10: Belastung durch P aus Siedlungsabwässern 1982 und 1988 (HAMM et al. 1988)	(21)	Tabelle 30: Bilanz der Gülleerzeugung und Lagerkapazität 1991	(46)
Tabelle 11: Abflußspende in m <sup>3</sup> /s der einzelnen Zuleiter	(22)	Tabelle 31: Phosphatversorgung der Böden (AFLuE 1992)	(46)
Tabelle 12: P-Belastung, Sondermeßprogramm WWA TS 1990/91	(22)	Tabelle 32: Versorgungsstufe der Böden im EZG (AFLuE 1992)	(47)
Tabelle 13: Gesamtphosphat in mg/l	(23)	Tabelle 33: Gesamt-Phosphatbilanz für das EZG 1991 (AFLuE 1992)	(48)
Tabelle 14: Nitrat in mg/l	(23)	Tabelle 34: KULAP-Kriterien (Teil A), Quelle: AFLuE, Laufen	(50)
Tabelle 15: Grenzwerte für Stillgewässer (KLAPPER 1992)	(24)	Tabelle 35: Einleitung der Abwässer in (Quelle: WWA TS, 1997b)	(52)
Tabelle 16: Chlorophyll-a Abtsee 1999 (Messungen ANL)	(26)	Tabelle 36: Mängel bei der Abwasserbeseitigung, Hofbegehung 1996 (Quelle: WWA TS, Februar 1997)	(52)
Tabelle 17: Chlorophyll-a Abtsee 1994 und 1997 (Messungen WWA TS) Quelle: WWA TS, 12.01.2000	(26)	Tabelle 37: Kostenschätzung laut Abwasserstudie Stadt Laufen im EZG des Abtsees (RICHTER 1998)	(53)
Tabelle 18: Mittlere Konzentrationen von Ges-P in den Zuflüssen von 1990-1999	(30)	Tabelle 38: Finanzübersicht der bisher durchgeführten Maßnahmen	(55)
Tabelle 19: Mittlere Konzentrationen von Nitrat-N in den Zuflüsse von 1990-1999	(30)		
Tabelle 20: Grenzwerte nach EU-Badegewässer-Richtlinie (Quelle: Anlage BayBadeGewV, 1998)	(33)		

## **Anlage 10: Fotoverzeichnis**

---

Foto 1: Der Abtsee	(7)	Foto 4: Blick auf das Freizeitgelände	(53)
Foto 2: Ufer des Abtsees mit Schilfgürtel	(9)	Foto 5: Laufener Pfadfinder bei der Ufersanierung	(54)
Foto 3: Landschaftlicher Eindruck aus dem Haarmoos	(49)		

## **Anlage 10: Verwendete Abkürzungen**

---

AfLuE . . .	Ämt für Landwirtschaft und Ernährung	LSG	Landschaftsschutzgebiet
ANL	Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege	N	Nitrat
BGL	Berchtesgadener Land	OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
EZG	Einzugsgebiet	P	Phosphor, Phosphat
GSA	Gesundheitsamt	StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
KULAP	Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm	StMLU	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
LfW	Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft	WWA TS	Wasserwirtschaftsamt Traunstein
LRA	Landratsamt		



## Teil 2: Phytoplankton und Trophie des Abtsees

Georgia BUCHMEIER

### Inhaltsverzeichnis (Teil 2)

<b>1. Einleitung</b>	<b>100</b>	4.1.3 Nitratstickstoff	103
<b>2. Untersuchtes Gewässer</b>	<b>100</b>	4.1.4 Gesamtphosphor	103
<b>3. Material und Methoden</b>	<b>101</b>	<b>4.2. Phytoplankton</b>	<b>104</b>
3.1 Probenahme	101	4.2.1 Sichttiefe, Biomasse und Nanoplankton	104
3.2 Wasseranalytik	101	4.2.2 Artenspektrum und Succession	105
3.3 Phytoplankton	101	4.2.3 Absolute und relative Biomassen der Großgruppen	106
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>102</b>	4.3 Trophische Bewertung	108
4.1 Chemisch-physikalische Parameter	102	<b>5. Diskussion</b>	<b>109</b>
4.1.1 Temperatur	102	<b>6. Schlußfolgerungen</b>	<b>110</b>
4.1.2 Sauerstoff	102	<b>7. Literatur</b>	<b>110</b>



Abbildung 1

Luftbild des Abtsees vom 26.10.85. Freigegeben unter Nr. G7-89577 durch die Reg. von Oberbayern



## 1. Einleitung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den trophischen Zustand des Abtsees zu beschreiben, zu diskutieren und mit früheren trophischen Situationen, insbesondere der als Leitbild definierten Situation vor 1980 (BADURA 2000), zu vergleichen.

Der Abtsee und seine Zuflüsse werden von der ANL seit 1990 einmal monatlich im Hinblick auf chemische und physikalische Wasserparameter untersucht. 1991 ergab die Berechnung des Jahresmittels einen Gesamtphosphorgehalt von 111 µg/l, was anhand der in Bayern gültigen Grenzwerte (Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen 1996) zur Einstufung polytroph führt. In den Jahren 1997 bis 1999 lagen die Gesamtphosphorgehalte im Jahresmittel wieder im eutrophen Bereich (52, 31 bzw. 34 µg/l) (cf. BADURA 2000). Auch anhand der Ergebnisse des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein war der See bisher aufgrund seiner Nährstoffverhältnisse als eutrophes Gewässer zu bewerten (BADURA 2000). Aus der von der ANL durchgeführten Diatomeenstratigrafie geht hervor, daß der See bis zu Beginn der 80er Jahre als meso-/schwach eutroph, nach 1986 als eu-/hocheutroph einzustufen war (KÖPF 1999).

Negative anthropogene Beeinflussung in Form der Eutrophierung von Seen ist in dicht besiedelten Gebieten weit verbreitet und auch für die Veränderungen im Abtsee am Anfang der 80er Jahre anzunehmen. Da in vielen Seen des Alpenvorlandes massive Eutrophierungsschübe ab den 50er Jahren erfolgten, sind auch schon zu dieser Zeit erhöhte Nährstoffeinträge in den Abtsee wahrscheinlich. Weil die Landwirtschaft als Mitverursacher für den eutrophen Zustand des Sees erachtet wurde, können heute Landwirte im Einzugsgebiet gefördert werden, sofern sie ihre Flächen extensiv bewirtschaften. Die Trophie wird aber nicht nur von der Menge der anthropogen oder natürlich zugeführten Nährstoffe, sondern auch von der Gewässermorphometrie, den klimatischen Bedingungen und seeinternen Prozessen beeinflusst. Diese können, wie auch die trophische Ausgangssituation, je nach Gewässer sehr verschieden sein. Wie stark sich eine Verringerung des Nährstoffeintrags im jeweiligen See auswirkt, kann daher nur im Einzelfall abgeschätzt werden. Seit 1990 sind die Gesamtphosphorkonzentrationen in den Zuflüssen tendenziell rückläufig (cf. BADURA 2000). Eine Verringerung des Nährstoffeintrags in den See läßt sich aufgrund der zu geringen Probenzahl und dem Fehlen zugehöriger Abflußmessungen damit aber nicht nachweisen. Eine dauerhafte Verringerung des Gesamtphosphorgehaltes während der Frühjahrszirkulation, welche als Anzeichen für eine beginnende Reoligotrophierung gedeutet werden könnte, wurde bisher noch nicht belegt (cf. BADURA 2000).

Die Abschätzung der Trophie, der Intensität der Primärproduktion im Gewässer, erfolgt meistens über die Gesamtphosphorkonzentration, die Sichttiefe und den Chlorophyll-a-Gehalt im See. Keiner dieser Parameter liefert aber eine absolut sichere Trophie-

bestimmung (VOLLENWEIDER 1979). ROTT (1987) gibt bei der Seenüberwachung der Phytoplanktonzählung – unter Verzicht auf Chlorophyllanalysen – den Vorzug. Aus diesem Grund wurde zusätzlich zu den chemisch-physikalischen Analysen in den Jahren 1999/2000 erstmalig das Algenplankton als Gradmesser für die Primärproduktion berücksichtigt. Phytoplanktonbiomasse, der Anteil des Nanoplanktons und die Planktonzusammensetzung im Jahresverlauf wurden für die Trophiebewertung herangezogen. Die Zusammensetzung und Menge des Phytoplanktons ist jedoch nicht nur von der Trophie des Gewässers abhängig, sondern wird durch Zooplankton und Fische beeinflusst. Abweichungen der nach der Nährstoffsituation erwarteten Phytoplanktonbiomasse sind daher möglich. Trotz dieser Wechselwirkungen zeigen hinsichtlich Morphometrie und Trophiegrad vergleichbare Seen gemäßiger Breiten ähnliche jahreszeitliche Zyklen der Phytoplanktonentwicklung (REYNOLDS 1982, 1988, ROTT 1984, SOMMER et al. 1986). Das Ausmaß der Kopplung zwischen den einzelnen Gliedern der Nahrungskette als Trophieindikator (BÜRGI 1992) läßt sich zumindest teilweise aus dem Jahresverlauf und der Größenzusammensetzung des Phytoplanktons abschätzen. Der Anteil des Nanoplanktons ist mit der Trophie korreliert (WATSON & KALFF 1981).

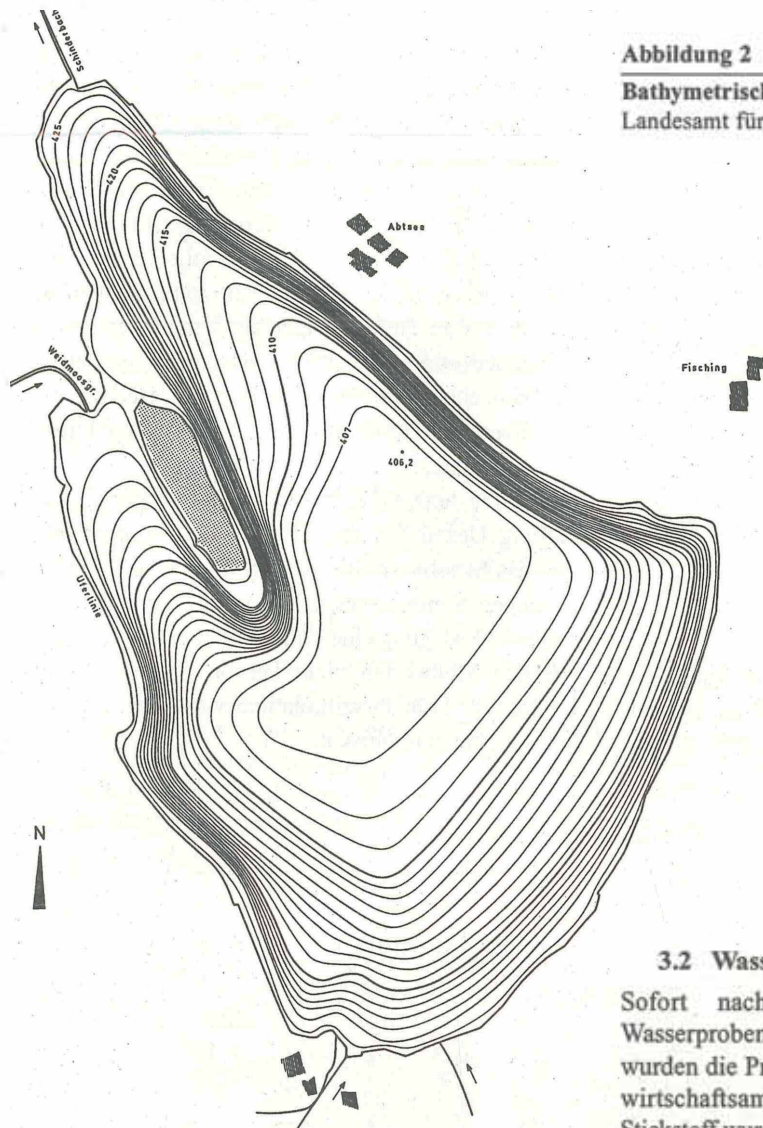
## 2. Untersuchtes Gewässer

Der Abtsee (Abb. 1), auch Abtsdorfer See genannt, liegt im bayerischen Alpenvorland (Landkreis Berchtesgadener Land, Deutschland). Sein Becken ist glazialen Ursprungs. Zuflüsse kommen aus Süden (Badhäuslgraben, Roßgraben) und Westen (Weidmoosgraben oder Gaberlbach). Der Abfluß (Schinderbach) befindet sich im Norden (Abb. 2). Im Einzugsgebiet überwiegen Moorböden. Es wird zu ca. 65% landwirtschaftlich genutzt. Das Seewasser ist braun gefärbt. Der Abtsee ist ein Hydrogen-Carbonat-Gewässer. MELZER & SIRCH (1987) geben für das sommerliche Epilimnion eine Härte von 10°dH an. Nach HÖLL (1986) ergibt dies die Einstufung mittelhart. Von Anfang Januar bis Anfang Februar ist der See gewöhnlich eisbedeckt. Sommerliche Freizeitnutzung durch Badegäste besteht hauptsächlich im Norden und Osten (Freizeitgelände und Schwimmbad). Weitere allgemeine Kenndaten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

**Tabelle 1**

**Geographische und morphometrische Kenndaten des Abtsees**

Lage 12°54'O, 47°55'N
Mittelwasserspiegel 426 m üNN
Volumen 9423000 m <sup>3</sup>
Maximale Tiefe 19,5 m
Mittlere Tiefe 11,3 m
Oberfläche 0,8 km <sup>2</sup>
Einzugsgebiet 21,1 km <sup>2</sup>
Uferlänge 4,2 km





säule, sowie für das Epilimnion abgeschätzt. Nicht sicher zuordenbare kleine Flagellaten (Monaden < 15 µm), sowie diverse koloniebildende Chlorophyceae wurden als Sammelgruppen erfaßt.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1 Chemisch-physikalische Parameter

###### 4.1.1 Temperatur

Von Ende Dezember bis Anfang Februar war der Abtsee eisbedeckt und invers geschichtet. Mitte Februar lag die Temperatur des gesamten Wasserkörpers (3°C) deutlich unter der des Dichtemaximums. Erste Anzeichen einer Schichtung traten im April auf (Tabelle 2). Während der Sommerstagnation (Mai bis September) reichte das Epilimnion bis in eine Tiefe von ca. 4,5 m. Ab Oktober begann sich die Sommerschichtung aufzulösen.

###### 4.1.2 Sauerstoff

Im Sommer war die prozentuelle Sauerstoffsättigung durch Zehrungsvorgänge, vor allem in den tieferen Wasserschichten und der Sprungschicht, während der

Frühjahrszirkulation und in den Zonen hoher pflanzlicher Produktion durch Übersättigung gekennzeichnet. Während im März noch über Grund 132% Sauerstoffsättigung gemessen wurden, waren schon zu Beginn der Sommerstagnation Zehrungsvorgänge unterhalb des Epilimnions zu beobachten (Tabelle 3). Zu keinem Zeitpunkt konnten anaerobe Verhältnisse nachgewiesen werden, obwohl von Juli bis September bereits in 6 m Tiefe weniger als 4 mg/l Sauerstoff vorhanden waren (Tabelle 4). Diese geringen Sauerstoffkonzentrationen verursachten im Herbst, bei Einsetzen der Durchmischung, auch an der Oberfläche Sauerstoffsättigungen, die nur noch knapp über 70% lagen. 1999 war der Wasserkörper bis Anfang Dezember nur unvollständig durchmischt und das hypolimnische Sauerstoffdefizit des vorangegangenen Sommers nicht völlig ausgeglichen. Ob noch vor Eislegung eine Vollzirkulation erfolgte geht aus den Meßwerten nicht hervor. Spätestens mit Beginn der Frühjahrszirkulation wurde der Wasserkörper ganz durchmischt.

Tabelle 2

Zeitliche Entwicklung (1999/2000) der Wassertemperaturen (°C) im Abtsee

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Tiefe (m)													
1	8,1	4,7	3,1	4,6	10,0	17,3	17,7	24,6	20,8	24,0	19,8	12,8	9,3
3	8,1	4,6	3,1	4,5	7,2	11,6	17,6	18,2	20,6	18,5	17,7	12,8	9,3
6	8,2	4,6	3,0	4,4	6,4	8,1	8,6	8,6	10,1	11,1	12,9	12,7	9,2
9	8,1	4,6	3,0	4,3	4,8	6,6	6,6	6,5	7,2	7,3	7,4	7,8	9,2
12	5,7	4,6	2,9	4,3	4,8	5,4	5,4	5,5	5,8	5,6	5,9	5,9	6,2
15	5,3	4,6	3,0	4,3	4,8	5,2	5,0	5,0	5,2	5,2	5,4	5,2	5,6
18	5,1	4,8	3,0	4,3	4,6	5,0	4,9	4,9	5,1	4,8	5,0	5,0	5,3
über Grund	5,1	4,9	3,0	4,3			4,8	4,9	5,0	4,7	4,9	4,9	5,2
Mittelwert													
0 - 7,5 m	8,1	4,6	3,1	4,5	7,6	11,7	14,0	16,1	16,5	17,0	16,3	12,8	9,3
0 m - ü.G.	6,9	4,6	3,0	4,4	5,9	7,9	8,8	9,5	9,9	10,1	9,9	8,6	7,6

Legende: 

< 10	10 - 20	> 20
------	---------	------

Tabelle 3

Zeitliche Entwicklung (1999/2000) der Sauerstoffsättigung (%) im Abtsee

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Tiefe (m)													
1	97	86	117	115			130	145	117	117	139	73	74
3	98	84	111	137			136	123	114	54	93	73	73
6	115	92	107	135			73	65	36	3	4	72	71
9	131	100	107	135			65	63	57	23	17	8	66
12	3	109	107	137			61	57	40	27	14	10	6
15	2	97	108	132			51	47	30	7	3	3	5
18	2	53	108	132			24	22	8	2	2	3	4
über Grund	2	13	107	132			5	4	3	2	2	3	4
Mittelwert													
0 - 7,5 m	104	88	111	140			109	106	84	66	70	73	72
0 m - ü.G.	61	87	109	136			72	69	53	35	32	32	40

Legende: 

0 - 10	11 - 70	71 - 120	> 120
--------	---------	----------	-------

Tabelle 4

Zeitliche Entwicklung (1999/2000) der Sauerstoffkonzentration (mg/l) im Abtsee

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Tiefe (m)													
1	10,7	10,4	14,7	18,2			11,9	11,7	9,5	13,8	12,2	7,0	7,8
3	10,8	10,1	13,9	16,6			12,5	11,3	9,4	4,7	8,3	7,0	7,7
6	12,6	11,1	13,5	16,4			8,3	7,4	3,8	0,3	0,4	6,9	7,4
9	14,4	12,0	13,5	16,4			7,7	7,4	5,5	2,6	2,0	0,9	7,0
12	0,3	13,2	13,5	16,6			7,5	7,0	4,6	3,1	1,6	1,1	0,8
15	0,2	11,7	13,6	16,0			6,3	5,8	3,6	0,9	0,3	0,4	0,6
18	0,2	6,4	13,6	16,0			2,9	2,7	1,0	0,2	0,3	0,4	0,5
über Grund	0,2	1,6	13,4	16,0			0,7	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5
Mittelwert													
0 - 7,5 m	11,5	10,6	14,0	16,9			10,7	9,8	7,2	5,4	6,2	7,0	7,6
0 m - ü.G.	6,7	10,5	13,7	16,5			7,7	7,2	5,0	3,1	3,0	3,1	4,3

Legende: 

< 4	4 - 10	> 10
-----	--------	------

#### 4.1.3 Nitratstickstoff

Nitratstickstoff war in jeder Probe nachweisbar und relativ gleichmäßig über die gesamte Wassersäule verteilt. Das Jahresmittel lag bei 2,3 mg/l. Werte unter 1,5 mg/l traten nur in sehr sauerstoffarmen Bereichen des Hypolimnions auf. Im Epilimnion konnte die Produktion des Phytoplanktons die hohen Werte nie unter diese Grenze senken. Anfang Juni

nahm die Konzentration während einer Schönwetterperiode in der gesamten Wassersäule zu (Tabelle 5).

#### 4.1.4 Gesamtphosphor

Die Gesamtphosphorgehalte waren während des Sommers durch relativ gleichbleibende Werte von höchstens 30 µg/l im Epilimnion gekennzeichnet (Tabelle 6). Im August wurden im unteren Bereich

Tabelle 5

Zeitliche Entwicklung (1999/2000) des Nitrat-Stickstoffs (mg/l) im Abtsee

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Tiefe (m)													
1	2,0	2,1	3,0	3,3			2,2	2,5	2,1	1,6	1,5	2,0	2,0
3	2,1	1,8	2,8	3,0			2,5	2,7	2,2	1,9	1,5	2,0	1,9
6	2,0	2,1	2,8	2,9			2,4	3,0	2,5	2,4	1,8	2,0	1,9
9	2,2	2,0	3,2	3,0			2,6	2,9	2,6	2,6	2,3	2,6	2,1
12	2,1	2,1	3,0	3,1			2,4	2,8	2,4	2,4	2,1	2,5	1,7
15	1,4	2,0	3,0	3,1			2,2	2,3	2,1	2,3	1,7	2,2	1,3
18	0,5	1,8	3,3	3,0			2,0	2,4	2,0	1,7	1,1	1,3	0,7
über Grund	0,2	1,9	3,0	3,1			2,0	2,0	2,0	1,3	0,9	1,0	0,5
Mittelwert													
0 - 7,5 m	2,0	2,0	2,9	3,1			2,4	2,8	2,3	2,0	1,6	2,0	1,9
0 m - ü.G.	1,7	2,0	3,0	3,1			2,3	2,6	2,3	2,1	1,7	2,1	1,6

Legende: 

< 1,5	1,5 - 2,5	> 2,5
-------	-----------	-------

Tabelle 6

Zeitliche Entwicklung (1999/2000) des Gesamtphosphorgehaltes (µg/l) im Abtsee

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Tiefe (m)													
1	14	24	29	27			25	17	25	23	20	23	18
3	14	17	25	24			27	25	23	30	18	23	18
6	15	15	31	27			17	18	15	18	15	25	20
9	17	15	27	29			17	15	13	33	15	15	17
12	29	17	27	24			18	22	15	47	17	17	30
15	58	22	32	26			18	18	17	13	27	22	47
18	133	39	31	27			33	25	23	20	53	69	113
über Grund	213	55	29	55			42	48	22	13	74	112	146
Mittelwert													
0 - 7,5 m	14	18	28	26			22	20	20	23	17	24	19
0 m - ü.G.	46	22	29	28			22	21	18	26	25	30	41

Legende: 

< 20	20 - 30	31 - 50	51 - 100	> 100
------	---------	---------	----------	-------



der Sprungschicht erhöhte Phosphorkonzentrationen gefunden. Anreicherung im sauerstoffarmen Tiefenwasser setzte erst ein, als der Wasserkörper abzukühlen begann. Mit beginnender Vollzirkulation im Dezember, als das phosphorreiche Tiefenwasser eingemischt wurde, stiegen die epilimnischen Phosphorgehalte, während sich der Mittelwert über die gesamte Tiefe verringerte. So wurde nur ein Teil des im Hypolimnion angereicherten Phosphors in der Wassersäule verteilt. Während der Frühjahrszirkulation lagen die Werte über denen der Herbstzirkulation bei knapp unter  $30 \mu\text{g/l}$ . Das Jahresmittel lag bei  $26 \mu\text{g/l}$ .

## 4.2 Phytoplankton

### 4.2.1 Sichttiefe, Biomasse und Nanoplankton

Während einer oberflächennahen Biomassespitze im August wurde die geringste Sichttiefe ( $0,8 \text{ m}$ ) gemessen (Abb. 3). Im Sommer schwankte sie ansonsten im Bereich von 1 bis 2 m. Während der Klarwasserphase betrug sie  $2,5 \text{ m}$ . Im November, als der See bis in eine Tiefe von  $9 \text{ m}$  durchmischte, war sie mit  $2,9 \text{ m}$  am größten.

Die höchste Biomasse ( $42,7 \text{ g/m}^3$ ) wurde im September, am Ende der Sommerstagnation gemessen. Jedoch auch im Frühjahr, vor und nach der Klarwasserphase wurden ähnlich hohe Werte erreicht (Abb. 3). Das Jahresmittel lag bei  $22 \text{ g/m}^3$  ( $1,1 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ ). Während der Klarwasserphase und im Juli lag der Anteil der hypolimnischen Biomasse an der Gesamtbio- masse bei über einem Drittel, im Dezember bei über zwei Drittel und zur Zeit der Frühjahrszirkulation bei ca. 50%.

Ein gegengleicher Verlauf von Sichttiefe und Bio- masse war weder für die oberflächennahe Wasser- schicht, noch für die gesamte Wassersäule gegeben.

Das Nanoplankton (23 Taxa, Tabelle 7) domierte von Februar bis Juni, das Netzplankton (35 Taxa) von Juli bis November (Abb. 4). Das Frühjahrsmaximum wurde von sehr kleinen Nanoplanktern ( $<8 \mu\text{m}$ ) auf- gebaut. In der Klarwasserphase nahm der Anteil des Netzplanktons erstmals zu. Das zweite Biomasse- maximum nach der Klarwasserphase wurde von größeren Nanoplanktern ( $>10 \mu\text{m}$ ) verursacht. Bis im Sommer nochmals etwa gleich hohe Biomassen erreicht wurden, war das Nanoplankton stark zurück- gegangen und das Netzplankton ( $>30 \mu\text{m}$ ) dominierte.

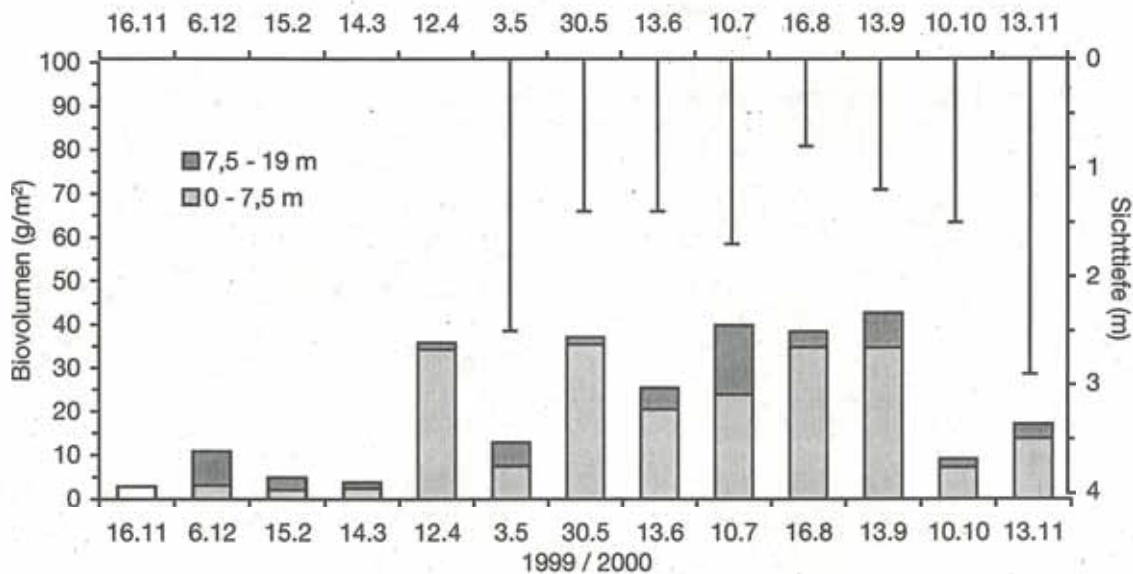


Abbildung 3  
Sichttiefe und Biomasse im Abtsee

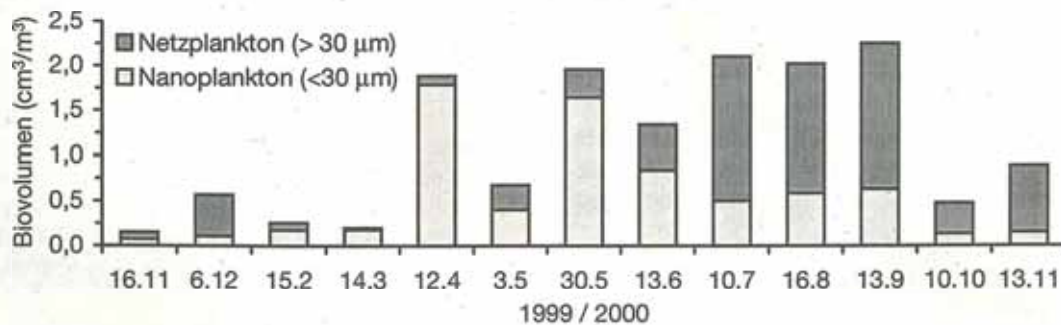


Abbildung 4  
Nanoplankton und Netzplankton im Abtsee (Mittelwerte: 0 m bis über Grund)

#### 4.2.2 Artenspektrum und Succession

Im Phytoplankton des Abtsees wurden 36 Arten (davon 28 sicher) nachgewiesen. 28 weitere Arten konnten bis zur Gattung bestimmt werden (Tabelle 7).

Tabelle 7

Liste der 1999/2000 im Abtsee nachgewiesenen Phytoplanktontaxa und zugeordnete funktionelle Kategorie. System nach ETTL (1983). Nicht quantifizierbare Taxa mit \*

<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Anabaena</i> sp.		Netzplankton
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) RALFS.		Netzplankton
<i>Merismopedia tenuissima</i> LEMMERMANN	Nanoplankton	
<i>Microcystis</i> spp.		Netzplankton
<i>Oscillatoria</i> spp.		Netzplankton
<i>Snowella</i> cf. <i>litoralis</i> (HÄYREN) KOMAREK & HINDAK	Nanoplankton	
<i>Woronichia naegeltiana</i> (UNGER) ELENKIN		Netzplankton
<b>Chrysophyceae</b>		
<i>Dinobryon divergens</i> IMHOF		Netzplankton
<i>Dinobryon sociale</i> EHRENBERG		Netzplankton
<i>Mallomonas akrokomos</i> RUTTNER	Nanoplankton	
<i>Mallomonas caudata</i> IWANOFF em. KRIEGER/ <i>fastigata</i> ZACHARIAS		Netzplankton
* <i>Mallomonas</i> sp.	Nanoplankton	
* <i>Synura</i> cf. <i>uvella</i> EHRENBERG em. KORSIKOW		Netzplankton
<i>Uroglena</i> sp.		Netzplankton
<b>Bacillariophyceae</b>		
<i>Asterionella formosa</i> HASSALL		Netzplankton
<i>Cyclotella ocellata</i> PANTOCSEK	Nanoplankton	
<i>Cyclotella radiosa</i> (GRUNOW) LEMMERMANN	Nanoplankton	
<i>Diatoma tenuis</i> AGARDH		Netzplankton
<i>Fragilaria capucina</i> DESMAIÈRES		Netzplankton
<i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON		Netzplankton
<i>Fragilaria reicheltii</i> (VOIGT) LANGE-BERTALOT		Netzplankton
<i>Fragilaria ulna</i> (NITZSCH) LANGE-BERTALOT		Netzplankton
* <i>Melosira</i> cf. <i>varians</i> AGARDH		Netzplankton
* <i>Meridion circulare</i> (GREVILLE) AGARDH		Netzplankton
cf. <i>Stephanodiscus minutulus</i> (KÜTZING) CLEVE & MÖLLER	Nanoplankton	
<b>Dinophyceae</b>		
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) DUJARDIN		Netzplankton
<i>Gymnodinium helveticum</i> PENARD		Netzplankton
<i>Peridinium</i> sp.		Netzplankton
<b>Cryptophyceae</b>		
<i>Cryptomonas</i> spp.	Nanoplankton	Netzplankton
<i>Rhodomonas minuta</i> SKUJA	Nanoplankton	
<b>Euglenophyceae</b>		
<i>Euglena</i> sp.	Nanoplankton	
* <i>Phacus</i> cf. <i>longicauda</i> (E.) DUJARDIN		Netzplankton
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volvocinopsis</i> SWIRENKO	Nanoplankton	
<i>Trachelomonas</i> sp.	Nanoplankton	
<b>Chlorophyta (s. l.)</b>		
<b>Chlamydomphyceae (Chlorophyta)</b>		
<i>Carteria</i> sp.	Nanoplankton	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Nanoplankton	
<i>Pandorina morum</i> (O.F.M.) BORY		Netzplankton
<i>Phacotus lenticularis</i> (EHRENBERG) STEIN	Nanoplankton	
<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i> (LEMMERMANN) NOVAKOVA		Netzplankton
<b>Chlorophyceae (Chlorophyta)</b>		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	Nanoplankton	
<i>Coelastrum polychordum</i> (KORS.) HIND. / <i>reticulatum</i> (DANG.) SENN		Netzplankton
* <i>Coelastrum microporum</i> NAEGELI		Netzplankton
<i>Crucigeniella</i> sp.	Nanoplankton	
<i>Elakatothrix</i> sp.		Netzplankton
<i>Oocystis</i> sp.	Nanoplankton	
* <i>Pediastrum boryanum</i> (TURPIN) MENEGH.		Netzplankton
* <i>Pediastrum duplex</i> MEYEN		Netzplankton
<i>Radiococcus</i> sp.	Nanoplankton	
<i>Scenedesmus</i> spp.	Nanoplankton	
* <i>Tetraedon minimum</i> (A. Br.) HANSG.	Nanoplankton	
<i>Tetrastrum</i> cf. <i>triangulare</i> KOMAREK	Nanoplankton	
<b>Conjugatophyceae (Chlorophyta)</b>		
<i>Closterium acutum</i> BREB.		Netzplankton
* <i>Closterium</i> sp.		Netzplankton
<i>Cosmarium depressum</i> (NÄG.) LUND.	Nanoplankton	
* <i>Mugotia</i> sp.		Netzplankton
* <i>Spirogyra</i> sp.		Netzplankton
<i>Staurostrum</i> sp.		Netzplankton

*Aphanizomenon flos-aquae*, *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*, *Coelastrum polychordum/reticulatum*, *Cryptomonas* spp., *Cyclotella* spp., *Fragillaria crotonensis*, *Mallomonas caudata/fastigata*, *Oscillatoria* spp., *Rhodomonas minuta*, *Stephanodiscus minutulus*, *Uroglena* sp., sowie kleine (<5 µm) und größere (5-15 µm) Nanoflagellaten (incl. *Chlamydomonas* sp. und *Carteria* sp.) hatten mindestens einmal im Jahr einen Anteil von 10% an der gesamten Biomasse (Tabelle 8).

Im Winter dominierten *Mallomonas* und *Oscillatoria* die Phytoplanktonbiomasse. Während der Frühjahrszirkulation stellten dann kleine Nanoflagellaten und *R. minuta* den größten Anteil. Das erste Biomassemaximum im April wurde von *Stephanodiscus*, sowie größeren und kleinen Nanoflagellaten verursacht. In der Klarwasserphase waren kleine Nanoflagellaten begleitet von *Cryptomonas* und pennaten Bacillariophyceen die wichtigsten Taxa. Im Frühsommer, während des zweiten Biomassemaximums dominierte *Cyclotella*, im Hochsommer waren *Uroglena* und *Coelastrum* die wichtigsten Gattungen.

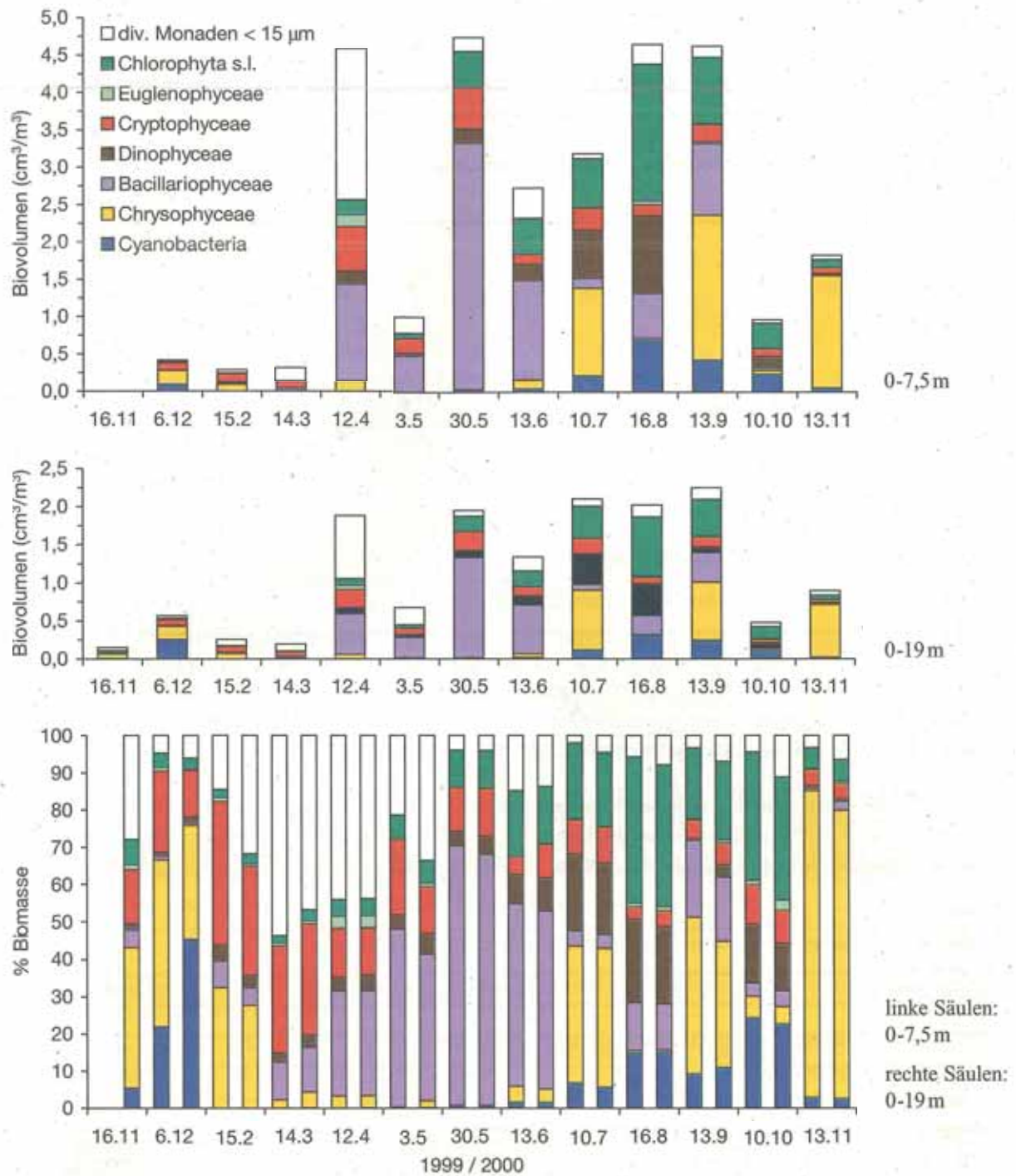
#### 4.2.3 Absolute und relative Biomassen der Großgruppen

Während der Frühjahrszirkulation im Februar und März dominieren diverse Monaden <15 µm und Cryptophyceae die relativ geringe Phytoplanktonbiomasse (Abb. 5). Bis zum Frühjahrsmaximum, das von diversen Monaden <15 µm und Bacillariophyceae verursacht wurden, stieg die Biomasse aller Algengruppen stark an. Der Anteil und die Biomasse der Bacillariophyceae nahm auch nach der Klarwasserphase noch bis Ende Mai zu. Von Juni bis August bauten Cyanobacteria, Dinophyceae und Chlorophyceae immer höhere Biomassen auf. Im Juni stellten die Bacillariophyceae noch den größten Biomasseanteil, im Juli und September hingegen die Chrysophyceae und im August und Oktober die Chlorophyceae. Im Oktober nehmen die Biomassen aller Algengruppen stark ab. Bis zum November stieg nur die Biomasse der dann dominierenden Chrysophyceae an. Diese Zunahme setzte sich noch bis in den Dezember fort, der jedoch von Cyanobacteria geprägt wurde. Die Abfolge der Großgruppen im Jahresverlauf spiegelte im wesentlichen die Abfolge der dominanten Arten wieder.

**Tabelle 8**

**Phytoplanktonsuccession im Abtsee 1999/2000.** Es bedeuten: < 5 = Nanoflagellaten < 5 µm, 5 – 15 = Nanoflagellaten 5 – 15 µm, Anab = *Anabaena flos-aquae*, Aphan = *Aphanizomenon flos-aquae*, Asteri = *Asterionella formosa*, Cerat = *Ceratium hirundinella*, Clost = *Closterium acutum*, Coel = *Coelastrum polychordum/reticulatum*, Crypt = *Cryptomonas* spp., Cyclo = *Cyclotella* spp., F cap = *Fragillaria capucina*, F crot = *F. crotonensis*, F uln = *F. ulna*, Gymno = *Gymnodinium helveticum*, M akr = *Mallomonas akrokomos*, M cau = *M. caudata / fastigata*, Oscil = *Oscillatoria* spp., Pseud = *Pseudosphaerocystis lacustris*, Rhodo = *Rhodomonas minuta*, Steph = *Stephanodiscus minutulus*, Urogl = *Uroglena* sp., Woro = *Woronichia naegeliana*

Datum	16.11	6.12	15.2	14.3	12.4	3.5	30.5	13.6	10.7	16.8	13.9	10.10	13.11
Biomasseanteil (%)													
> 20	M cau	Oscil M cau	< 5 M cau	< 5	Steph 5 - 15	< 5	Cyclo	Cyclo	Urogl	Coel	Urogl	Coel	M cau
10 - 20	< 5 Crypt	Crypt	Rhodo	Rhodo	Crypt Asteri	Crypt	Crypt	< 5 F crot	Cerat Coel	Cerat Cyclo	Coel	Aphan	
3 - 10	5 - 15 Oscil Clost Steph	< 5	Crypt 5 - 15 Steph	Crypt M akr	Crypt Rhodo M akr	F crot 5 - 15 Steph	F crot Pseud < 5	Crypt Coel Cerat	Crypt M cau < 5	Cerat 5 - 15 Cyclo	Coel Crypt Woro	< 5 Gymnc Crypt Steph	< 5 Crypt Woro Cerat M cau



**Abbildung 5**

**Absolute und relative Biomasse der Großgruppen im Abtsee.**

Oben und unten linke Säulen: Mittelwerte aus 0-7,5 m.

Mitte und unten rechte Säulen: Mittelwerte aus 0 m bis über Grund (19 m).



### 4.3 Trophische Bewertung

Nach dem von CARLSON (1977) aus dem Zusammenhang zwischen Algenbiomasse, Lichtextinktion und Sichttiefe entwickelten Index ergaben sich Indizes zwischen 42 und 63. Ein Index von 40 entspricht einem mesotrophen, einer von 60 einem eutrophen

Gewässerzustand. Das Jahresmittel lag bei 49 (aus Gesamtphosphor an der Wasseroberfläche). Der Abtsee war hiernach als meso-eutroph einzustufen. Die aus der Sichttiefe und dem Gesamtphosphorgehalt errechneten Indexwerte sind in Abb. 6 dargestellt.

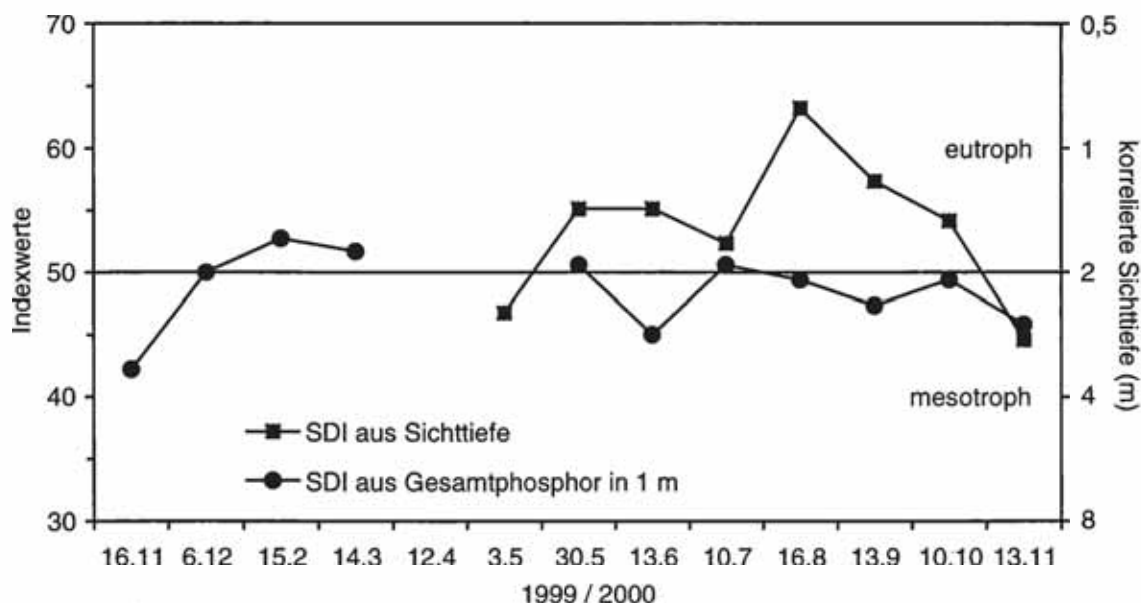


Abbildung 6  
Trophieindizes (SDI) und zugehörige Sichttiefe nach CARLSON (1977) im Abtsee

Für eine Gesamtbewertung nach trophischen Kriterien wie sie KLAPPER (1992) ausführt fehlen die Parameter Orthophosphat, Jahresprimärproduktion, Chloro-

phyll a und Zooplanktonbiomasse. Die Einstufung nach den erhobenen Parametern (Tabelle 9) ergab Klasse 3. Dies entspricht einem eutrophen, geschichteten See.

Tabelle 9  
Trophierelevante Parameter des Abtsees im Jahr 2000 und Einstufung nach Klapper (1992)

Parameter	Klassengrenzen	Meßwert	Klasse	Einstufung
Nährstoffverhältnisse während der Frühjahrszirkulation			3,5	
Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ )	15 - 45	29	2	mesotroph
Anorganischer Stickstoff ( $\text{mg/l}$ )	> 1,5	3,0	5	hypertroph
Produktionsverhältnisse im sommerlichen Epilimnion			2,5	
Phytoplanktonbiomasse ( $\text{ml/m}^3$ )	1,5 - 5	3,5	2	mesotroph
Sichttiefe (m)	1 - 4	1,5	3	eutroph
Sauerstoffverhältnisse während der Sommerstagnation			3	
Epilimnion: max. $\text{O}_2$ % Sättigung	150 - 200	177	3	eutroph
Hypolimnion: min. $\text{O}_2$ ( $\text{mg/l}$ )	0 - 1	0,2	3	eutroph

Auch im Trophieindex der LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1996) wird Chlorophyll a zur

Gesamtrophieberechnung benötigt. Die Einstufung nach den erhobenen Parametern ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10  
Trophierelevante Parameter des Abtsees im Jahr 2000 und Einstufung nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1996)

Parameter	Meßwert	Index	Einstufung
Gesamtphosphor (Frühjahrszirkulation) ( $\mu\text{g/l}$ )	29	2,1	mesotroph (1,5 - 2,5)
Gesamtphosphor (Epilimnisches Sommermittel) ( $\mu\text{g/l}$ )	23	2,1	mesotroph (1,5 - 2,5)
Sichttiefe (Sommermittel ohne Klarwasser) (m)	1,3	3,2	eutroph (2,5 - 3,5)

Aus den im Entwurf Önorm M 6231 (2000) genannten Parametern (Tabelle 11) ergibt sich ein eutropher Gewässerzustand, der im Jahresmittel, Frühjahr und

Herbst bei der Bewertung nach dem Gesamtphosphor günstiger ausfällt (schwach eutroph) als während der Sommerstagnation (stark eutroph).

**Tabelle 11**

**Trophierelevante Parameter des Abtsees im Jahr 2000 und Einstufung nach Entwurf Önorm M 6231 (2000)**

Parameter	Klassengrenzen	Meßwert	Einstufung
<b>Frühjahrszirkulation</b>			
Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ )	20 - 30	29	schwach eutroph
<b>Sommerstagnation</b>			
Epilimnische Phytoplanktonbiomasse ( $\text{g/m}^3$ )	> 2	3,5	stark eutroph
Sauerstoffübersättigung im Epilimnion (%)	> 60	77	hypertroph
Sauerstoffsättigung im Hypolimnion (%)	0 - 10	6	stark eutroph
Sauerstoffsättigung über Grund (%)	> 0	2	schwach eutroph
<b>Nach der Herbstzirkulation</b>			
Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ )	20 - 30	22	schwach eutroph
<b>Im Jahresmittel</b>			
Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ )	20 - 40	26	schwach eutroph

In allen vier Ansätzen zur Trophiebeurteilung ergab die Bewertung nach dem Gesamtphosphorgehalt die geringste Belastung (mesotroph bis schwach eutroph). Demgegenüber entsprach der Nitratgehalt einem hypertrophen Gewässer. Sichttiefe und Sauerstoffgehalte im Hypolimnion zeigten einen eutrophen Gewässerzustand an. Die epilimnische Sauerstoffübersättigung und die Phytoplanktonbiomasse wurden anhand des Entwurf Önorm M 6231 (2000) nach strengeren Maßstäben beurteilt als bei KLAPPER (1992). Die Önorm ordnet die epilimnische Sauer-

stoffübersättigung einem hypertrophen und die ermittelte Phytoplanktonbiomasse einem stark eutrophen Gewässer zu, wohingegen KLAPPER (1992) dieselben Werte für einen eutrophen beziehungsweise mesotrophen See angibt.

Die vier Ansätze zur Trophiebeurteilung ergaben Gesamtbewertungen von meso-eutroph bis eutroph. Nach den in Bayern zur Bestimmung der Gewässergüte verwendeten Kriterien ist der Abtsee als eutroph einzustufen (Tabelle 12).

**Tabelle 12**

**Trophierelevante Parameter des Abtsees im Jahr 2000 und Einstufung nach Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1996)**

Parameter	Klassengrenzen	Meßwert	Einstufung
Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ ) Jahresmittel	20 - 100	26	eutroph
Sichttiefe Jahresmittel	1,5 - 4	1,7 (Mai bis November)	eutroph

## 5. Diskussion

Prozentuelle Sauerstoffsättigung, Gesamtphosphorgehalt, Sichttiefe und Phytoplanktonbiomasse im Abtsee sind typisch für eutrophe Gewässer und ähnlich wie in eutrophen bayerischen (cf. BUCHMEIER 1999, SCHAUMBURG 1996, HOLZMANN 1994) und österreichischen Vorlandseen (cf. AMT der KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 1992, JÄGER 1968). Der Nitratstickstoffgehalt im Abtsee war wesentlich höher als in allen oben genannten Vergleichseen. Einträge aus Moorböden, welche besonders während Trockenperioden viel anorganischen Stickstoff freisetzen können, sowie zusätzliche Einträge aus der Landwirtschaft kommen für diese hohen Werte

in Betracht. Limitierung des Algenwachstums durch Nitrat scheidet aufgrund der, im Vergleich zum Phosphor, hohen Werte aus. Seine Bedeutung in der Trophieindikation ist daher gering. Die SCI-Werte aus der Sichttiefe überstiegen die SCI-Werte aus dem Phosphor möglicherweise aufgrund der Braunfärbung des Abtsees. CARLSON (1977) erwartet in Seen mit hohem Schwebstoffanteil zu hohe Trophiewerte aus der Sichttiefe.

Der Abtsee ist nach dem wichtigsten Nährstoff, dem Phosphor, anhand regionaler Modelle als mäßig eutroph zu bewerten, ungeachtet daß überregionale Verfahren, die im Alpenvorland nicht anzutreffende Seentypen miteinbeziehen, zu günstigeren Bewer-

tungen kommen. Auch wenn die Jahresmittelwerte des Gesamtphosphors gegenüber den Vorjahren nochmals gesunken sind und keine Phosphorspitzen im Sommer gemessen wurden, so ist die Nachlieferung aus den Zuflüssen offensichtlich noch hoch genug, um eine sedimentationsbedingte Abnahme im Epilimnion auszugleichen. Wie HORN & HORN (1998) belegen ist nicht nur die Menge, sondern die Verfügbarkeit des Phosphors für Pflanzen ein wesentlicher Aspekt in der Trophiebewertung. Sie schließen, daß Phosphoreinträge aus Landwirtschaft und Hausabwässern in den von ihnen untersuchten Trinkwasserspeichern zu wesentlich höherer Algenproduktion führten, als natürliche Phosphoreinträge, die stärker an organische oder anorganische Partikel gebunden waren.

Die zwei durch Nanoplankton dominierten Biomassespitzen vor und nach der Klarwasserphase, sowie der Biomasserückgang vor dem durch Netzplankton dominierten Sommermaximum sind nach BÜRGI (1994) typisch für eutrophe Seen. Im eutrophen Greifensee stellten BÜRGI et al. (1985) ein ähnliches Muster der Phytoplanktonentwicklung wie im Abtsee fest. Der hohe Biomasseanteil von *Stephanodiscus minutulus* während des ersten Biomassemaximums zeigt eutrophe Verhältnisse an. Diese hoch eutraphente Art macht seit Mitte der 80er Jahre über 50% der Diatomeenschalen im Sediment aus (KÖPF 1999). Ein durch eine coccale Grünalgenart (*Coelastrum polychordum*) dominiertes Sommermaximum, welches *Cyclotella* sp. ablöst unterscheidet einen eutrophen von einem mesotrophen See (ROTT 1984). Auch die im Abtsee gefundenen Blaualgenarten fügen sich gut in sein, an Tiroler Seen, entwickeltes Schema für eutrophe Seen ein und werden in seinem Modell des mesotrophen Sees nicht aufgeführt. Die zeitweise Dominanz der eher geringe Trophie bevorzugenden *Uroglena* (REYNOLDS 1998) im Sommer deuten möglicherweise eine beginnende Reoligotrophierung an. Es ist jedoch abzuwarten, ob sich weitere Anzeichen dafür in den Folgejahren finden werden.

## 6. Schlußfolgerungen

Die Situation des Abtsees bezüglich der Trophie hat sich in den letzten Jahren gegenüber dem Jahr 1991 verbessert. Der angestrebte Zustand eines mesotrophen Gewässers, welcher noch in der 70er Jahren bestand (KÖPF 1999), wurde, wie die Zusammensetzung und Biomasse der planktischen Algen zeigt, im Jahr 2000 noch nicht erreicht. Weitere Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge sind daher nötig.

## 7. Literatur

- AMT der KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, Abteilung 15 Umweltschutz (Hrsg.) (1992): Kärntner Seenbericht 1992. – Veröffentlichungen des Kärntner Institutes für Seenforschung 7, Klagenfurt.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT TRINKWASSERTALSPERREN e.V., Arbeitskreis Biologie (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. – ATT Technische Information Nr. 7, 2. Aufl., Oldenbourg, München.
- BADURA, Marianne (2000): Forschungsergebnisse zum Abtsee. – Siehe Teil 1 des vorliegenden Heftes.
- BAYER. LANDESAMT für WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1995): Verzeichnis des Seen in Bayern, Teil 2 Karten. – München.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM für LANDESENTWICKLUNG und UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1996): Flüsse und Seen in Bayern: Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit 1995. – Wasserwirtschaft in Bayern, Heft 29, München.
- BUCHMEIER, Georgia (1999): Trophische Bewertung des Höglwörther Sees, eines Kleinsees im bayerischen Alpenvorland: Limnochemie, Makrophyten und Zooplankton. – Diplomarbeit Universität Salzburg.
- BÜRGI, Hans Rudolf (1992): Seenplankton und Seensanierung in der Schweiz. – Limnol. Ber. Donau 1994/2: 71-102.
- (1994): Das Plankton und seine trophische Struktur in Seen unterschiedlicher Trophie. – EAWAG-Mitteilungen 34 D: 14-18.
- BÜRGI, Hans Rudolf, Pia WEBER & H. BACHMANN (1985): Seasonal variations in the trophic structure of phytoplankton and zooplankton communities in lakes in different trophic states. – Schweiz. Z. Hydrol. 47: 197-224.
- CARLSON, Robert E. (1977): A trophic state index for lakes. Limnol. Oceanogr. 22: 361-369.
- Entwurf Önorm M 6231 (2000): Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern. – Vorschlag Dezember 2000.
- ETTL, Hanus (1983): Chlorophyta I: Phytomonadina. In: ETTL, Hanus, J. GERLÖFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bnd. 9. – Fischer, Stuttgart.
- HÖLL, Karl (1986): Wasser: Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie. – 7. Aufl., de Gruyter, Berlin.
- HOLZMANN, Roswitha (1994): Struktur und Dynamik von Phytoplankton-Gesellschaften: Eine vergleichende Analyse von 11 Seen der Naturschutzgebiete Eggstätt-Hemhofer Seenplatte und Seoner Sec. – Dissertation, Universität München, Shaker, Aachen.

- HORN, Heidemarie & Wolfgang HORN (1998):  
Sedimentation of Dry Matter, Phosphorous and Phytoplankton Biovolume in Two Reservoirs of Different Trophic State. – *Internat. Rev. Hydrobiol.* 83: 219-224.
- JÄGER, Paul (1986):  
Die Limnologie der Vorlandseen. In: Amt der Salzburger Landesregierung (Hrsg.): *Stud. Forsch. Salzburg* 1986/2: 343-384.
- KLAPPER, Helmut (1992):  
Eutrophierung und Gewässerschutz. – Fischer, Jena.
- KÖPF, Bärbel (1999):  
Diatomeenstratigraphie Abtsdorfer See. – Unveröffentlichte Studie an der ANL.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1996):  
Gewässerbewertung – stehende Gewässer, Richtlinien für die Bewertung nach trophischen Kriterien. – Entwurf Stand: 4.6.96.
- MELZER, Arnulf & Reinhold SIRCH (1987):  
Die Makrophytenvegetation des Abtsdorfer Sees – Angaben zur Verbreitung und Ökologie. – *Ber. ANL* 11: 171-176.
- REYNOLDS, C.S. (1982):  
Phytoplankton periodicity: its motivation, mechanisms and manipulation. – *FBA, Ann. Rep.* 50: 60-75.
- (1988):  
The concept of ecological succession applied to seasonal periodicity of freshwater phytoplankton. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 683-691.
- (1998):  
What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? – *Hydrobiologia* 369/370: 1-26.
- ROTT, Eugen (1978):  
Chlorophyll-a-Konzentration und Zellvolumen als Parameter der Phytoplanktonbiomasse. – *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck* 65: 11-21.
- (1981):  
Some results from phytoplankton counting intercalibrations. – *Schweiz. Z. Hydrol.* 43: 34 – 62.
- (1984):  
Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1078-1085.
- SCHAUMBURG, Jochen (1996):  
Seen in Bayern: Limnologische Entwicklung von 1980 bis 1994. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/96, München.
- SCHWOERBEL, Jürgen (1994):  
Methoden in der Hydrobiologie/Süßwasserbiologie. – 4. Aufl., Fischer, Stuttgart.
- SOMMER, Ulrich, Z. Maciej GLIWICZ, Winfried LAMPERT & Annie DUNCAN (1986):  
The PEG-model of seasonal succession of planctonic events in fresh waters. – *Arch. Hydrobiol.* 106: 433-471.
- UTERMÖHL, Hans (1958):  
Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. – *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 9: 1-38.
- VOLLENWEIDER, Richard A. (1979):  
Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozess stehender Gewässer und Talsperren. – *Z.f. Wasser- und Abwasser-Forschung* 12: 46-56.
- WATSON, Susan & Jaap KALFF (1981):  
Relationships between Nanoplankton and Trophic Status. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 960-967.



