

Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Abschlussbericht

F&E Vorhaben FKZ 299 24 274

**Dokumentation von Zustand und Entwicklung der
wichtigsten Seen Deutschlands**

Teil 9

**Nordrhein-Westfalen, Rheinland Pfalz &
Saarland**

von

Prof. Dr. Brigitte Nixdorf

Dipl.-Ing. Mike Hemm

Dipl.-Biol. Anja Hoffmann

Dipl.-Ing. Peggy Richter

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Lehrstuhl Gewässerschutz

IM AUFTRAG

DES UMWELTBUNDESAMTES

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibungen der einzelnen Gewässer.....	4
1.1	Nordrhein-Westfalen	4
1.1.1	Altrhein Bienen	4
1.1.1.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	4
1.1.1.2	Topographie und Morphometrie	4
1.1.1.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	5
1.1.1.4	Flora und Fauna	5
1.1.1.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	5
1.1.2	Altrhein Xanten	7
1.1.2.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	7
1.1.2.2	Topographie und Morphometrie	7
1.1.2.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	8
1.1.2.4	Flora und Fauna	8
1.1.2.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	8
1.1.3	Auesee	9
1.1.3.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	9
1.1.3.2	Topographie und Morphometrie	9
1.1.3.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	9
1.1.3.4	Flora und Fauna	10
1.1.3.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	11
1.1.4	Großer Toeppersee	12
1.1.4.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	12
1.1.4.2	Topographie und Morphometrie	12
1.1.4.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	13
1.1.4.4	Flora und Fauna	13
1.1.4.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	13
1.1.5	Lohrwardter See West.....	14
1.1.5.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	14
1.1.5.2	Topographie und Morphometrie	14
1.1.5.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	14
1.1.5.4	Flora und Fauna	15
1.1.5.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	15
1.1.6	Monbag-See	16
1.1.6.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	16
1.1.6.2	Topographie und Morphometrie	17
1.1.6.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	17
1.1.6.4	Flora und Fauna	18
1.1.6.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	18
1.1.7	Reeser Meer Nord	19
1.1.7.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	19
1.1.7.2	Topographie und Morphometrie	19
1.1.7.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	20
1.1.7.4	Flora und Fauna	20
1.1.7.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	21
1.1.8	Unterbacher See	22
1.1.8.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	22
1.1.8.2	Topographie und Morphometrie	22
1.1.8.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	23
1.1.8.4	Flora und Fauna	23
1.1.8.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	25
1.1.9	Wolfssee.....	26
1.1.9.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	26
1.1.9.2	Topographie und Morphometrie	26
1.1.9.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	27
1.1.9.4	Flora und Fauna	27

1.1.9.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	27
1.2	Rheinland Pfalz.....	28
1.2.1	Laacher See	28
1.2.1.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	28
1.2.1.2	Topographie und Morphometrie	29
1.2.1.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	29
1.2.1.4	Flora und Fauna	30
1.2.1.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	32
1.3	Saarland	33
1.3.1	Bostalsee.....	33
1.3.1.1	Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie.....	33
1.3.1.2	Topographie und Morphometrie	33
1.3.1.3	Chemische und trophische Charakteristik des Sees.....	34
1.3.1.4	Flora und Fauna	35
1.3.1.5	Nutzung, anthropogener Einfluss	36
2	Abbildungsverzeichnis	37
3	Tabellenverzeichnis	38
4	Literatur.....	40

1 Beschreibungen der einzelnen Gewässer

1.1 Nordrhein-Westfalen

1.1.1 Altrhein Bienen

1.1.1.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Etwa 70 km nordwestlich der Landeshauptstadt Düsseldorf und 5 km östlich von Rees befindet sich der Altrhein Bienen - ein rechtsrheinisch gelegenes Altgewässer des Rheins.

Den Zufluss erhält der Altrhein Bienen vom Millinger Meer. Das abfließende Wasser kann über eine Schleuse steuerbar in den benachbarten Grietherorter Altrhein und dann zum Rhein geleitet werden. Heute steht der Altrhein nur noch bei Hochwasser mit dem Hauptstrom in Verbindung (Brühne & Christmann 2000).

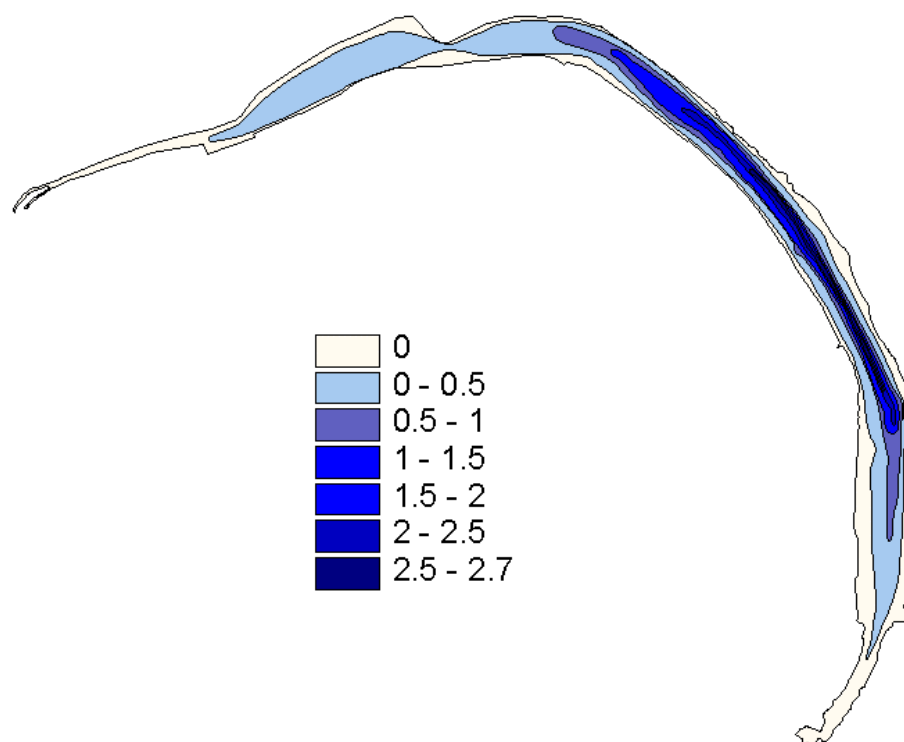


Abb. 1: Tiefenlinien des Altrhein Bienen (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)

1.1.1.2 Topographie und Morphometrie

Der 0,54 km² große Altrhein Bienen weist eine halbmondförmige Gestalt auf, wobei seine Länge 26 mal größer als seine Breite ist (Abb. 1). Das lange und schmale Gewässer läuft in Nord-Süd-Richtung jeweils flach aus, während es mittig eine maximale Tiefe von 2,7 m erreicht. Aufgrund des Verhältnisses von Länge und Breite ist das Gefälle in Nord-Süd-Richtung deutlich geringer als in Ost-West-Richtung. Mit einem Tiefengradienten von $< 1,5$ stellt der Altrhein Bienen ein ungeschichtetes Gewässer dar (Tab. 1).

Tab. 1: Topographie und Morphometrie des Altrhein (Brühne & Christmann 2000)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{max} [m]	B _{max} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
0,54	0,54	2,7	1,0	4700	180		0,5	5,4	

1.1.1.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Beim Altrhein Bienen handelt es sich um ein polymiktisches Altgewässer. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes 2001 lagen die pH-Werte mit mittleren 7,98 im schwach alkalischen Bereich, der für die heimische Süßwasserfauna (insbesondere Fische) als ideal gilt. Die Leitfähigkeiten erreichten im Durchschnitt 646 µS/cm. Trophisch ist das Wasser des Altrhein Bienen nach LAWA 1998 auch 2001 als stark produktiv (p1) einzustufen, was auf die bis in die 90er Jahre erfolgte Einleitung von Abwässern sowie den Nährstoffeintrag aus den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen zurückzuführen ist. So wurde für den Parameter Sichttiefe ein Mittelwert von 0,54 m, für Chlorophyll a eine durchschnittliche Konzentration von 37 µg/l und für Gesamtphosphor eine mittlere Konzentration von 207 µg/l ermittelt (Tab. 2). Der morphometrische Referenztrophiegrad charakterisiert den Altrhein Bienen als natürlicherweise polytroph (p1).

Tab. 2: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 2001) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
7,98	646	37	0,54	<1	207	118

1.1.1.4 Flora und Fauna

Das Gebiet wurde aufgrund seiner überragenden Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz unter Naturschutz gestellt und als Gebiet mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung ausgezeichnet. Es besitzt eine gut entwickelte Verlandungszone mit reichem Röhrichtbestand (Schilf, Rohrkolben, Kalmus, Wasserschwaden), dem ausgedehnte Zonen mit Schwimmblattpflanzen (See- und Teichrose, Seekanne) vorgelagert sind. Am Südufer des Altgewässers befinden sich Auwaldreste.

Die Fauna ist besonders durch ihren Reichtum an Fischen, Wirbellosen und Wasservögeln bekannt geworden. Der Altrhein dient Rheinfischen zur Überwinterung und als Kinderstube. Von ornithologischer Bedeutung sind insbesondere die letzten Brutvorkommen der Trauerseeschwalbe in NRW sowie Schlaf- und Rastplätze für Tausende von nordischen Gänsen (besonders Blessgans).

1.1.1.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Mit einem Maßnahmenkatalog sollte die weitere Verlandung des Altrhein Bienen unterbunden und die Eutrophierung verzögert werden. Dazu wurde ein Teilbereich

1982 schonend entschlammt, infolgedessen die Wassertiefe in einigen Abschnitten von weniger als 1 m auf ca. 2,5 m vergrößert wurde.

Die Gewässereutrophierung rührt vorrangig aus der Belastung des Vorflutsystems durch Abwässer und durch Nährstoffeintrag aus den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen her. So gelangten über den Millinger Bach nährstoffreiche, unvollständig geklärte Abwässer aus den Ortslagen Millingen und Bienen sowie die von den angrenzenden Weiden und Äckern eingetragenen Pflanzenbehandlungs- und Düngemittel in den Altrheinarm. Nach Ankauf von Landflächen und anschließende Neuverpachtung mit Auflagen konnte die ehemals intensive landwirtschaftliche Nutzung extensiviert werden (Brühne & Christmann 2000). Bis 1990 erstreckten sich Viehweiden bis zum Gewässerrand, was im Uferbereich zu erheblichen Trittschäden führte. Seitens der Stadt Rees wurde der Neubau und die Sanierung von Abwasserkanälen und Kläranlagen im Einzugsbereich des Vorflutsystems Ende 1992 abgeschlossen, wodurch eine Reduzierung des P-Eintrages von 75 % erfolgt (Reynders H. 1991).

Ebenfalls aus Naturschutzgründen wurde im Jahr 1992 die fischereiliche Nutzung eingestellt.

1.1.2 Altrhein Xanten

1.1.2.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Altrhein Xanten – ein linksrheinisch gelegenes Altgewässer des Rheins – befindet sich etwa 54 km nordwestlich von der Landeshauptstadt Düsseldorf und 4 km südöstlich von Xanten-Birten im Landkreis Wesel. Vor etwa 200 Jahren (1788) wurde der Rhein in ein neues für ihn vorbereitetes „Bett“ geschickt, im Zuge dessen der Altrhein vom Rhein abgeschnitten wurde. Nur noch ein kleiner Kanal (die „Göt“) verbindet ihn heute mit dem Strom. Bei Hochwasser wird der Altrhein Xanten regelmäßig überflutet. Ein aus mehreren Baggerseen bestehender Abgrabungskomplex auf der Bislicher Insel steht teilweise mit dem Altrhein in Verbindung.

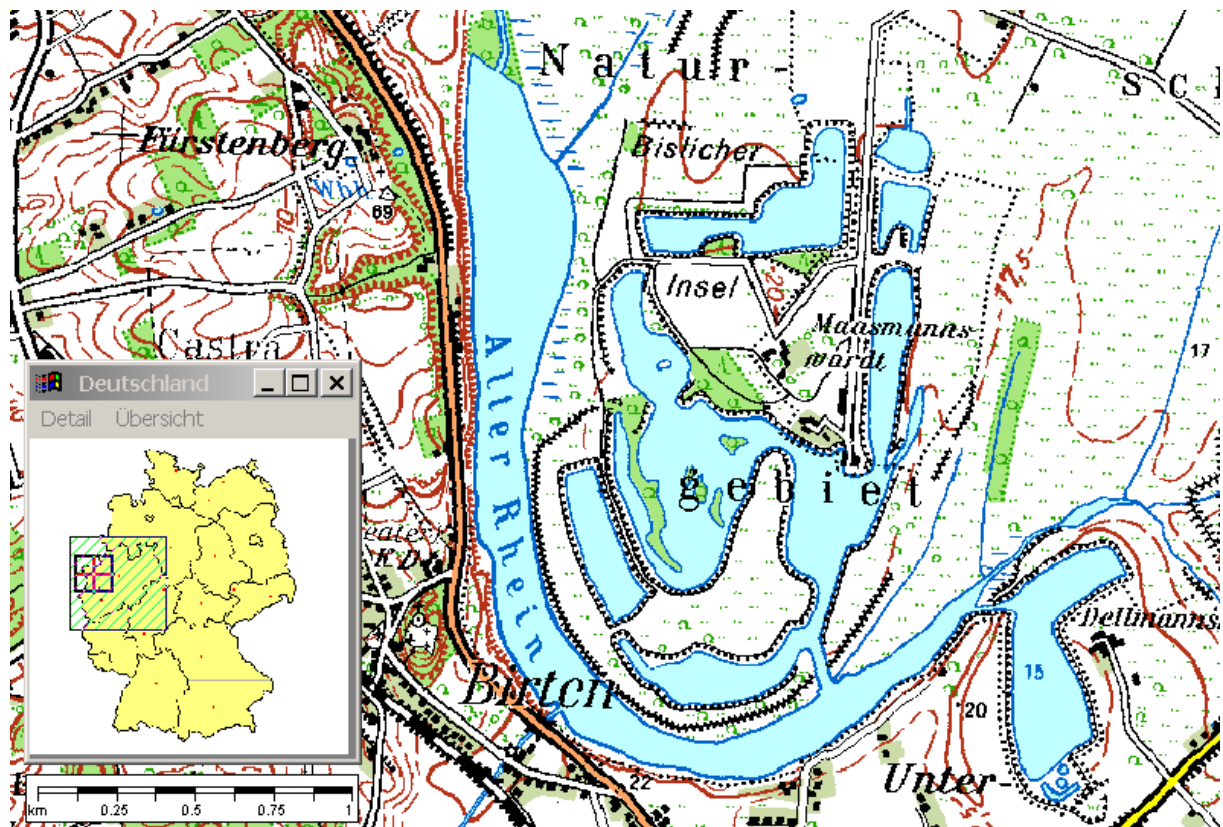


Abb. 2: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

1.1.2.2 Topographie und Morphometrie

Das 0,6 km² große Gewässer ist seinem Typus entsprechend sehr lang und schmal. Es erreicht eine maximale Tiefe von 3,96 m und stellt mit einem Tiefengradienten von < 1,5 einen ungeschichteten Wasserkörper dar.

Tab. 3: Topographie und Morphometrie des Xantener Altrheins (ohne angebundene Abgrabungskomplex), (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A Km ²	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{max} [m]	B _{max} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
0,53	0,60	4,0	0,9	2100	330	3,5	0,7	5,9	n.b.

1.1.2.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der ständig durchmischte Altrhein Xanten hat carbonatreiches Wasser und wies innerhalb des Untersuchungszeitraumes 2000/2001 einen hohen mittleren pH-Wert von 9,2 auf. Die Leitfähigkeiten erreichten im Durchschnitt 467 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und lagen damit fast 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unter den entsprechenden Werten das flussabwärts und rechtsrheinisch gelegenen Altrheins Bienen. Hinsichtlich ihrer trophischen Beschaffenheit sind beide Gewässer annähernd vergleichbar. So ist auch der Altrhein Xanten unter Bezug auf die kennzeichnenden Parameter des Untersuchungszeitraumes 2000/2001 nach LAWA 1998 als polytroph (p2) einzustufen. Die sehr hohe Nährstoffbelastung des Gewässers drückt sich in einer mittleren Gesamtphosphorkonzentration von 208 $\mu\text{g}/\text{l}$ sowie Gesamtstickstoffkonzentration von 2,9 mg/l aus und führte zu einer intensiven Primärproduktion mit massenhafter Phytoplanktonentwicklung (171 $\mu\text{g Chl a}/\text{l}$). Entsprechend lag die Sichttiefe nur bei durchschnittlich 0,53 m. (Tab. 4) Der morphometrische Referenztrophiegrad charakterisiert den Altrhein Xanten als natürlicherweise eutroph (e2).

Tab. 4: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2000 und 2001 (Ausnahme $\text{TP}_{\text{Früh}}$: Mittelwert der Monate März und April 2000 und 2001) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Chl a [$\mu\text{g}/\text{l}$]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [$\mu\text{g}/\text{l}$]	$\text{TP}_{\text{Früh}}$ [$\mu\text{g}/\text{l}$]
9,2	467	171	0,53	2,9	208	106

1.1.2.4 Flora und Fauna

Die Ufer sind mit Weiden umsäumt. Ausgedehnte Schilfröhrichte entwickeln sich am Nordostufer. Kleinere Bestände bilden die beiden Rohrkolbenarten *Typha angustifolia* und *T. latifolia* sowie der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*). Die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) ist ebenfalls vertreten. Die Schwimmblattpflanzengesellschaft ist reich entwickelt, Hauptvertreter sind die Weiße Seerose (*Nymphaea alba*) und die Seekanne (*Nymphoides peltata*). Submerse Makrophyten haben wegen der ständigen starken Trübung keine Entwicklungsmöglichkeiten. Der Altrhein und der angrenzende Baggerseekomplex sind beliebte Nahrungs- und Ruheplätze für durchziehende und überwintende Enten, Gänse und Watvögel. Eine bedeutsame Kormorankolonie besteht seit einigen Jahren auf Inseln einer angebundenen Nassabgrabung. Am Altrhein vermehrt sich die Nutria.

1.1.2.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Das Naturschutzgebiet ist von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung.

Außer extensiver Landwirtschaft (Weideland) erfolgt keine weitere Nutzung des Gewässerumlandes.

1.1.3 Auesee

1.1.3.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der rechtsrheinische Auesee - ein Baggersee, in dem von 1962 bis 1994 Kies und Sand abgegraben wurden - liegt etwa 50 km nordwestlich von der Landeshauptstadt Düsseldorf und 2,5 km von der Kreisstadt Wesel entfernt.

Der See hat keine oberirdischen Zu- und Abflüsse, sondern wird ausschließlich von Grundwasser gespeist.

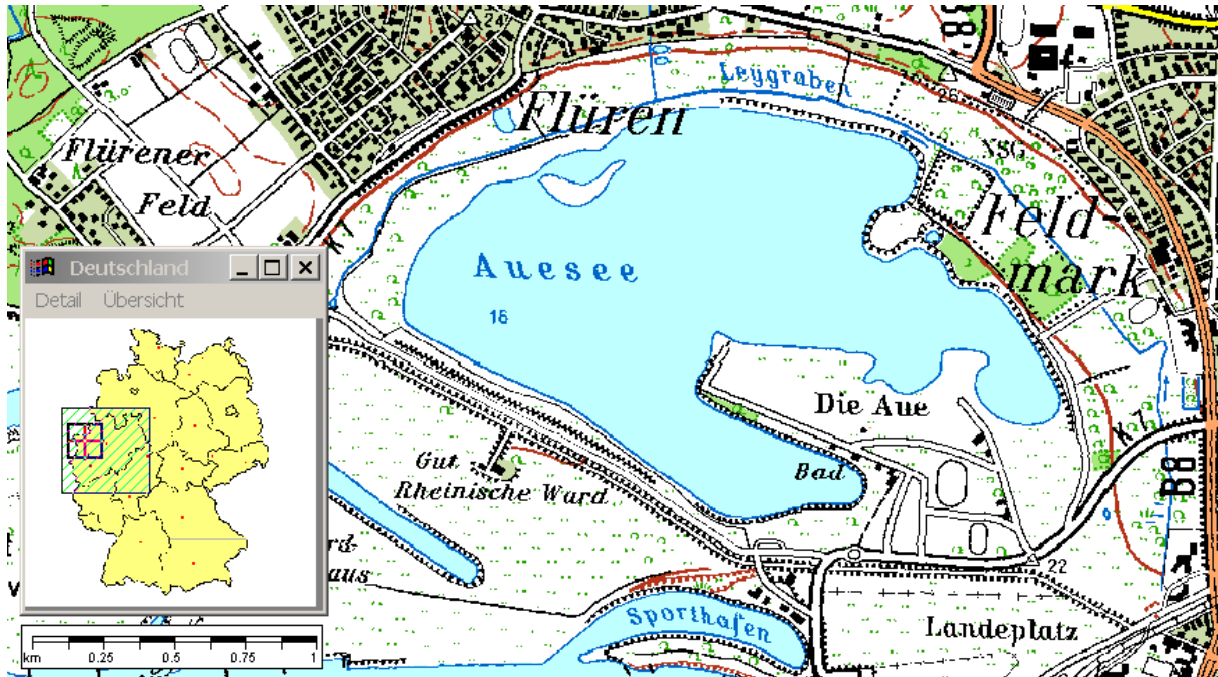


Abb. 3: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

1.1.3.2 Topographie und Morphometrie

Der Auesee ist einer der größten Baggerseen in Nordrhein-Westfalen. Er weist sowohl ausgeprägte Flachwasserbereiche mit bis zu 6 m Tiefe auf, als auch Tiefenbereiche bis zu 17,5 m. Eine in den See ragende Halbinsel teilt das Gewässer in ein nordöstliches und ein südwestliches Becken, wobei beide nördlich in Verbindung stehen. Das Hauptseebecken ist stabil geschichtet.

Die Ufer sind teilweise befestigt oder gestaltet.

Tab. 5: Topographie und Morphometrie des Auesees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [m]	B _{eff} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
14,35	1,81	17,5	7,9	2265	1290	1,8	2,5	6,8	n.b.

1.1.3.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der als mittelhart einzustufende Auesee ist im Bereich des Hauptbeckens thermisch stabil geschichtet. Die Sauerstoffkonzentrationen seines Wasserkörpers – bezogen

auf einen Tiefenbereich von 0 bis 10 m - schwankten im Zeitraum Mitte 1996 bis Mitte 2000 fast durchgängig zwischen 7 und 14 mg/l. Lediglich im Juli 1997 wurde in 10 m Tiefe nur 3,5 mg O₂/l gemessen. Für den Zeitraum September 2000 bis September 2002 muss der angegebene Schwankungsbereich der Sauerstoffkonzentrationen nach unten bis auf 1,8 mg/l erweitert werden, wobei Werte unterhalb von 5 mg/l lediglich in ≥ 10 m Tiefe während der Sommerstagnationsperiode ermittelt wurden (Tauchsportgemeinschaft Wesel e.V. 2002). Das pH-Vegetationsmittel 1996/97 lag mit 8,3 im schwach alkalischen Bereich. Nachfolgend sanken die pH-Werte und bewegen sich seither zwischen 8,2 und 5,7. Minima von deutlich $< 7,0$ blieben dabei auf die Zeiträume September 1997/Februar 1998 sowie Oktober 2001/Januar 2002 beschränkt (Tauchsportgemeinschaft Wesel e.V. 2002). Aufgrund der schwachen Planktonentwicklung ist die Sichttiefe des Auesees relativ groß und betrug im Untersuchungszeitraum 1996/97 durchschnittlich 5,85 m. Nachfolgend bewegten sich die Werte dieses Parameters in einem Schwankungsbereich von 2 bis 6 m (Tauchsportgemeinschaft Wesel e.V. 2002). Negativ wirkt sich der große Andrang Erholungssuchender zwischen Mai und September eines jeden Jahres aus (hoher Schwebeteilchenanteil). Hinsichtlich der trophischen Parameter Chlorophyll a, Gesamtposphor sowie Gesamtstickstoff stehen allein Konzentrationen des Zeitraumes April bis Oktober 1996/97 zur Verfügung, welche den Auesee nach LAWA (1998) als im Übergangsbereich zwischen oligotroph und mesotroph befindlich charakterisieren. So lagen die entsprechenden Mittelwerte bei 2,75 µg Chl a/l, 14 µg TP/l sowie < 1 mg TN/l. Beschreibungen zufolge mehrten sich aktuell zumindest im Badebereich Anzeichen für ein Überangebot von Nährstoffen, zurückzuführen auf den Einsatz von Düngemitteln im Bereich der umliegenden Landwirtschaftsflächen, auf eine intensive Nutzung des Freizeitentrums, auf Ansammlungen übernatürlich vieler Vögel (Exkrememente) sowie auf fütternde Spaziergänger oder Angler. Dies könnte im Vergleich zur Ist-Situation 1996/97 auf eine Verschlechterung der Trophie hindeuten, was aufgrund des fehlenden Datenmaterials an dieser Stelle jedoch nicht zu belegen ist. Die seit September 2000 vorrangig im hypolimnischen Tiefenbereich zu beobachtende Negativentwicklung der Sauerstoffverhältnisse deutet allerdings ebenfalls in diese Richtung. Dem morphometrischen Referenztrophiegrad zufolge handelt es sich beim Auesee um ein potentiell natürlich mesotrophes Gewässer (LAWA 1998).

Tab. 6: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophie-relevanter Parameter des Jahres 1996/97 (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 1996/97) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/m]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
8,3	544	2,75	5,85	< 1	14	9

1.1.3.4 Flora und Fauna

Der Auesee wird streckenweise von einem dichten Bestand von Ufergehölzen gesäumt. Röhrlichtzonen mit Schilf sind nur spärlich vertreten. Reich entwickelt ist die Unterwasservegetation. Das Litoral ist bis in Tiefen von 10 m dicht mit der Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* besiedelt. In den flacheren Uferbereichen wurden außerdem u.a. das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Nuttalls

Wasserpest (*Elodea nuttallii*), weitere Characeen sowie verschiedene Laichkrautarten (*Potamogeton lucens*, *perfoliatus* u.a.) nachgewiesen.

Das Phytoplankton ist nur schwach entwickelt, lediglich Diatomeen und Cryptophyceen kommen regelmäßig vor. *Cyclotella* sp., *Rhodomonas minuta* und *Gymnodinium helveticum* treten zeitweilig in größerer Zahl auf.

Der Fischbestand des Auesees wird u.a. durch Karpfen, Hechte, Zander, Barsche, Schleie, Aale und Weißfische wie Rotaugen und Brassen gebildet.

Auf dem See überwintern viele Entenvögel, insbesondere Bleßrallen, Stock-, Reiher- und Tafelenten sowie Höckerschwäne.

1.1.3.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Als ausgewiesenes EU-Badegewässer wird der See intensiv zu diesem Zweck genutzt. Er ist ein Naherholungszentrum und aufgrund der hohen Sichttiefen ein gutes Tauchgewässer. Der größte Teil des Sees ist Naturschutzgebiet.

Die intensive Nutzung des Auesees beeinflusst dessen Beschaffenheit zunehmend. So mindert der große Andrang von Badegästen zwischen Mai und September eines jeden Jahres die Sichttiefen. Durch Angler werden zum Anfüttern der Fische proteinhaltige Stoffe und durch Spaziergänger zur Vogelfütterung Brotreste in das Gewässer verbracht, was im Zersetzungsfall den Sauerstoffhaushalt des Sees belastet. Zusätzlich sorgen die Exkremente der übernatürlich vielen Vögel sowie Düngemittel der umliegenden Landwirtschaft vermutlich mehr und mehr für ein Überangebot von Nährstoffen im Auesee.

1.1.4 Großer Toeppersee

1.1.4.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Etwa 20 km nordwestlich der Landeshauptstadt Düsseldorf liegt der an die Stadt Duisburg angrenzende Toeppersee. Von 1898 bis 1955 fand in diesem linksrheinisch gelegenen Baggersee der Abbau von Sand und Kies statt.

Es sind weder Zu- noch Abflüsse vorhanden, der Baggersee ist ausschließlich grundwassergefüllt.

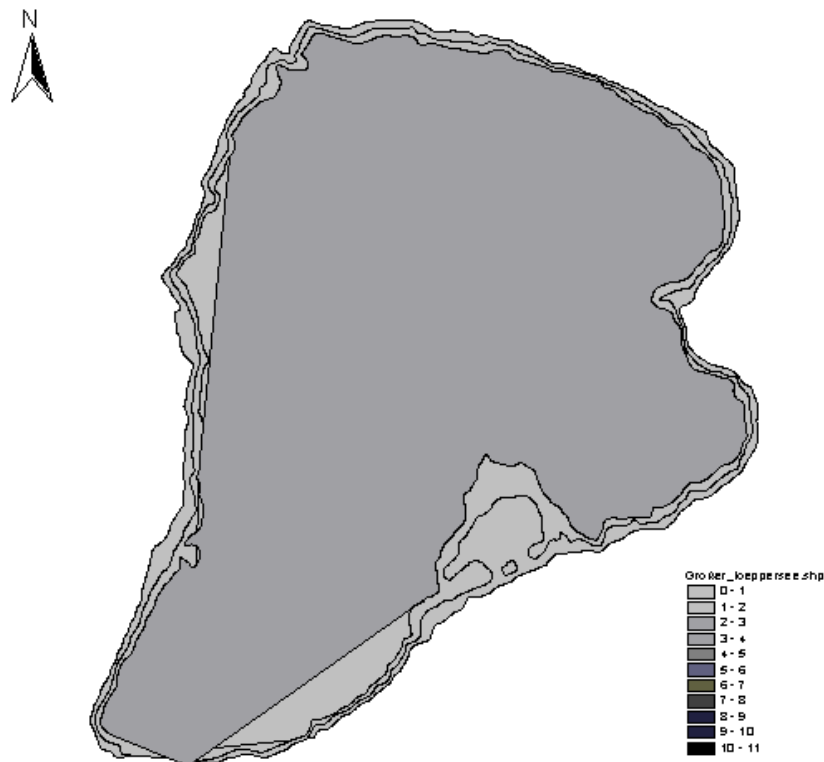


Abb. 4: Tiefenkarte des Großen Toeppersees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

1.1.4.2 Topographie und Morphometrie

Morphologisch hat der Große Toeppersee im nördlichen Bereich eine rundliche Form und läuft nach Südwesten „zugespitzt“ aus. Die Ufer fallen allseitig relativ schnell auf eine mittlere Tiefe von 4,5 m ab, lediglich im Südosten befinden sich ausgedehntere Flachwasserbereiche. Die vorhandenen Inseln und Uferbereiche sind zum Teil ausgebaut und parkähnlich gestaltet. Der See ist im Sommer geschichtet und weist eine Größe von 0,54 km² auf.

Tab. 7: Topographie und Morphometrie des Großen Toeppersees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [m]	B _{eff} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
2,42	0,54	10,7	4,5	1094	649	1,9	1,8	5,6	n.b.

1.1.4.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Ein Tiefengradient von > 1,5 deutet darauf hin, dass der Wasserkörper des Großen Toeppersees zumindest in den Sommermonaten einer Schichtung unterliegt. Das zwischen April und Oktober 1999 gewonnene chemische Datenmaterial beschreibt ihn des weiteren als schwach alkalisch und gut mineralisiert. Mit einem mittleren pH-Wert von 8,3 befindet sich das Gewässer in einem pH-Bereich, der für die heimische Süßwasserfauna (insbesondere Fische) als ideal gilt. Die durchschnittliche Leitfähigkeit lag bei 811 µS/cm. Trophisch befand sich der Große Toeppersee 1999 in einem mesotrophen Ist-Zustand, gekennzeichnet durch eine mäßige Planktonproduktion von durchschnittlich 7 µg Chl a/l sowie eine mäßige Nährstoffbelastung von im Vegetationsmittel 21 µg TP/l bzw. < 1 mg TN/l. Die Sichttiefe lag über den Untersuchungszeitraum gemittelt deutlich oberhalb von 2 m. Damit wies das Gewässer im Jahr 1999 trophische Gegebenheiten auf, wie sie nach LAWA (1998) auch dessen morphometrischem Referenztrophiegrad entsprechen.

Tab. 8: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophie-relevanter Parameter des Jahres 1999 (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 1999) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
8,3	811	7	2,24	<1	21	30

1.1.4.4 Flora und Fauna

Die Uferbereiche, an denen keine Rasen zur Freizeitnutzung angelegt worden sind, werden von einem Gehölzgürtel, bestehend aus Weiden, Schwarzerlen, Birken und diversen Ziergehölzen gesäumt. Röhrichpflanzen wie Breitblättriger Rohrkolben und Schilf sowie Binsen (*Juncus effusus*) sind nur schwach entwickelt. Submerse Makrophyten sind durch das Tausendblatt *Myriophyllum spicatum* vertreten.

Beim Phytoplankton kommen nur *Cyclotella sp.*, *Peridinium sp.* und *Ceratium hirundinella* in größerer Zahl vor, regelmäßig sind auch *Phacus div. sp.* und *Rhodomonas minuta* sowie verschiedene Chlorophyceenarten anzutreffen.

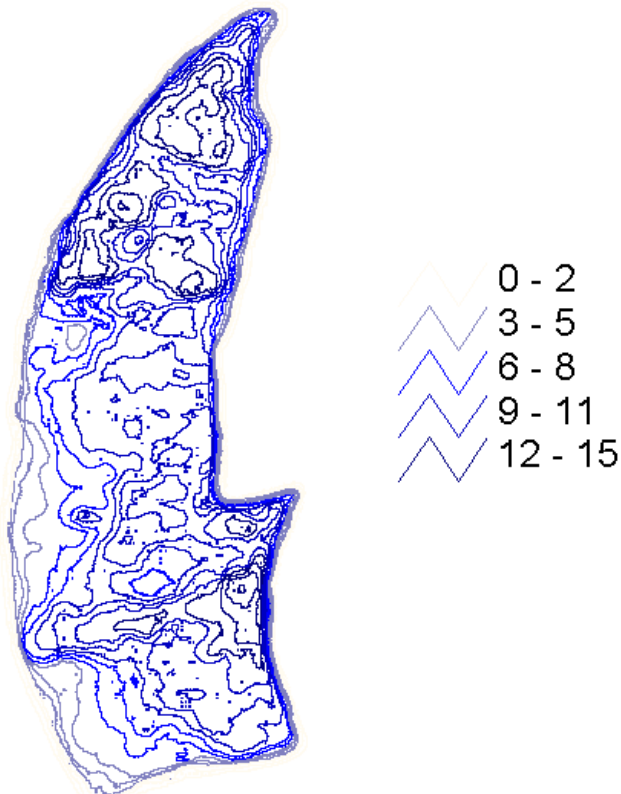
An aquatischen Wirbellosen konnten u.a. die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* und der Krebs *Orconectes limosus* nachgewiesen werden. Auf dem See brüten Bleßrallen, Stockenten und Haubentaucher.

1.1.4.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Der Große Toeppersee ist ein Freizeitsee, der vorwiegend zum Angeln, Baden und Segeln sowie zur stillen Erholung genutzt wird.

1.1.5 Lohwardter See West

1.1.5.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie



Auf der rechten Seite des Rheines, etwa 67 km nordwestlich von Düsseldorf und 5 km südöstlich von Rees, befindet sich der Lohwardter See West. Eigentümer dieses im Landkreis Kleve gelegenen Sand- bzw. Kiessees ist die Firma Hülskens. Die Kies-Abgrabungen erfolgten von 1972 bis 1987.

Zur Zeit liegt der See hinter dem Deich 500 m weit vom Rhein. Es ist aber geplant, die Aue zu vergrößern und den Deich weiter ins Inland zu verlegen. Dadurch würde der Lohwardter See West im Bereich der Flussaue liegen und bei Hochwasser eine zeitweise Anbindung zum Rhein erhalten.

Der Baggersee hat weder Zu- noch Abflüsse, er ist ausschließlich grundwassergespeist.

Abb. 5: Tiefenlinien des Lohwardter See West (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)

1.1.5.2 Topographie und Morphometrie

Der 1,08 m² große Lohwardter See West erstreckt sich in seiner Längsausdehnung von Süd nach Nord, wobei seine Breite in nördlicher Richtung leicht abnimmt (Abb. 5). Ausgenommen Abschnitte im Süden- und Südwesten fallen die Uferbereiche des Gewässers schnell auf 6 bis 8 m ab. Maximale Tiefen von bis zu 15,8 m werden bei ungleichmäßiger Seebodenstruktur im nördlichen und südöstlichen Bereich des Sees erreicht.

Tab. 9: Topographie und Morphometrie des Lohwardter Sees West (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [m]	B _{eff} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
9,181	1,075	15,8	8,5	2100	700	1,4	2,5	6,4	n.b.

1.1.5.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Unter Bezug auf den Tiefengradienten stellt der Lohwardter See West ein geschichtetes Gewässer dar, welches im Untersuchungsjahr 2001 mesotrophe

Verhältnisse aufwies. Die Chlorophyll a-Konzentrationen erreichten im Mittel 4 µg/l, Gesamtphosphor wurde in einer durchschnittlichen Größenordnung von 40 µg/l gemessen und die mittlere Sichttiefe lag mit 4,5 m deutlich über dem kritischen Wert von 2 m (Tab. 10). Laichkräuter, Wasserpest, Tausendblatt und Armleuchtergewächse, die als Bio-Indikatoren eine allenfalls mäßige Gewässerbelastung charakterisieren, wurden innerhalb der Makrophytenvegetation des Sees angetroffen. Der trophische Referenzzustand, ermittelt auf Grundlage der morphometrischen Parameter mittlere Tiefe und Tiefengradient, beschreibt das Gewässer nach LAWA (1998) ebenfalls als mäßig produktiv (mesotroph). Die heimische Süßwasserfauna findet im Lohrwardter See West ideale schwach alkalische pH-Gegebenheiten vor.

Tab. 10: Vegetationsmittelwerte chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
8,5	470	4	4,5		40	

1.1.5.4 Flora und Fauna

Der See ist im Uferbereich rundherum von Weiden umgeben. Nur im Norden befindet sich ein kleiner Schilfgürtel. Die submerse Makrophytenvegetation besteht aus *Chara vulgaris*, *Chara cf. contraria*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*, *Ranunculus circinatus* und *Myriophyllum spicatum*.

Das Phytoplankton setzt sich hauptsächlich aus den Diatomeengattungen *Stephanodiscus* und *Cyclotella*, Chlorophyceen, Flagellaten wie dem Dinoflagellaten *Ceratium hirundinella* sowie den Cyanobakterienarten *Microcystis flos-aquae* und *Anabaena spiroides* zusammen.

Zum Zooplankton zählen die Copepoden, Cladoceren mit *Diaphanosoma brachyurum* und die Rotatorien mit den Gattungen *Polyarthra* und *Asplanchna*.

Es wurden noch keine Fischbestandsuntersuchungen durchgeführt.

Auf dem See brüten Flussseseschwalben auf eigens angebrachten Schwimm-Pontons (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001).

1.1.5.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Der gesamte See ist keiner Nutzung zugeführt worden. Es wird aber sehr extensiv von einigen Anglern genutzt.

1.1.6 Monbag-See

1.1.6.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Monbag-See (geläufiger Kurzname für Monheimer Baggersee) liegt in Nordrhein-Westfalen im Landkreis Mettmann auf der rechten Rheinseite. Er liegt 20 km südlich der Landeshauptstadt Düsseldorf und grenzt östlich direkt an die Stadt Monheim am Rhein. Das Gewässer ist ein Baggersee, in dem von 1914 bis 1998 Kies und Sand gewonnen wurden. Da lediglich entlang des Südwestufers toniges Fremdmaterial eingebracht wurde, bilden Kies und Sand den Hauptbestandteil des Gewässersubstrates.

Der See gehört naturräumlich zur Niederrheinischen Bucht. Geologisch gesehen liegt er in der Benrather Rheinebene, welche Teil der rechtsrheinischen Niederterrasse und aus pleistozänen Ablagerungen entstanden ist.

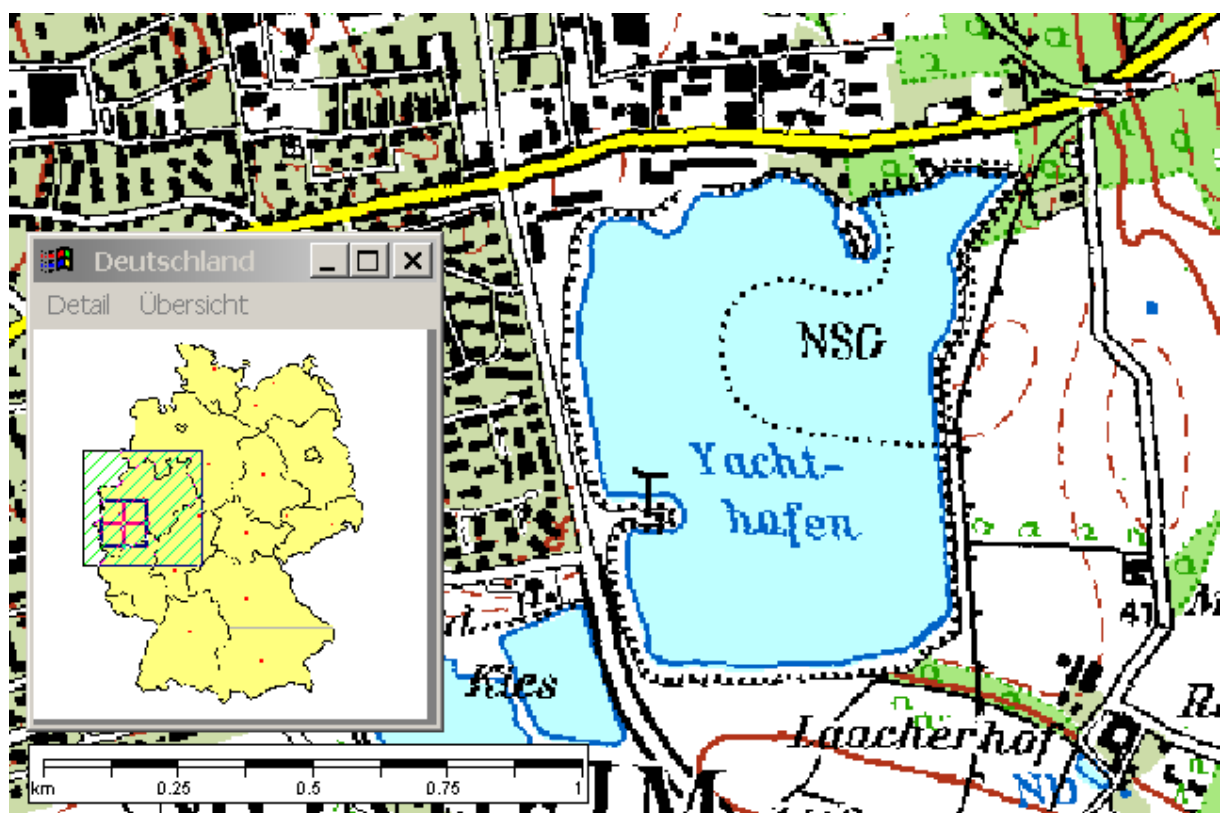


Abb. 6: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

Das Klima ist ozeanisch geprägt mit sehr milden Wintern und mäßig warmen Sommern. Das Gebiet liegt in einer Stromtallage und ist deshalb wärmebegünstigt. Es herrschen hauptsächlich West- und Südwestwinde. Der Niederschlag beträgt ca. 700 bis 750 mm (Lacombe et al. 1998).

Am See befindet sich ein Wasserwerk, welches Trinkwasser gewinnt. Im Westen liegt das Siedlungsgebiet der Stadt Monheim, außerdem grenzt der See an die Wasserschutzzone II. Im Norden ist ein Gewerbegebiet angesiedelt, in dem sich auch die ehemaligen Anlagen zur Kiesgewinnung befanden. Im Nordosten befindet sich ein kleines unter Naturschutz stehendes Waldgebiet. Im weiteren Umfeld liegen Ackerflächen.

Der Baggersee ist ausschließlich grundwassergefüllt. Er weist keine Zu- und Abflüsse auf.

1.1.6.2 Topographie und Morphometrie

Die Uferböschungen sind zum Teil sehr steil und ragen bis zu 5 – 7 m hoch. Der See weist eine etwa rechteckige Form auf, mit mehreren Einbuchtungen und halbinselförmigen Landvorsprüngen. Weiterhin befindet sich in der nördlichen Hälfte des Sees eine Insel. Der nördliche und nordöstliche Teil des Sees sind bis auf eine 16 m tiefe Senke sehr flach. Der südwestliche Teil dagegen ist stark strukturiert mit mehreren Erhebungen. Die tiefste Stelle mit knapp 24 m befindet sich ebenfalls hier.

Tab. 11: Topographie und Morphometrie des Monbag-Sees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [km]	B _{eff} [km]	U _e [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
6,68	0,63	23,0	10,6	1100	750	1,4	4,1	5,7	n.b.

1.1.6.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der Monbag-See ist ein dimiktischer See, der im Winter sehr spät zufriert. In den Sommermonaten kommt es im Hypolimnion zu Sauerstoffdefiziten. Bereits im August wird ab 15 m Tiefe kein Sauerstoff mehr gefunden.

Tab. 12: Chemische und trophierelevante Parameter des Jahres 1997 (Lacombe et al. 1998)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
8,2	520	3,7	4,1	4,02	40	40

Das Gewässer wurde im Jahr 1997 hinsichtlich seiner Gewässergüte im Auftrag des Umweltamtes Düsseldorf untersucht (Tab. 12). Die Konzentrationen des organischen Kohlenstoffs waren nicht auffällig erhöht. Die höchsten Konzentrationen (1,8 mg/l) traten im Juli in der Oberflächenebene auf. Orthophosphat erreichte ebenfalls im Epilimnion (während der Frühjahreszirkulation) seinen Maximalwert (60 µg/l). Im September wurde die Bestimmungsgrenze (5 µg/l) unterschritten. Im Tiefenwasser lag die Orthophosphatkonzentration immer unterhalb der Bestimmungsgrenze, zu nennenswerten Rücklösungsvorgängen von Phosphat aus dem Sediment kam es nicht. Die Sulfatkonzentrationen schwankten im Jahresverlauf wenig. Sie lagen bei 100 mg/l. Eine Sulfatreduktion mit der Bildung von Sulfid und Schwefelwasserstoff trat unter den anaeroben Bedingungen im Tiefenwasser nicht auf. Die Chloridkonzentrationen ergaben 44 - 59 mg/l. Das Maximum der Chlorophyll a-Konzentration (5 µg/l) trat 1997 im August auf. Nach LAWA 1998 ist der See als mesotroph einzustufen, was seinem morphometrischen Referenztrophiegrad entspricht.

Metalle wurden in der Wasserphase nicht in auffällig erhöhten Konzentrationen gefunden. Nur die Mangankonzentration war im September über dem Grund (1,6 mg/l) deutlich höher als im Freiwasser (< 0,01 mg/l). Eine Ursache dafür kann die Rücklösung aus dem anaeroben Sediment sein.

1.1.6.4 Flora und Fauna

Die Ufer des Monbag-Sees sind hauptsächlich von Gehölzen umgeben. Die Röhrichtpflanzen beschränken sich auf einen Schwemmkegel aus Feinsediment des Kieswaschwassers im Norden des Sees. Es wurden 8 Makrophyten gefunden: Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*), Nuttalls Wasserpest (*Elodea nuttallii*), Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Berchtholds Laichkraut (*Potamogeton berchtoldii*), Knoten-Laichkraut (*Potamogeton nodosus*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus*) und Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) (Schmitz 2000).

Im Untersuchungszeitraum 1997 wurden keine Massenentwicklungen von Planktonalgen beobachtet. Die Planktonentwicklung war das ganze Jahr über sehr gering. Im Frühjahr traten hauptsächlich Diatomeen (*Stephanodiscus*, *Cyclotella*) auf, daneben aber auch die Kieselalge *Asterionella formosa*. Im Juli waren am meisten Chlorophyceen, Dinoflagellaten und Chrysophyceen aufzufinden. Keine der gefundenen Arten dominierte dabei. Cyanobakterien wurden nicht beobachtet (Lacombe et al. 1998).

Die Zooplanktonentwicklung war im gesamten Jahr 1997 sehr gering. Im Frühjahr bestand das Zooplankton zu etwa gleichen Anteilen aus Copepoden und Cladoceren. Im Sommer überwogen die Rotatorien der Gattungen *Asplanchna*, *Polyarthra* und *Keratella*. Copepoden kamen jedoch in fast gleichen Abundanzen vor. Im Herbst waren die Cladoceren dominant (Lacombe et al. 1998).

Im Sommer 1997 war die bakterielle Belastung sehr gering. Koloniezahl und Fäkalcoliforme lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Gesamtcoliforme waren mit 40 Einheiten pro 100 ml ebenfalls nur gering vertreten.

In den Steilwänden nisten Uferschwalben. Auf dem See gibt es eine Brutkolonie von Kormoranen. Weiterhin haben dort ca. 50 Kanadagänse an einigen Tagen ihren Schlafplatz.

Es wurde noch keine Fischbestandsanalyse durchgeführt.

1.1.6.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Der See wird auf Zweidrittel seiner Fläche intensiv von Anglern genutzt, es werden Fische eingesetzt. Mit zeitlicher Einschränkung wird auf dem See auch gesegelt. Weiterhin wird der See auch zur Trinkwassergewinnung genutzt.

1.1.7 Reeser Meer Nord

1.1.7.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Das Reeser Meer Nord - ein Baggersee, in dem Kies und Sand abgebaut wurde – befindet sich im Landkreis Kleve auf der rechten Rheinseite und liegt annähernd 65 km nordwestlich von Düsseldorf und 5 km südöstlich von Rees.

Der Baggersee verfügt über keine Zu- und Abflüsse, er ist ausschließlich grundwassergespeist.

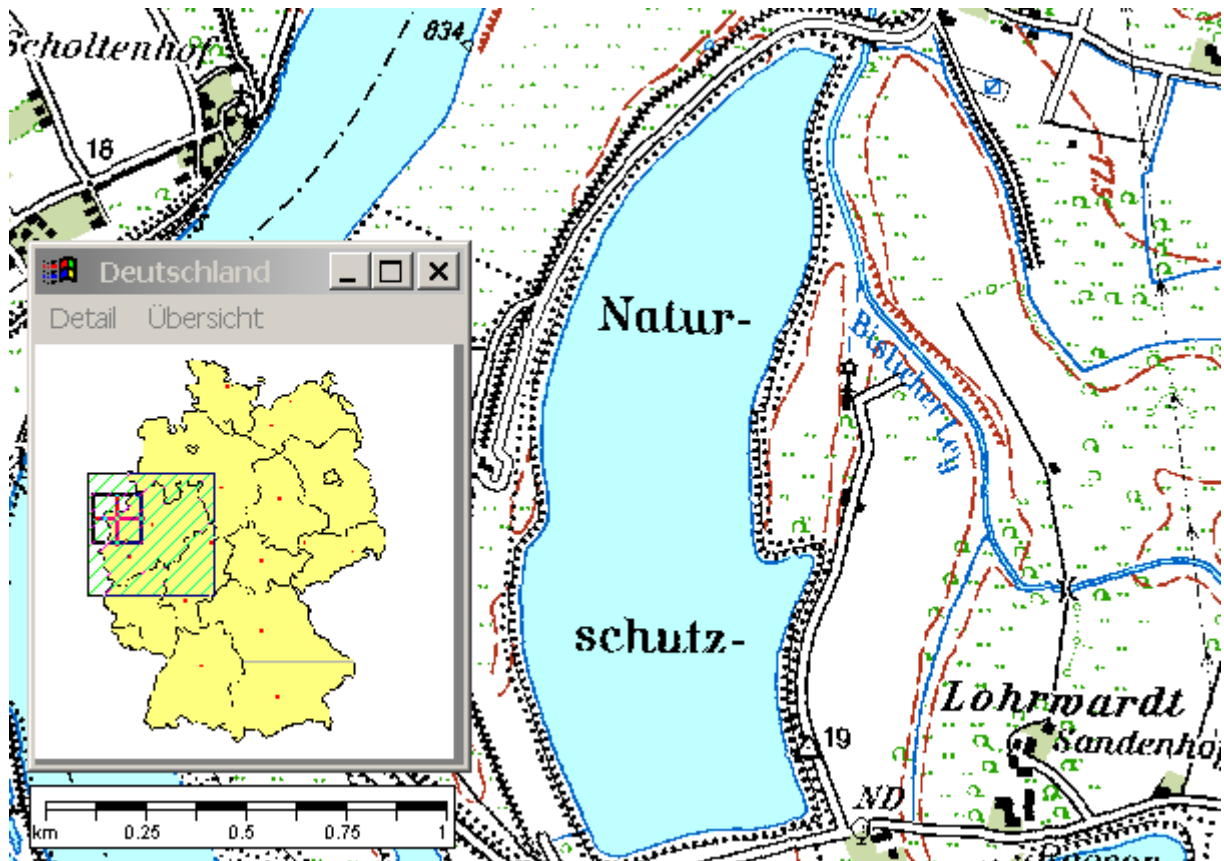


Abb. 7: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

1.1.7.2 Topographie und Morphometrie

Morphometrisch weist das Reeser Meer Nord eine drei mal größere effektive Länge wie Breite auf und fasst insgesamt 7,57 Mio. m³ Wasser (Tab. 13). Seine maximale Tiefe erreicht der See bei 15,9 m, wobei ein Tiefengradient von 2,5 auf eine stabile Schichtung des Wasserkörpers hindeutet.

Tab. 13: Topographie und Morphometrie des Reeser Meeres-Nord (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [m]	B _{eff} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
7,57	0,83	15,9	9,1	1700	600	1,3	2,5	6,1	n.b.

1.1.7.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Das stabil geschichtete Gewässer wurde zwischen April und Oktober der Jahre 1994, 1995 sowie 1997 hinsichtlich seiner Beschaffenheit untersucht. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das in der Gesamtheit gemittelte Datenmaterial dieser drei Untersuchungszeiträume (Tab. 14). Danach weist das Reeser Meer Nord mit einem pH-Wert von 8,5 sowie einer Leitfähigkeit von 467 $\mu\text{S}/\text{cm}$ schwach alkalische und schwach mineralisierte Verhältnisse auf. Das (natürliche) Auftreten des Flussbarsches, der 86 % des Fischbestandes im Reeser Meer Nord ausmacht, signalisiert als Bio-Indikator eine allenfalls mäßige Gewässerbelastung. Die nach LAWA (1998) trophisch relevanten Parameter Chlorophyll a, Gesamtphosphor sowie Sichttiefe bestätigen für den Untersuchungszeitraum Mesotrophie, was auch dem morphometrischen Referenztrophiegrad des Sees entspricht. Konkret erreichten die Chlorophyll a-Konzentrationen im Mittel 3,7 $\mu\text{g}/\text{l}$, Gesamtphosphor wurde in einer durchschnittlichen Größenordnung von 16 $\mu\text{g}/\text{l}$ gemessen und die mittlere Sichttiefe lag bei 3,94 m.

Tab. 14: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter der Jahre 1994-95 u. 1997 (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [$\mu\text{S}/\text{m}$]	Chl a [$\mu\text{g}/\text{l}$]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [$\mu\text{g}/\text{l}$]	TP _{Früh} [$\mu\text{g}/\text{l}$]
8,52	467	3,7	3,94	<1	16	16

1.1.7.4 Flora und Fauna

Der Uferbereich ist zum größten Teil von Weiden umgeben. Die submerse Makrophytenvegetation ist nur spärlich ausgebildet. Es kommen die Arten *Chara sp.*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton pusillus*, *Elodea canadensis* und *Elodea nutallii* vor.

Im Phytoplankton sind die Diatomeenarten *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*, Chrysophyceen mit der Art *Dinobryon divergens*, Dinophyceen mit der Art *Gymnodinium helveticum* sowie *Rhodomonas minuta* als Vertreter der Cryptophyceen zeitweise in höherer Zahl vor. Chlorophyceen sind nur spärlich vertreten.

Das Zooplankton setzt sich hauptsächlich aus den Cladoceren *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia reticulata* und *Leptodora kindtii* sowie der Rotatoriengattung *Asplanchna* zusammen.

Der Fischbestand besteht zu 86 % aus Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), zu 5 % aus Aal (*Anguilla anguilla*), zu 3 % aus Hecht (*Esox lucius*), zu 3 % aus Plötze (*Rutilus rutilus*), zu 2 % aus Brachsen (*Abramis brama*) und zu jeweils < 1 % aus Zander (*Sander lucioperca*), Schleie (*Tinca tinca*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*) (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001).

Brutvögel sind Bleßralle, Haubentaucher und - als regionale Besonderheit - zeitweilig Weißwangengänse. Größere Bedeutung hat das Gewässer zur Überwinterung von Entenvögeln (Tauchenten, Taucher und Blessgänse).

1.1.7.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Im Jahr 1997 wurde im erheblichen Umfang Abraum aus der Kiesgewinnung in den See eingetragen, um durch einen geschütteten Damm einen kleineren Seeteil als Feuchtgebiet abzugrenzen. Offiziell wird der See in keiner Weise genutzt. Er ist dem Biotop- und Artenschutz vorbehalten. Allerdings wird in ihm illegal geangelt. Es ist geplant, unmittelbar am See einen Ferienpark entstehen zu lassen. Wenn dies geschieht, findet eine Verbindung mit dem Reeser Meer- Süd statt, in dem zur Zeit noch Kiesabbau betrieben wird. Dann soll der See auch intensiv als Freizeitgewässer genutzt werden.

1.1.8 Unterbacher See

1.1.8.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Unterbacher See stellt einen flachen Baggersee dar, der durch Grundwasser und Niederschläge gespeist wird. Der Unterbacher See liegt in der rechtsrheinischen Niederterrasse, in der der Rhein im ausgehenden Pleistozän Sand und Kies in einer Mächtigkeit bis zu 30 m abgelagert hat. Unter dieser Schicht liegen tertiäre marine Quarzsande. Der See entstand bei Auskiesungsarbeiten in den Jahren 1926 bis 1973 und ist ein reiner Grundwassersee. Der Eselsbach, der vor der Auskiesung hier entlang floss, wurde in ein neues Bett südlich des Sees verlegt. 1976 gab es eine weitere Auskiesung, die der Beseitigung von Untiefen und der Aufschüttung von zwei Strandbädern diente. Der See liegt quer zur Fließrichtung des Grundwassers, dessen Fließgeschwindigkeit mit 1,3 m/d ermittelt worden ist. Der Unterbacher See bildet den Hauptteil eines Naherholungsgebietes mit Wald und Freiflächen, das insgesamt 200 ha umfasst. Die nächstgelegene Siedlung ist der Ort Unterbach, unmittelbar nördlich gelegen. Landwirtschaftlich genutzte Flächen gibt es in direkter Nachbarschaft zum See seit einigen Jahren nicht mehr (LAWA 1985).

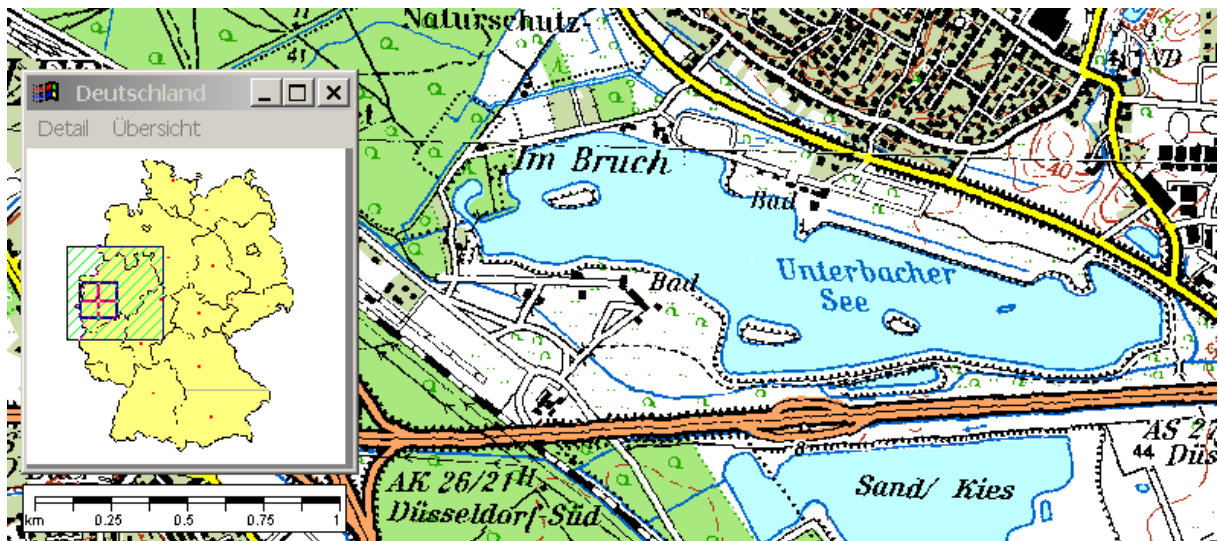


Abb. 8: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

1.1.8.2 Topographie und Morphometrie

Der 0,83 km² große Unterbacher See stellt ein in West-Ost-Richtung länglich verlaufendes Gewässer dar. Es ist mehr als 6-mal so lang wie breit und weist eine maximale Tiefe von 13,5 m auf (Tab. 15).

Tab. 15: Topographie und Morphometrie des Unterbacher Sees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{max} [m]	B _{max} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
4,11	0,84	13,4	4,9			1,82	2,1		

1.1.8.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der See ist polymiktisch und die meiste Zeit des Jahres zugleich holomiktisch, während der Sommermonate bildet sich jedoch eine Sprungschicht unterhalb von 5 m Tiefe aus. Eine umfassende Untersuchung der Wasserqualität des Unterbacher Sees im Jahr 1982 durch die chemisch-biologischen Laboratorien der Landeshauptstadt Düsseldorf ergab eine maximale Sichttiefe von 7,5 m, welche man im Oktober ermittelte. Die geringsten Sichttiefen wurden im April gemessen; der Minimalwert lag bei 2,5 m. Es konnte eine positive Korrelation zur Chlorophyll-Konzentration errechnet werden. Die Sauerstoffkonzentration war durchweg hoch und lag in den kälteren Jahreszeiten um den Sättigungspunkt. Im Sommer stieg sie deutlich an und erreichte Werte von über 150 % Sättigung. Der pH-Wert bewegte sich in einem Größenbereich von 7,4 bis 8,5, bei Höchstwerten im Sommer. Die Leitfähigkeit sank von > 600 $\mu\text{S/cm}$ 1975 auf < 600 $\mu\text{S/cm}$ im Jahr 1982. Diese Abnahme zeigte sich auch in der Gesamthärte (1975: 15 - 16°dH; 1982: 12 - 14,5°dH) und in der Calcium-Konzentration (1975/76: 84 - 112 mg/l; 1982: 42 - 87 mg/l). Die Ammoniumkonzentration schwankte in der oberflächennahen Wasserschicht meist um 0,2 mg/l und stieg ab Oktober bis auf Konzentrationen von 0,7 mg/l an. Im Frühjahr und im Sommer traten im Tiefenwasser Schwankungen zwischen 0,2 mg/l und 1,2 mg/l auf. Die Nitratkonzentrationen nahmen in der oberen Wasserschicht von 3 - 4 mg/l im Winter bis auf weniger als 1 mg/l zum Ende der Vegetationsperiode ab. Die Gesamt-Phosphatkonzentration schwankte im Bereich zwischen 0,1 mg/l und 0,3 mg/l mit zeitweisem Anstieg auf ca. 1 mg/l. Die Beurteilung des Trophiegrades bereitete Schwierigkeiten, weil der See klares Wasser besaß, aber starke submerse Makrophytenbestände aufwies. Die Phytoplanktonentwicklung blieb durch die Hemmwirkung der Makrophyten schwach, so dass der Unterbacher See 1982 insgesamt als makrophytendominierter mesotropher Flachsee einzustufen war.

Den mesotrophen Trophiezustand des Gewässers bestätigen auch die Untersuchungsergebnisse des Jahres 2000 (Tab. 16). Hinsichtlich des morphometrischen Referenztrophiegrades ergibt sich für den See Oligotrophie (o) (LAWA 1998).

Zwischen April und Oktober ergaben diese bei einer mittleren Gesamtphosphorkonzentration von 25 $\mu\text{g/l}$ einen durchschnittlichen Chlorophyll a-Wert von nur 4,5 $\mu\text{g/l}$ sowie eine Sichttiefe von 3 m. Hinsichtlich des Parameters Gesamtphosphor ist damit im Vergleich zu 1982 ein deutlicher Konzentrationsrückgang feststellbar, der u.a. mit der veränderten Nutzung (keine Landwirtschaft mehr) der Flächen in direkter Nachbarschaft zum See in Zusammenhang stehen könnte.

Tab. 16: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophie-relevanter Parameter des Jahres 2000, alle Tiefen (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 2000)

pH-Wert [-]	Leitf. [$\mu\text{S/cm}$]	Chl a [$\mu\text{g/l}$]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [$\mu\text{g/l}$]	TP _{Früh} [$\mu\text{g/l}$]
8,4	531	4,50	3,0		25,0	30,0

1.1.8.4 Flora und Fauna

Durch den meist steilen Abfall des gesamten Ufers gibt es kaum eine Ausbildung von Schilf- bzw. Röhrichtzonen. Der Stoffhaushalt im Unterbacher See ist von submersen Makrophyten bestimmt, die einen großen Teil des Seebodens bedecken. Die Dichte der Unterwasservegetation nimmt zum flacheren Ostteil hin zu. Die Entwicklung des

Sees zeigte 1989/1990 einen Wendepunkt, der mit einer drastischen Verringerung der Nährstoffkonzentrationen und einer Umstrukturierung der Makrophytengemeinschaft verbunden war. In den 80er Jahren bestand die Unterwasservegetation überwiegend aus Ährigem Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und Quirl-Tausendblatt (*M. verticillatum*) und drang bis zu einer Wassertiefe von maximal 5,5 m vor. Sie bedeckte damit bereits damals einen großen Teil des Seebodens (genaue Kartierungen liegen für diesen Zeitraum allerdings nicht vor). Bei den Makrophyten wurde ab 1989/1990 das vorher dominante Quirl-Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*) in weiten Bereichen durch das haarblättrige Laichkraut (*Potamogeton trichoides*) verdrängt, ab 1998 wurde diese Art wiederum in einigen Seeabschnitten durch die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*) abgelöst. Inzwischen scheint sich der Zustand stabilisiert zu haben. Eine Kartierung der Unterwasservegetation ergab für den Unterbacher See inzwischen eine Vegetationsgrenze von 7,8 m Wassertiefe (dichter Bewuchs bis 6,5 m). Dabei besiedelte das Zwerglaichkraut (*Potamogeton pusillus*) den oberen Bereich bis etwa 1 m, die seltene gegensätzliche Armluchteralge (*Chara contraria*) den Bereich bis etwa 4 m und die ebenfalls seltene Stern-Armluchter-Alge (*Nitellopsis obtusa*) den unteren Bereich bis ca. 8 m Wassertiefe. Insgesamt wurden zwölf Arten gefunden, von denen sieben in der Roten Liste NRW aufgeführt sind, eine (die Armluchteralge *Tolypella glomerata*) ist sogar deutschlandweit vom Aussterben bedroht (Wöbbecke et al. 2003).

Plankton ist insgesamt von untergeordneter Bedeutung. Die bei den Makrophyten zu beobachtende Umstrukturierung konnte auch innerhalb der Phytoplanktongemeinschaft festgestellt werden. Das Frühjahrsmaximum des Phytoplanktons wurde in den 80er Jahren vor allem von Diatomeen gebildet, das Sommermaximum von Spirogyra-Fäden und das Herbstmaximum wiederum von Diatomeen. Besonders häufig waren *Achananthes minutissima*, *Cocconeis placentula* und *Synedra ulna*. Von den Chlorophyceen wurden *Mougeotia* sp., Protoderma-Arten und *Chaetopeltis orbicularis* als fast ganzjährig vorkommend genannt. Cyanobakterien gab es mit wenigen Arten das ganze Jahr über; die häufigsten Vertreter sind *Cyanophanon mirabile* und Pseudanabaena-Arten. Chrysophyceen kamen ganzjährig aber nur vereinzelt vor. Ein Maximum im Mai wurde allerdings von *Uroglena americana* gebildet, außerdem waren regelmäßig anzutreffen: *Chroococcus* sp., *Merismopedia glauca* und *Ceratium hirundinella* (oft in Massenentwicklung während der Badesaison), *Rhodomonas minuta*, verschiedene Diatomeen und Chlorophyceengattungen wie *Pediastrum*, *Scenedesmus*, sowie die Conjugatophyceen mit den Gattungen *Closterium*, *Cosmarium* sowie *Staurastrum*. Anfang der 90er Jahre veränderte sich die Phytoplanktonzönose, Goldalgen und Dinoflagellaten traten vermehrt in den Vordergrund und es kam vorübergehend zu einer Erhöhung der Chlorophyllkonzentrationen (LAWA 1985, Wöbbecke et al. 2003).

Das Zooplankton wird als art- und individuenreich bezeichnet. Als häufigste Arten werden *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Eudiaptomus gracilis* und *Dreissena*- Larven genannt.

Der Seegrund war in den 80er Jahren von Chironomus- und Corethra-Larven und Tubificiden besiedelt. Besonders in den *Myriophyllum*-Beständen kamen unter den Mollusken *Dreissena polymorpha* in größeren Mengen vor. Neuere Untersuchungen liegen nicht vor (LAWA 1985).

Der Unterbacher See gilt, vermutlich wegen seiner ausgedehnten Makrophytenbestände, als guter Hechtsee. Verschiedene andere wirtschaftlich bedeutende Fischarten wie Zander, Forelle, Karpfen und Schleie werden eingesetzt (Wöbbecke et al. 2002).

1.1.8.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Der Unterbacher See wird durch den 1956 gegründeten Zweckverband „Unterbacher See“, in dem die Städte Düsseldorf, Hilden, Erkrath und der Kreis Mettmann vertreten sind, bewirtschaftet.

Der Unterbacher See liegt in einem dichtbesiedelten Gebiet unweit der Landeshauptstadt Düsseldorf und hat einen hohen Freizeitwert. Er wird intensiv freizeithlich genutzt. So wurden schon in den 80er Jahren etwa 780.000 Besucher pro Jahr gezählt. Etwa die Hälfte der Uferlinie wird von Strandbädern, Campingplätzen und für den Wassersport belegt: Neben zwei Campingplätzen und sechs Grillplätzen gibt es zwei Badestrände, diverse Bootsverleihe, einen Hafen mit ca. 350 Liegeplätzen und eine Segelschule sowie eine Surfschule. Motorboote sind nicht zulässig (LAWA 1985, Wöbbecke et al. 2003).

Der See gilt als gutes Hechtgewässer, Besatz erfolgt mit Hecht, Zander Forelle, Karpfen und Schleie, die Jahresfangmenge beträgt etwa 25 kg/ha (Stand 1985).

Um die Bade-, Angel- und Sportbootnutzung im Unterbacher See zu gewährleisten, wird einmal jährlich eine Mahd der Unterwasserpflanzen mit einem speziellen Gerät („Seekuh“) durchgeführt. Hierbei werden etwa 200 bis 300 t Frischgewicht an Pflanzenbiomasse entnommen. Durch diese Entnahme von Biomasse, die im Herbst erfolgt, werden mehrere Hundert Kilogramm Phosphor aus dem See entfernt, eine Maßnahme, die langfristig vermutlich zur Abnahme der Phosphorkonzentrationen und Stabilisierung des Seeökosystems auf einem geringeren Nährstoffniveau beiträgt (Wöbbecke et al. 2003).

1.1.9 Wolfssee

1.1.9.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Wolfssee befindet sich im südlichen Teil von Duisburg, auf der rechten Seite des Rheins.

Der zwischen 1973 und 1975 durch Abgrabung von Kies und Sand entstandene See wird hauptsächlich von Grundwasser gespeist, verfügt aber auch über Zuflüsse vom Bruchgraben, vom Wambach und vom Haubach. Überschüssiges Wasser wird über ein Bachsystem dem Rhein zugeführt.

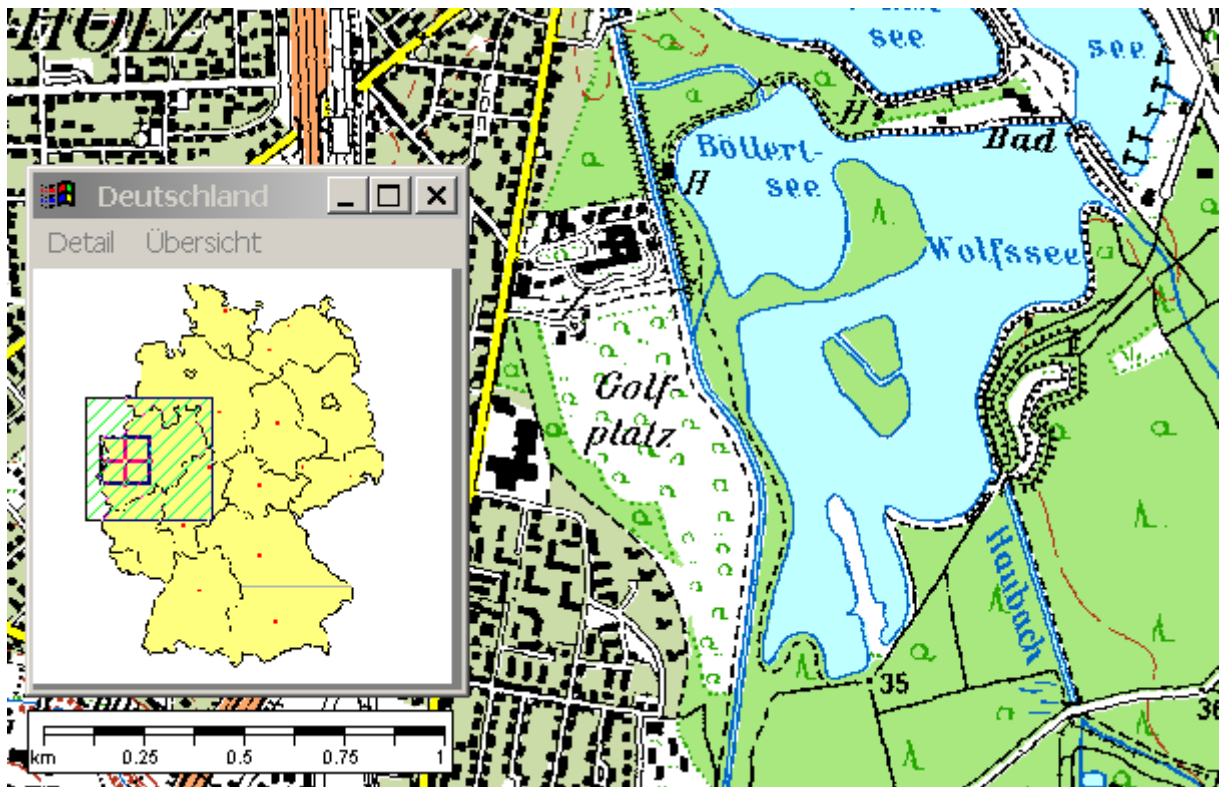


Abb. 9: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)

1.1.9.2 Topographie und Morphometrie

Der Wolfssee liegt in einem Komplex von Baggerseen ("Sechs-Seen-Platte"). Von einigen ist er nicht scharf abgetrennt: der benachbarte Böllertsee könnte als eine große Bucht aufgefasst werden, der nördlich gelegene Masurensee steht über einen durchbrochenen Damm in Verbindung. Inmitten des Wolfssees befinden sich zwei Inseln. Er erreicht eine maximale Tiefe von 19,4 m und stellt mit einem Tiefengradienten von deutlich $> 1,5$ einen geschichteten Wasserkörper dar.

Tab. 17: Topographie und Morphometrie des Wolfssees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{max} [m]	B _{max} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
6,41	0,77	19,4	8,3	1540	740	2,0	3,5	5,6	n.b.

1.1.9.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der geschichtete Wolfssee wurde im Jahr 2001 hinsichtlich seiner Wasserbeschaffenheit untersucht. Das gewonnene Datenmaterial beschreibt ihn als schwach alkalisches Gewässer mit geringem Elektrolyt- sowie Nährstoffgehalt. So erreichten die pH-Werte im Mittel 8,0 und die durchschnittliche Leitfähigkeit lag bei 303 $\mu\text{S/cm}$. Für Gesamtstickstoff bzw. Gesamtphosphor wurden Mittelwerte von $< 2,0 \text{ mg/l}$ bzw. $< 10 \mu\text{g/l}$ bestimmt. Zusammen mit den *Einzelmesswerten* der Parameter *Chlorophyll a* von $15 \mu\text{g/l}$ sowie *Sichttiefe* von 1,2 m weisen die Nährstoffkonzentrationen 2001 auf einen mesotrophen Ist-Zustand des Wolfssees hin. (Tab. 18) Abschließende trophische Aussagen gemäß LAWA (1998) sind angesichts des unzureichenden vorliegenden Datenmaterials allerdings nicht möglich. Der morphometrische Referenztrophiegrad charakterisiert das Gewässer als natürlicherweise mesotroph.

Tab. 18: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Ausnahme $\text{TP}_{\text{Früh}}$: Aprilmessung) (Daten vom STUA Duisburg, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [$\mu\text{S/cm}$]	Chl a [$\mu\text{g/l}$]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [$\mu\text{g/l}$]	$\text{TP}_{\text{Früh}}$ [$\mu\text{g/l}$]
8,0	303	15*	1,20*	$< 2,0$	< 10	< 10

* Nur ein Messwert vorhanden.

1.1.9.4 Flora und Fauna

Im südlichen Teil des Wolfssees sind die Ufer vorwiegend mit Buchen- und Eichenmischwald bestanden. Schwimmblattgesellschaften oder Röhrriete sind nicht vorhanden, da eine dauerhafter Entwicklung durch den starken Wellenschlag und die Freizeitnutzungen behindert wird (Daten der Unteren Wasserbehörde Duisburg, 2001).

Der See wird von Entenvögeln und Kormoranen aufgesucht.

1.1.9.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Als Freizeitgewässer wird der Wolfssee intensiv vor allem von Seglern, Ruderern, Surfern und Badegästen genutzt. Es gibt einen Segelhafen und ein großes Strandbad. Das Gewässer wird durch den Stadtfischereibund zum Angeln genutzt. In dem exzellenten Raubfischrevier werden u.a. Hechte, Barsche, Kammschupper und Aale geangelt. Das umgebende Gelände ist durch Wanderwege erschlossen.

Die Uferbereiche sind zum größten Teil ausgebaut. Die Grundstücke gehen bis ans Ufer heran.

1.2 Rheinland Pfalz

1.2.1 Laacher See

1.2.1.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Laacher See ist der größte natürliche See im deutschen Mittelgebirge. Er ist durch vulkanische Tätigkeit vor rund 11.000 Jahren entstanden. Bei dem Ausbruch des Maares sind riesige Mengen von Bims ausgeworfen worden, die sich von der Schweiz bis nach Skandinavien nachweisen lassen. Nach dem Ausblasen des Bimses ist das Gewölbe der nur zum Teil geleerten Magmakammer eingestürzt, wodurch sich das Becken für den späteren See erheblich vergrößerte. Der Laacher See ist direkt von zahlreichen, mittlerweile erloschenen Vulkanen umgeben. Das Einzugsgebiet hat eine Größe von 12,22 km². Etwa 2/3 der Landfläche des Einzugsgebietes sind von Wald bestanden. Der Rest wird landwirtschaftlich genutzt. Außerdem befindet sich am See das Kloster Maria Laach. Der Laacher See hatte bis zum Jahr 1164 keinen oberirdischen Abfluss. Dann wurde der Seespiegel durch den Bau eines Stollens um ca. 10 m abgesenkt, mit dem Ziel, die Klosterkirche vor Hochwasser zu schützen. Im Jahr 1844 stürzte der Stollen streckenweise ein und wurde durch einen neuen ersetzt, der den Seewasserspiegel um weitere 5 m absenkte. Durch die Verkleinerung der Seeoberfläche um rd. 31 % stieg der Umgebungsfaktor von 1,5 auf 2,7 an. Die Seespiegelabsenkungen führten zu ersten Eutrophierungserscheinungen im See, wie sich anhand der Sedimente deutlich nachweisen lässt. Die Eutrophierung nach einer Seespiegelabsenkung erklärt sich durch die verstärkte Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen aus den trockengefallenen und noch nicht durch eine Vegetation geschützten Seebodenabschnitten. Der kleine Bellerbach ist der einzige dauerhafte Zufluss.

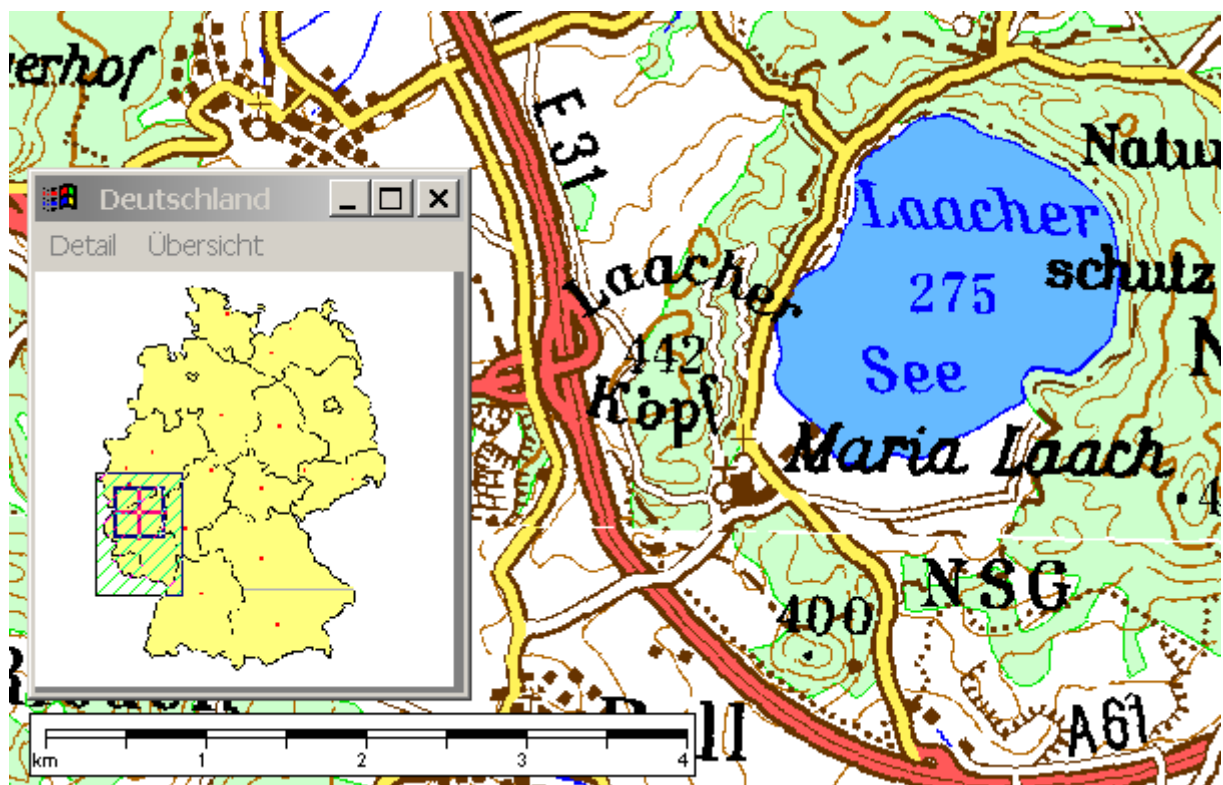


Abb. 10: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Rheinland-Pfalz 1999)

1.2.1.2 Topographie und Morphometrie

Morphologisch lässt sich der Laacher See in zwei Gebiete einteilen. In den Nordteil mit sehr steil abfallenden Böschungen und der größten Tiefe von 51 m sowie den Südteil mit einer ausgedehnten Litoralzone. Die größte Ausdehnung des Gewässers beträgt 2,3 km in SW-NO Richtung.

Tab. 19: Topographie und Morphometrie (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{max} [m]	B _{max} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
103,0	3,31	51,0	31,1			1,1		8,0	

1.2.1.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Scharf (1987) charakterisiert den Laacher See als überwiegend monomiktisch, da er aufgrund seines großen Wasservolumens in vielen Jahren nicht zufriert (Scharf 1987). Durch Eckartz-Nolden (1988) wurde der See mit Bezug auf die Untersuchungsjahre 1985 bis 1987 dagegen als dimiktisches, holomiktisches Gewässer bezeichnet. In den drei untersuchten Wintern trat jeweils eine Eislegung auf. Der Wasserkörper war ausgenommen die Sommerstagnationsperioden bis in die Tiefe ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Während der Sommerstagnation (Mai/Juni bis September) ging die Sauerstoffsättigung im Hypolimnion in den untersten Metern jeweils bis auf 0 % zurück, verbunden mit dem Vorhandensein von Schwefelwasserstoff. In den Jahren 1985 sowie 1987 wurden im September/November 2 bis 3 m über Grund anaerobe Verhältnisse festgestellt und 1986 lag die Sauerstoffsättigung 5 bis 7,5 m über Grund bei 0 %. Dem standen Sauerstoffmaxima von bis zu 140 % Sättigung im Epi- und Metalimnion gegenüber.

Tab. 20: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 1999, alle Tiefen (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 1999) (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
7,80	686,67			0,47	9,67	8,43

Nach der Abwasserfernhaltung im Jahr 1976 haben sich die TN- und TP-Konzentrationen im Seewasser deutlich verringert (Frühjahr 1973: o-PO₄-P = 64 µg/l). In den Jahren 1985 bis 1987 schwankten die Gesamtphosphorwerte während der Frühjahrszirkulation zwischen 35 und 45 µg/l und im oberen Epilimnion innerhalb der Sommerstagnationsphasen um 30 µg/l. Aufgrund der Rücklösung aus dem Sediment unter anaeroben Bedingungen lagen die entsprechenden Konzentrationen im unteren Hypolimnion bei 100 bis 200 µg/l. Ein mittlerer Frühjahrszirkulationswert von 8,43 µg TP/l im Jahr 1999 lässt auf einen zwischenzeitlich fortschreitenden Rückgang der Gesamtphosphorkonzentrationen schließen. Dagegen weist Stickstoff nach einer erheblichen Gehaltsabnahme zwischen Frühjahr 1973 (N_{anorg.} = 0,45 mg/l) und Frühjahr 1979 (N_{anorg.} = 0,014 mg/l) eine wieder steigende Tendenz auf (Frühjahr 1986: N_{anorg.} = 0,088 mg/l). Die durch-

schnittliche Sichttiefe erfuhr in den Jahren 1982 (5,8 m) bis 1985 (2,8 m) einen ständigen Rückgang. Nachfolgend war ein leichter Anstieg der durchschnittlichen Sichttiefe (1987: > 4 m) in Korrelation mit einer Abnahme des Gesamt-Phytoplankton-Biovolumens zu verzeichnen. Die mittleren Chlorophyll a-Werte (März - November) in 0 bis 10 m Tiefe bewegten sich zwischen 1985 und 1987 bei fallender Tendenz in einem Größenbereich von 15 bis 9 µg/l. Während der Sommerstagnation sanken die Chlorophyll a-Konzentrationen in der 0-10 m Schicht sogar auf 4 bis 5 µg/l 1985/86 bzw. 1 bis 3 µg/l 1987. In diesem Zeitraum war der Laacher See als mesotrophes Gewässer zu charakterisieren. Hinsichtlich des morphometrischen Referenztrophiegrades ergibt sich für den See Oligotrophie (o) (LAWA 1998).

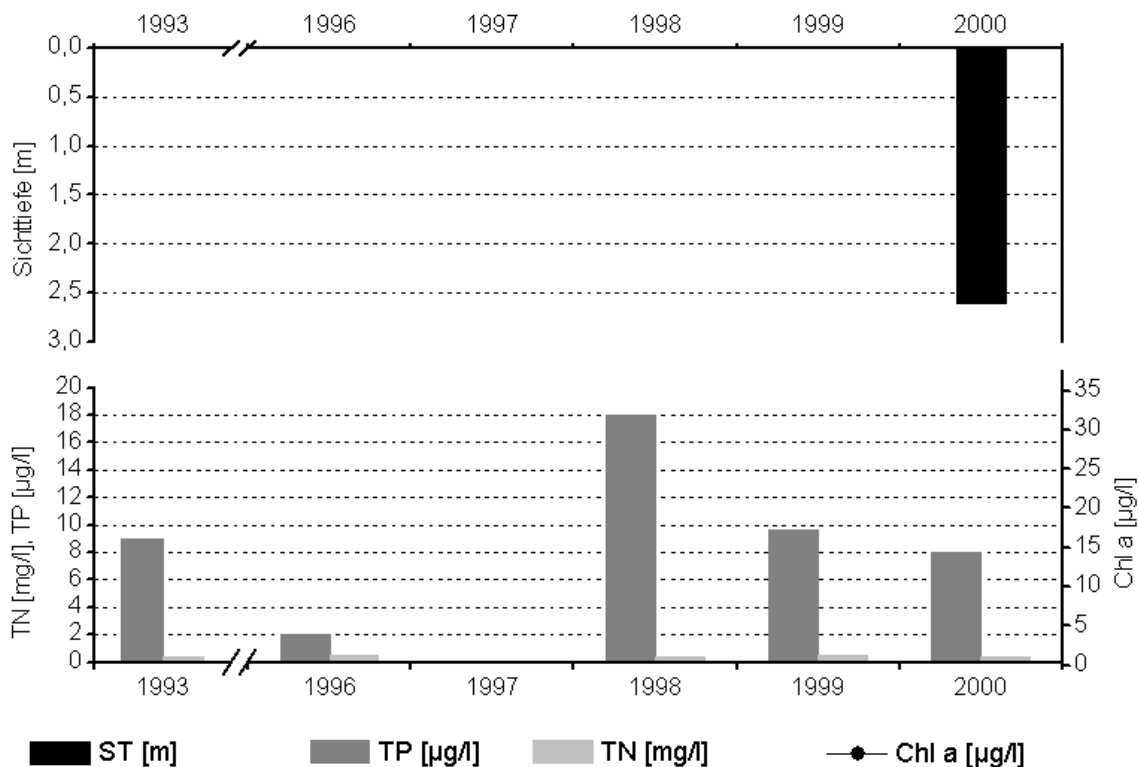


Abb. 11: Zeitliche Entwicklung der Trophieparameter vom Laacher See (Jahresmittelwerte der Vegetationsperiode von April - Oktober) (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)

Im Jahr 1979 zeichnete sich der Laacher See im Vergleich zu den anderen Eifelmaaren durch einen hohen Gehalt an Natrium (41,4 mg/l), Kalium (24,4 mg/l), Magnesium (29,2 mg/l) und Calcium (41,8 mg/l) aus. Dementsprechend war auch die Leitfähigkeit mit ca. 510 µS/cm erhöht und das Wasser gut gepuffert. Die HCO₃⁻-Konzentrationen schwankten in den Jahresverläufen 1982 – 1984 zwischen 6,4 und 7,1 mmol/l. Der pH-Wert lag in diesem Zeitraum während der Sommerstagnation bei ca. 8,3, im Frühjahr bei ca. 7,7.

1.2.1.4 Flora und Fauna

Am Nordostufer lässt sich die Entstehung einer natürlichen Uferterrasse beobachten. Das Ufer besteht z.T. aus nacktem Lavagestein. Der größte Teil des Sees ist von

einem Erlenbruchwald umgeben. Vor allem in dem südlichen Bereich des Sees befinden sich größere Bestände von Schilf und weiteren emersen und submersen Makrophyten.

Mit Beginn der Frühjahrszirkulationsphase entwickelten in den Untersuchungsjahren 1985 bis 1987 die pennaten Diatomeen ihr Frühjahrsmaximum. Ebenso zeigten die Peridineae (*Peridinium*) Entwicklungsmaxima und die Cryptophyceae (*Cryptomonas*) erreichten zu dieser Jahreszeit ihre höchsten Individuenzahlen. *Oscillatoria rubescens* als Vertreter der Cyanophyceae war, wie über den gesamten Jahresverlauf, die dominante Art. Im Sommer entwickelten die Chlorophyceae (*Oocystis*, *Elakatothrix*, *Tetraedron*, *Lagerheimia*) und die Desmidiaceae (*Staurastrum*, *Cosmarium*, *Closterium*) hohe Individuenzahlen. Die Chrysophyceae mit der Gattung *Dinobryon* erschienen nur von Juni bis August. Im Herbst entwickelten wiederum die Diatomeen ein schwaches Maximum und *Ceratium hirundinella* erreichte ihre höchsten Individuenzahlen. Unter dem Eis wurden neben pennaten und centrischen Diatomeen, *Peridinium* spp., *Cryptomonas* spp. sowie *Oscillatoria rubescens* gefunden. Der Anteil der Blaualgen an der Gesamtphytoplankton-Biomasse lag im Jahresdurchschnitt jeweils über 80 % (Eckartz-Nolden 1988).

Das Crustaceenplankton des Laacher Sees wurde in den Jahren 1985 bis 1987 von den cyclopoiden Copepoden (z.B. *Cyclops abyssorum*, *Mesocyclops leuckarti*, *Macrocyclops albidus*) geprägt. *Eudiaptomus vulgaris*, der einzige calanoide Copepode, stellte nur einen geringen Anteil am Gesamtcrustaceenplankton. Die Cladoceren (*Daphnia* spp., *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Diaphanosoma brachyurum*) bestimmten das Sommerplankton und hielten sich bis in den Oktober. Die Daphnienpopulationen waren dabei zahlenmäßig gering entwickelt, während die kleineren Cladocerenarten in größeren Anzahlen auftraten. Im Rotatorienplankton waren die Arten *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina* und *Polyarthra* spp. durchgängig im Pelagial des Laacher Sees anzutreffen. Darunter stellte *Keratella cochlearis* mit 30 bis 60 % der Gesamtindividuenzahl die dominierende Art dar. *Keratella quadrata* war mit 3 bis 35 % an der Gesamtpopulation beteiligt und während des Sommers (August/September) herrschte *Polyarthra* spp. mit bis zu 60 % vor. Im Frühjahr traten weitere Arten wie *Notholca acuminata* und *Notholca squamula* auf, denen Mitte Juni *Conochilus unicornis*, *Ascomorpha saltans* und *Asplanchna* spp. folgten. Daran schlossen sich typische Sommerformen wie *Collotheca* cf. *pelagica*, *Hexarthra mira* und *Ploesoma hudsoni* an (Nolden 1988).

Die für oligotrophe Seen charakteristische Makrozoobenthos-Besiedlung ist an bestimmten Stellen im See noch vorhanden. Weitere Bereiche im See sind jedoch verarmt. Insgesamt wurden 75 Arten bzw. höhere Taxa nachgewiesen, was der höchsten Artenvielfalt aller Eifelmaarseen entspricht. Der Laacher See weist auch das artenreichste Mollusken- und Ostracodenvorkommen aller Eifelmaare auf.

Unter den Fischen sind die Felchen (*Coregonus* sp.) im Laacher See erwähnenswert. Sie boten Anlass zur Förderung der Artenentwicklung. Felchen sind seit 1864 mehrfach aus verschiedenen Gewässern Europas in den Laacher See eingesetzt worden. Seit 1939 erfolgt eine intensive Felchenhege und -befischung. Es wurde eine Erbrütungsanlage gebaut. Den Erträgen nach ist der Laacher See ein außerordentlich guter Felchensee.

1.2.1.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Das Gebiet des Laacher Sees und die umgebenden Höhenzüge sind Naturschutzgebiet. Der See ist als Rastplatz für Zugvögel von Bedeutung.

Der Laacher See ist Eigentum des Benediktinerklosters Maria Laach. Rund 2 Millionen Besucher kommen jährlich zum Kloster und zum See, um sich zu bilden und zu erholen, was teilweise zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Ufervegetation führt. Seit 1981 ist das Baden nur noch in ausgewiesenen Bereichen erlaubt, einige Uferbereiche sind zusätzlich abgezäunt. Die Anzahl der Ruder- und Segelboote sowie Surfbretter ist auf täglich 50 beschränkt, Angeln ist nur noch vom Boot aus erlaubt. Im südlichen Uferbereich gibt es ein Totalreservat (Wöbbecke et al. 2003).

Die Sanierung der Abwassereinleitungen erfolgte weitgehend bereits 1972 bis 1976 und wurde 1989 mit dem Bau einer Ringleitung abgeschlossen. Da sich trotzdem kaum eine Verbesserung der Eutrophierungserscheinungen ergeben hat, wird vom Landesamt die Sanierung der diffusen Quellen aus der Landwirtschaft gefordert, die u.a. über Wirtschaftsdünger aus der Rindermast und Silosickersaft jetzt den Haupteintragspfad an Nährstoffen darstellt (LAWA 1985, Wöbbecke et al. 2003).

Da darüber hinaus Biomanipulationsexperimente im Laacher See gezeigt haben, dass der Überbesatz mit Felchen sich negativ auf die Nahrungskette auswirkt, wird dringend empfohlen, den Felchenbestand entsprechend zu regulieren (Wöbbecke et al. 2003).

1.3 Saarland

1.3.1 Bostalsee

1.3.1.1 Genese, Lage, Einzugsgebiet und Hydrologie

Der Bostalsee befindet sich im Landkreis St. Wendel, zwischen den Ortslagen Bosen-Eckelhausen, Gonnweiler und Neunkirchen. Das Gewässer wurde 1973/74 künstlich durch Aufstauung des Bosbaches sowie Dämelbaches geschaffen und dient der Naherholung sowie dem Hochwasserschutz für das obere Nahetal. Im Mittel fließen dem Stausee jährlich $7,1 \text{ hm}^3$ Wasser zu, der Auslauf erfolgt in Richtung Osten vorwiegend als Überlauf in die Nahe. Mit einer Fläche von ca. 12 km^2 ist das Einzugsgebiet des Bostalsees im Verhältnis zu seiner Größe klein. Etwa ein Drittel davon ist bewaldet, 7 % sind bebaute Flächen und der mit 60 % größte Teil wird landwirtschaftlich genutzt (LAWA 1990).

Der südliche Teil des Stausees Bostalsee (Einlauf Dämelbach) wurde im Februar 1985 als zum Naturschutzgebiet „Bostalsee“ gehörend ausgewiesen. Letzteres hat eine Gesamtfläche von 31 ha, wovon 14,1 ha auf die Wasserfläche entfallen. Das Schutzgebiet ist durch einen Seerundwanderweg gut abgegrenzt und während der Sommersaison durch eine Bojenkette von der restlichen Wasserfläche abgetrennt (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002).

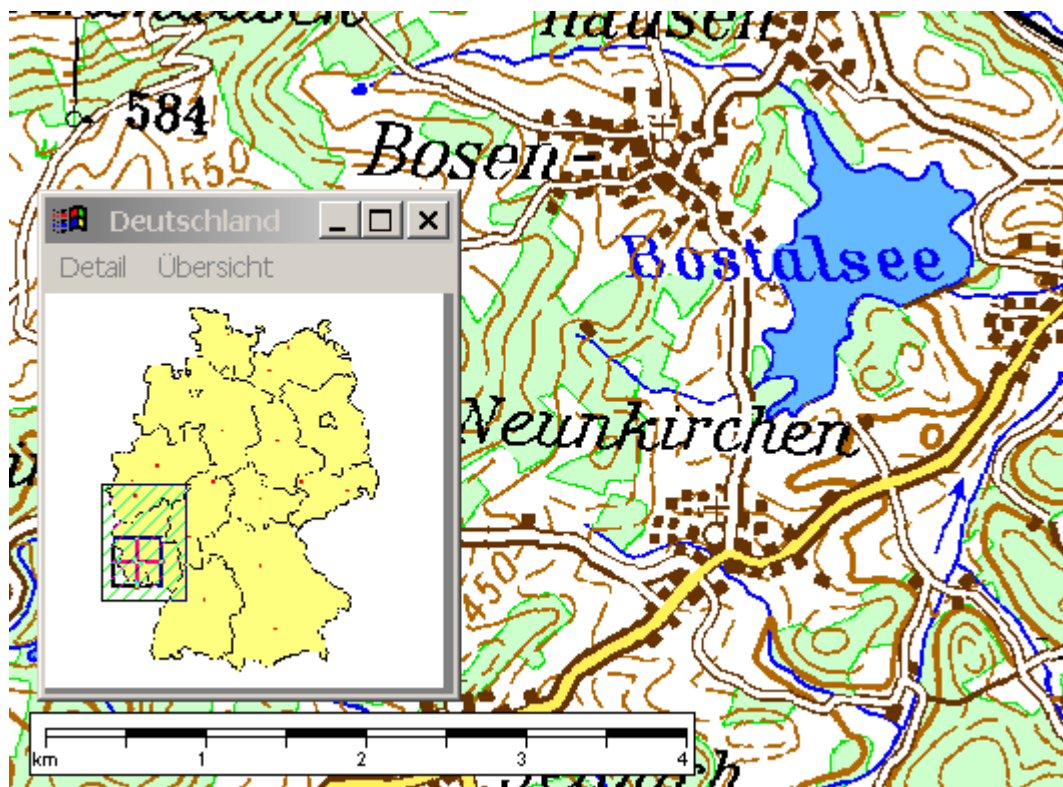


Abb. 12: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Rheinland-Pfalz 1999)

1.3.1.2 Topographie und Morphometrie

Der $1,25 \text{ km}^2$ große Bostalsee beschreibt annähernd die Form eines gleichschenkligen Dreiecks. Seine maximale Länge von 1950 m erreicht das Gewässer dabei in Nord-Süd-Richtung. Mit einer mittleren Wassertiefe von 6,3 m ist der Stausee als

relativ flaches Gewässer einzustufen. Entsprechende Messungen ergaben eine maximale Wassertiefe von 17,5 m. Mit dem Tiefengradienten von 2,7 ist der See stabil geschichtet.

Tab. 21: Topographie und Morphometrie des Bostalsees (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002)

V [Mio. m ³]	A [km ²]	Z _{max} [m]	Z _{mean} [m]	L _{eff} [m]	B _{eff} [m]	U _E [-]	F [-]	Z _{epi} [m]	t _R [a]
8,00	1,25	17,5	6,3	1690	1250	1,6	2,7	6,5	

1.3.1.3 Chemische und trophische Charakteristik des Sees

Der Bostalsee ist ein kalkarmer dimiktischer Stausee mit pH-Werten um 8,5. Während der Frühjahrszirkulation 1979 wurde nach LAWA (1990) im Epilimnion eine Gesamtposphorkonzentration von 33 µg/l gemessen, im Oktober des gleichen Jahres betrug der entsprechende Wert über dem Sediment 970 µg/l. Die im Frühjahrs-epilimnion 1979 ermittelten NO₃-N-Konzentrationen waren mit fast 1 mg/l deutlich höher als die NH₄-N-Werte mit < 10 µg/l. In 16 m Tiefe erreichten die NH₄-N-Konzentrationen im September 1979 dagegen 3,1 mg/l. Die dortigen anaeroben Verhältnisse hemmten die Nitrifikation und förderten die Bildung von Schwefelwasserstoff. Bei Sulfatkonzentrationen von 11 bis 23 mg/l konnten im Bostalsee im Herbsthypolimnion bis zu 1,9 mg/l Schwefelwasserstoff gemessen werden. Die bereits 1979 im Wasserkörper des Bostalsees zu beobachtenden erhöhten Nährstoffgehalte, welche zu Massenentwicklungen von Algen führten, sind zurückzuführen auf :

- die Aufstauung des Gewässers auf ehemals landwirtschaftlich genutztem Boden,
- die Einleitung von Abwasser aus dem Einzugsgebiet zwischen 1977 und 1979.

Tab. 22: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 1999 (Ausnahme TP_{Früh}: Mittelwert der Monate März und April 1999), Probestelle Mönch (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002)

pH-Wert [-]	Leitf. [µS/cm]	Chl a [µg/l]	ST [m]	TN [mg/l]	TP [µg/l]	TP _{Früh} [µg/l]
8,5	1015	10		0,68	20,0	

In den Folgejahren durchgeführte Sanierungsmaßnahmen (s. 1.3.1.5) hatten den gewünschten Erfolg bei der Bekämpfung der Algenblüten. Der Bostalsee war zwar 1984 wie 1979 eutroph (Da Silva 1985), die Blaualgenblüten verschwanden jedoch, und auch das Ausmaß der Algenentwicklung von Kiesel- und Grünalgen verringerte sich deutlich. Im Sommer 1985 wurde der Stausee zwecks Inspektion und Reparaturmaßnahmen gänzlich abgelassen und war erst im Frühjahr 1987 wieder voll eingestaut. Seither ist keine umfassende Untersuchung des Wasserkörpers mehr erfolgt. Einzelmesswerte aus dem Jahr 1999 lassen allerdings den Schluss zu, dass sich die bereits 1984 beobachtete verbesserte Trophiesituation im Bostalsee weiter fortgesetzt hat. Für Gesamtphosphor wurden 1999 im Mittel 20 µg/l gemessen, Gesamtstickstoff lag in Größenordnungen von 0,68 mg/l vor und die mittlere Chlorophyll a-Konzentration betrug 10 µg/l. Diese Werte definieren den geschichteten Bostalsee als mesotrophes Gewässer. Hinsichtlich des

morphometrischen Referenztrophiegrades ergibt sich unter Berücksichtigung der Schichtung Eutrophie (e1) (LAWA 1998). Damit weist das Gewässer aktuell günstigere trophische Verhältnisse auf, als durch die Morphometrie natürlicherweise vorgegeben.

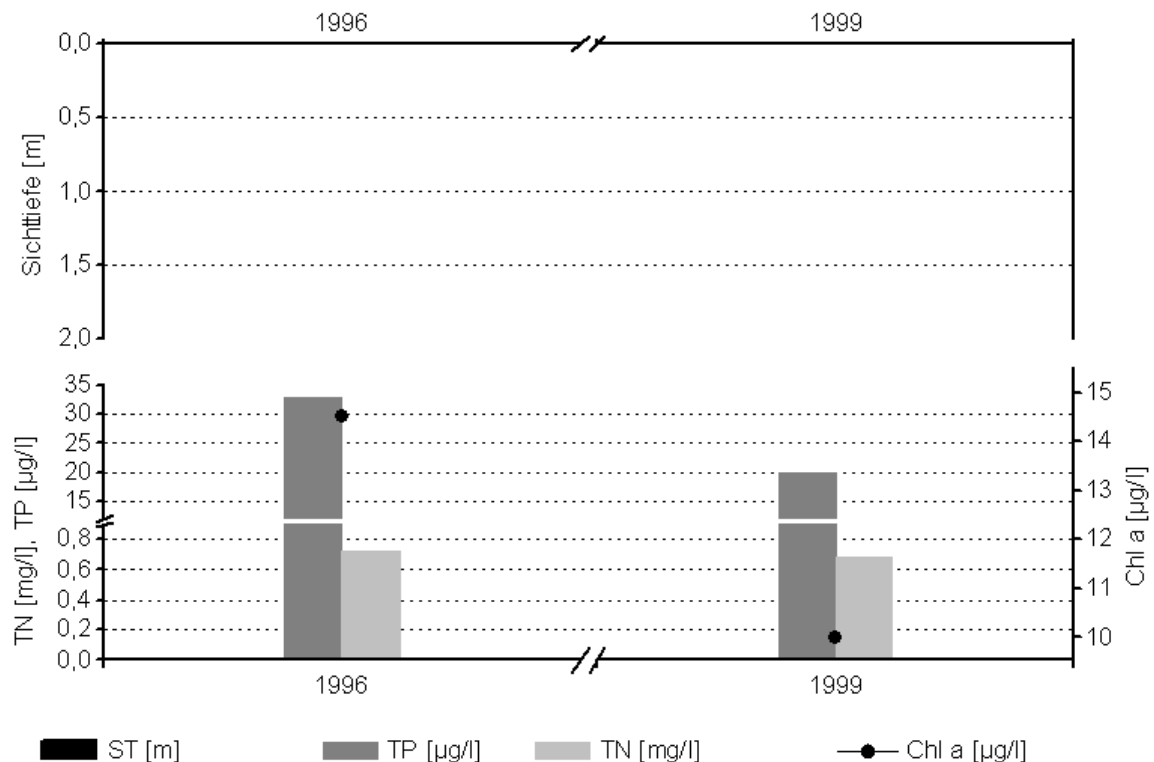


Abb. 13: Zeitliche Entwicklung der Trophiemparameter vom Bostalsee der Probestelle Mönch (Jahresmittelwerte der Vegetationsperiode von April - Oktober), (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002)

1.3.1.4 Flora und Fauna

Im Jahr 1979 lösten Blüten verschiedener Grün-, Kiesel- und Blaualgen einander ab. Dominante Arten waren in der Reihenfolge ihres Auftretens *Cryptomonas sp.*, *Coelastrum microporum*, *Asterionella formosa*, *Pediastrum duplex*, *Ceratium hirudinella*, *Aphanizomenon gracile* und *Pandorina morum* (LAWA 1990).

Als Folge der Eutrophierung trat zwischen 1980 und 1984 eine Verkräutung des Bostalsees durch die Wasserpest *Elodea sp.* auf. Deren erfolgreiche Bekämpfung erfolgte mit einem Mähboot sowie durch das Aussetzen von nicht heimischen pflanzenfressenden Fischen. Durch Letztere wurde der Bestand an Schwimmblattgesellschaften sowie emerser Vegetation vollständig zerstört. Das Schilf-Röhricht (*Phragmites australis*) ist nur noch als sehr schmaler Saum vorrangig im unter Naturschutz stehenden Teil des Sees ausgebildet und wächst ausnahmslos über der Mittelhochwasserlinie. Entlang der Uferlinie konnte sich ein ebenfalls nur schmaler Saum des Rohrglanzgrasröhrichtes (*Phalarium arundinacea*) entwickeln, welches an einigen Stellen räumlich eng mit dem Schilf-Röhricht verzahnt ist. Das Röhricht des Breitblättrigen Rohrkolbens (*Typha latifolia*) kommt nur in einem kleinen Tümpel vor und das Igelkolben-Röhricht (*Sparganium erectum*) ist lediglich im Mündungsbereich des Dämelbaches zu finden (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002).

Daten zum Makrozoobenthos liegen nicht vor.

Der Bostalsee zählt potentiell zu den Hecht-Schleienengewässern. Die natürliche Entwicklung der Fischfauna ist allerdings stark gestört und völlig von anthropogenen Einflüssen abhängig. Sein Fischbestand wird vorrangig durch die jährlichen Besatzungsmaßnahmen geprägt.

1.3.1.5 Nutzung, anthropogener Einfluss

Der Bostalsee zählt mit jährlich mehr als 600.000 Touristen zu den meistbesuchten Freizeitzielen im Saarland. Im Rahmen dessen wird das Gewässer, ausgenommen des unter Naturschutz stehenden südlichen Teiles, von Surfern, Seglern, Badenden und Anglern genutzt. Darüber hinaus dient er dem Hochwasserschutz für das obere Nahetal.

Die Abwässer des Einzugsgebietes sollten ursprünglich über eine auf dem Seeboden verlegte Abwasserleitung abgeführt werden. Im März 1977, kurz nach Erreichen des Vollstaues, ging diese jedoch zu Bruch. Es musste eine neue Leitung um den See herum gelegt werden, die den Bostalsee seit 1979 von Schadstoffen weitestgehend freihält (LAWA 1990).

2 **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Tiefenlinien des Altrhein Bienen (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)	4
Abb. 2: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	7
Abb. 3: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	9
Abb. 4: Tiefenkarte des Großen Toeppersees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	12
Abb. 5: Tiefenlinien des Lohrwardter See West (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001).....	14
Abb. 6: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	16
Abb. 7: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	19
Abb. 8: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	22
Abb. 9: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Nordrhein-Westfalen 1999)	26
Abb. 10: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Rheinland-Pfalz 1999)	28
Abb. 11: Zeitliche Entwicklung der Trophieparameter vom Laacher See (Jahresmittelwerte der Vegetationsperiode von April - Oktober) (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)	30
Abb. 12: Ausschnitt aus topographischer Karte (Landesvermessung Rheinland-Pfalz 1999)	33
Abb. 13: Zeitliche Entwicklung der Trophieparameter vom Bostalsee der Probestelle Mönch (Jahresmittelwerte der Vegetationsperiode von April - Oktober), (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002)	35

3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Topographie und Morphometrie des Altrhein (Brühne & Christmann 2000).	5
Tab. 2:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 2001) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	5
Tab. 3:	Topographie und Morphometrie des Xantener Altrheins (ohne angebundenen Abgrabungskomplex), (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	7
Tab. 4:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2000 und 2001 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 2000 und 2001) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	8
Tab. 5:	Topographie und Morphometrie des Auesees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	9
Tab. 6:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophie- relevanter Parameter des Jahres 1996/97 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 1996/97) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	10
Tab. 7:	Topographie und Morphometrie des Großen Toeppersees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	12
Tab. 8:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 1999 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 1999) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	13
Tab. 9:	Topographie und Morphometrie des Lohrwardter Sees West (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	14
Tab. 10:	Vegetationsmittelwerte chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001)	15
Tab. 11:	Topographie und Morphometrie des Monbag-Sees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	17
Tab. 12:	Chemische und trophierelevante Parameter des Jahres 1997 (Lacombe et al. 1998)	17
Tab. 13:	Topographie und Morphometrie des Reeser Meeres-Nord (Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001).....	19
Tab. 14:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter der Jahre 1994-95 u. 1997 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April) (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001)	20
Tab. 15:	Topographie und Morphometrie des Unterbacher Sees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	22
Tab. 16:	Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophie- relevanter Parameter des Jahres 2000, alle Tiefen (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 2000)	23
Tab. 17:	Topographie und Morphometrie des Wolfssees (Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001).....	26

Tab. 18: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 2001 (Ausnahme TP _{Früh} : Aprilmessung) (Daten vom STUA Duisburg, 2001)	27
Tab. 19: Topographie und Morphometrie (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)	29
Tab. 20: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 1999, alle Tiefen (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 1999) (Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001)	29
Tab. 21: Topographie und Morphometrie des Bostalsees (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002).....	34
Tab. 22: Vegetationsmittelwerte (April-Oktober) chemischer und trophierelevanter Parameter des Jahres 1999 (Ausnahme TP _{Früh} : Mittelwert der Monate März und April 1999), Probestelle Mönch (Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002).....	34

4 Literatur

Daten der Unteren Wasserbehörde Duisburg, 2001: Untere Wasserbehörde der Stadt Duisburg.

Daten vom STUA Duisburg, 2001: Staatliches Umweltamt Duisburg.

Brühne, M. & Christmann, K.-H., 2000: Sanierung und Restaurierung von Altgewässern am Unteren Niederrhein - Auswirkungen auf Gewässerbeschaffenheit und Trophie. *Gewässergütebericht 2000 - 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen*: 70-76.

Daten vom Naturschutz-Zentrum im Kreis Kleve e.V., 2001: Brühne, M. & Werneke, U. Niederstraße 3, 46459 Rees-Bienen.

Daten vom Landesumweltamt NRW, 2001: Christmann, K.-H. FB 55, Wallneyer Str. 6, 45133 Essen.

Da Silva, E. M., 1985: Limnological Aspects of the Bostal Reservoir, Saarland, Federal Republic of Germany. Universität Saarbrücken.

Eckartz-Nolden, G., 1988: Untersuchungen über die jahreszeitlichen Veränderungen der Phytoplanktonpopulationen des Laacher Sees unter Berücksichtigung der Beziehungen zum Zooplankton. Dissertation, Universität Bonn, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät: 1-93.

Lacombe et al., 1998: Gewässergüteuntersuchungen "Monbag-See". Staatliche Umweltamt Düsseldorf. unveröffentlicht.

Landesvermessung Nordrhein-Westfalen, 1999: TOP 50 - Amtliche Topographische Karten - Nordrhein-Westfalen.

Landesvermessung Rheinland-Pfalz, 1999: TOP 50 - Amtliche Topographische Karten - Rheinland-Pfalz.

LAWA, 1985: Seen in der Bundesrepublik Deutschland. 1-190.

LAWA, 1990: Limnologie und Bedeutung ausgewählter Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden. 271-272.

LAWA (Hrsg.), 1998: "Gewässerbewertung – Stehende Gewässer" Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien 1998. *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser*.: 1-74.

Nolden, M. W., 1988: Untersuchungen über die jahreszeitlichen Veränderungen der Zooplanktonpopulationen des Laacher Sees unter Berücksichtigung des Fraßdruckes durch zooplanktivore Fische. Dissertation, Universität Bonn, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät: 1-71.

Daten vom Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, 2001: Oehms. Am Zollhafen 9, 55118 Mainz.

Reynders H., 1991: Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Projekt: Altrhein Bienen-Praest im Kreis Kleve. 66, Heft 1: 52-59. *Natur und Landschaft*. 66, Heft 1: 52-59.

Scharf, B. W. (Hrsg.), 1987: Limnologische Beschreibung, Nutzung und Unterhaltung von Eifelmaaren. *Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz*: 1-117.

Schmitz, U., 2000: Die Wasserpflanzenvegetation von Oerhaussee, Monbag-See, Klingenbergsee und Heinenbuschsee (Kreis Mettmann, Nordrhein-Westfalen). *Decheniana*. 153: 15-35.

Daten vom Landesamt für Umweltschutz Saarland, 2002: Schwarz, G. Abteilung 5, Natur und Landschaft, Postfach 102461, 66024 Saarbrücken.

Tauchsportgemeinschaft Wesel e.V. Gewässeruntersuchung im Auesee. Internet Communication: <http://www.tauchen-wesel.de>. 6-8-2002.

Wöbbecke, K., Klett, G., & Rechenberg, B. 2003: "Wasserbeschaffenheit der wichtigsten Seen in der Bundesrepublik Deutschland - Datensammlung 1981-2000", Umweltbundesamt Berlin, UBA-Texte 36/03. 1-153.