

## Ökologische Station Waldviertel

---

# Radiotelemetrische Untersuchungen am Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio* L.) während der Winterung

## ENDBERICHT

**Christian BAUER & Günther SCHLOTT**

Finanziert durch:  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
Land Niederösterreich  
Land Steiermark

**Gebharts, im Juli 2002**

Ökologische Station Waldviertel, Gebharts 33, A-3943 Schrems  
Tel.: 02853 / 78207 Fax: 02853 / 78463 e-mail: [oekostat.waldv@aon.at](mailto:oekostat.waldv@aon.at)  
<http://members.aon.at/oekostat>

# I. Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	1
1.1. Der Ursprung der europäischen Karpfen	1
1.2. Der Karpfen in der Teichwirtschaft	2
1.3. Bedeutung der Winterung	3
1.4. Der Karpfen im Winter	4
1.4.1. Das Winterlager	4
1.4.2. Der ruhende Karpfen	5
1.4.3. Der Karpfen im Winter außerhalb Europas	6
1.5. Fragestellung	7
<b>2. Material und Methoden</b>	9
2.1. Versuchstiere	9
2.2. Tierversuch	9
2.3. Versuchsteiche	10
2.3.1. Lage der Teiche	10
2.3.2. Karten der Teiche	10
2.3.3. Kaltenbacheich	11
2.3.4. Streitteich	12
2.3.5. Mitterhöllteich	13
2.4. Radiotelemetrische Technik	14
2.4.1. Radiotelemetrische Ausrüstung	14
2.4.2. Senderimplantation	14
2.5. Datenaufnahme und Auswertung	17
2.5.1. Positionsbestimmung	17
2.5.2. Physikalisch/chemische Parameter	20
2.5.3 Allgemeine Untersuchung	21
<b>3. Ergebnisse</b>	22
3.1. Auswirkungen auf die Versuchstiere vor der Winterung	22
3.1.1 Senderimplantation	22
3.2. Untersuchungen nach der Winterung	22
3.2.1. Allgemeiner Zustand der Versuchstiere	22
3.2.2. Ausfälle	23
3.3. Radiotelemetrische Technik	26
3.3.1. Referenzsender	26
3.3.2. Relative Signalstärke	27
3.4. Telemetrische Daten und Fischaktivitäten	28
3.4.1. Winter 1999/2000	28
3.4.1.1. Streitteich	29
3.4.1.2. Kaltenbacheich	34
3.4.1.3. Vergleich von Streitteich und Kaltenbacheich	38
3.4.2. Winter 2000/2001	40
3.4.2.1. Streitteich	40
3.4.2.2. Kaltenbacheich	44
3.4.2.3. Vergleich von Streitteich und Kaltenbacheich	49

---

3.4.3. Winter 2001/2002	51
3.4.3.1. Streitteich	51
3.4.3.2. Kaltenbacheich	55
3.4.3.3. Mitterhöllteich	59
3.4.3.4. Vergleich von Streitteich, Kaltenbacheich und Mitterhöllteich	64
3.5. Physikalisch/chemische Daten	65
3.5.1. Die Winterteiche	65
3.5.2. Winter 1999/2000	66
3.5.3. Winter 2000/2001	68
3.5.4. Winter 2001/2002	71
<b>4. Diskussion</b>	<b>74</b>
4.1. Allgemeiner Gesundheitszustand nach der Winterung	74
4.2. Der Karpfen im Winter	75
4.2.1. Verhalten im Winter – das Winterlager	75
4.2.2. Umweltbedingung und Störungen	80
4.2.3. Nahrungsaufnahme	83
4.3. Die Winterteiche	86
<b>5. Literatur</b>	<b>90</b>
<b>6. Anhang - Positionspolygone</b>	<b>96</b>
6.1. Kaltenbacheich, Winter 1999/2000	96
6.2. Kaltenbacheich, Winter 2000/2001	99
6.3. Kaltenbacheich, Winter 2001/2002	102
6.4. Streitteich, Winter 1999/2000	104
6.5. Streitteich, Winter 2000/2001	107
6.6. Streitteich, Winter 2001/2002	110
6.7. Mitterhöllteich, Winter 2001/2002	112
<b>7. Zusammenfassung, Summary</b>	<b>114</b>
<b>8. Anmerkungen</b>	<b>115</b>
<b>9. Danksagung</b>	<b>116</b>
<b>10. CD-ROM</b>	<b>117</b>

# 1. Einleitung

## 1.1. Der Ursprung der europäischen Karpfen

Die Vorfahren von *Cyprinus carpio* entwickelten sich vermutlich im Bereich des Kaspischen Meeres und breiteten sich Ende des Pliozäns in das Schwarzmeer- und Aralseebecken aus (BALON 1969). Im Zuge günstiger nacheiszeitlicher Umweltbedingungen fand eine weitere Ausbreitung bis in den Donauroum und möglicherweise ins östliche asiatische Kernland (China) statt (BALON 1969, 1995). In der Folge werden heute drei Subspezies anerkannt (BARUŠ et al. 2001). Der europäische und zentralasiatische Wildkarpfen *Cyprinus carpio carpio*, der ostasiatische Wildkarpfen *Cyprinus carpio haematoporus* und der südostasiatische Wildkarpfen *Cyprinus carpio viridiviolaceus*.

Die vielfältigen Zuchtformen des Karpfens, die heute die Teiche in Europa bevölkern, gehen zurück auf die Wildform *Cyprinus carpio carpio*, L. 1758, deren Domestikation zu Zeiten der römischen Herrschaft an der Donau begann (BALON 1995). Diese Wildform (Abb. 1) war ursprünglich bis unterhalb von Wien beheimatet (BALON 1964, 1968) und noch bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts konnten große Schulen von Wildkarpfen in der slowakischen Donau beobachtet und fischereilich genutzt werden. BALON (1995) gibt einen Überblick und reiche Literaturangaben über die damaligen Untersuchungen an den Wildkarpfenpopulationen. Gleichzeitig stellte er das Vorkommen von Populationen mit reinen Wildkarpfen angesichts des Verschwindens der Überflutungsbereiche und des zügellos überhandnehmenden Besatzes mit der domestizierten Form in Frage. Die Rote Liste ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs stuft den Wildkarpfen jedenfalls als stark gefährdet ein (MIKSCHI & WOLFRAM-WAIS 1999).

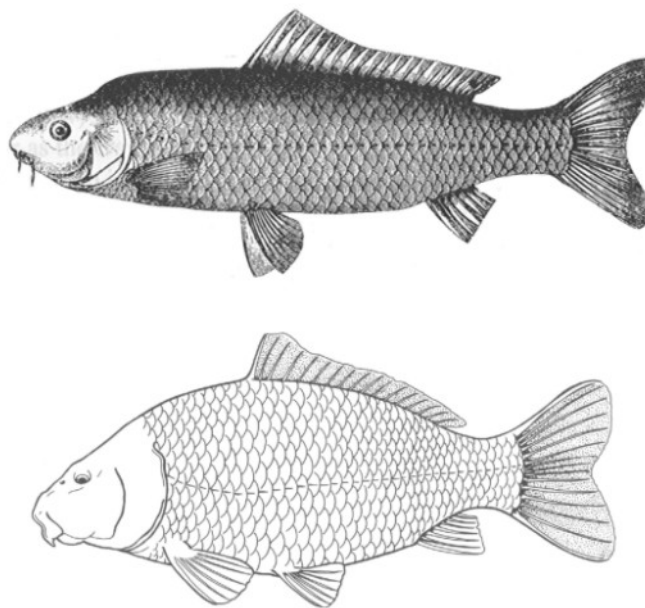


Abb. 1: *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758: Wildform, darunter Zuchtformen (verändert nach BALON 1995 und HOFMANN et al. 1987)

Die systematische Stellung der Versuchsfische, europäischer Zuchtkarpfen, nach NELSON (1994), erweitert nach BARUŠ et al. (2001):

Klasse ACTINOPTERYGII

Ordnung CYPRINIFORMES

Familie CYPRINIDAE

Art *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Unterart *Cyprinus carpio carpio* morpha *domestica*

## 1.2. Der Karpfen in der Teichwirtschaft

Die Zuchtform des Karpfens *Cyprinus carpio carpio* morpha *domestica* spielt eine zentrale Rolle in der europäischen Teichwirtschaft. Europaweit betrug die Produktion 1996 130 000 t. In Österreich waren es im selben Jahr 810 t (STEFFENS 1999, nach FAO-Berichten).

Wie bereits erwähnt, dürfte die Domestikation des Karpfens mit der römischen Herrschaft an der Donau begonnen haben und die Karpfenzucht wurde nach dem Zusammenbruch des römischen Imperiums vom christlichen Mönchtum weitergeführt und über Europa verbreitet (BALON 1995). Daraus entstand die Tradition der europäischen Karpfenteichwirtschaft mit den Schwerpunkten in Tschechien, das man wohl zurecht als Wiege der Teichwirtschaft in Europa bezeichnen kann, und weiters in Polen und Deutschland. Das Zentrum der österreichischen Karpfenteichwirtschaft im niederösterreichischen Waldviertel ist ein Ausläufer des bedeutenden Südböhmischen Teichgebietes. Des Weiteren wird in Österreich in der Steiermark und vereinzelt im Süden von Wien, im Burgenland und in Kärnten Karpfenzucht betrieben.

Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts beschäftigte man sich auch wissenschaftlich intensiver mit der Teichwirtschaft. Hier setzte das Buch: „Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen“ von Josef ŠUSTA (1905), dessen böhmische Erstausgabe bereits 1884 erschien, einen Meilenstein in der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis in der Teichwirtschaft. Das Denkmal dieses Pioniers ist noch heute im südböhmischen Třeboň am Ufer des Teiches Svět zu bewundern. Diese Auseinandersetzung der Wissenschaft mit der Teichwirtschaft hält unvermindert an, auch wenn die Schwerpunkte unterschiedlich gesetzt wurden und werden. Einen Überblick über die wissenschaftlichen Interessen und Tätigkeiten auf diesem Gebiet geben BILLARD & GALL (1995), SCHLOTT-IDL & SCHLOTT (in Druck). STEFFENS (1964, 1980) erschließt zumindest teilweise die umfangreichen Arbeiten in den Staaten des ehemaligen „Ostblocks“, vor allem Polen, der Tschechischen Republik und Russland, wo intensive Forschungsarbeiten betrieben wurden und werden, die jedoch dem Autor der vorliegenden Studie aufgrund sprachlicher Barrieren und seltener oder fehlender Übersetzungen ins Deutsche oder Englische nur beschränkt zugänglich sind (z.B. GUSAR et al. 1989).

In neuerer Zeit erlebt die Karpfenteichwirtschaft eine kleine Blüte. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass die Konsumenten zunehmend auf ihre Ernährungsgewohnheiten achten und möglichst „natürliche und gesunde“ Nahrung wünschen. Nicht zuletzt tragen die diversen Fleischskandale (Antibiotika, BSE) zu einer Rückbesinnung zum Fisch als Nahrungsmittel bei. Gerade Süßwasserfische haben hier einen guten Ruf (z.B. STEFFENS & WIRTH 1999). Der Karpfen kann bei entsprechender Zucht wegen seines an ungesättigten Fettsäuren reichen und fettarmen Fleisches punkten (SCHLOTT & SCHLOTT-IDL 1994, OBERLE 1995). Auch besteht ein Trend zu Bio-Lebensmitteln, der dem Karpfen als „Bioprodukt vom Feinsten“ (PIWERNETZ 1999), eine Nische am Markt eröffnet.

### 1.3. Bedeutung der Winterung

Das größte Augenmerk wird in der Teichwirtschaft seit jeher der produktiven Phase während der warmen Jahreszeit, in die ja auch die Produktion von Nachwuchs fällt, gewidmet. Das schlug und schlägt sich in den einschlägigen Lehrbüchern und Veröffentlichungen zum Thema nieder (z.B. WUNDER 1949, STEFFENS 1980, HAAS 1997, BOHL 1999, SCHLOTT & SCHLOTT in Druck).

Obwohl der Winter allgemein als schwierige und kritische Zeit in der Teichwirtschaft anerkannt wird und hohe Verluste unter den Karpfen verursachen kann, wurde und wird der Zeit des Überwinterns nie eine vergleichbare Aufmerksamkeit wie der produktiven Phase zuteil (z.B. STEFFENS 1964, SCHMELLER 1988). STEFFENS (1964) und dort zitierte Autoren betrachten Verluste von immerhin 20 – 60% unter den einsömmrigen (K1) und durchschnittlich 10 % bei zweisömmrigen (K2) Karpfen durchaus als regulär. Das liegt wohl daran, dass angesichts von Eis und Schnee Beobachtungen nicht einfach möglich sind und man die Zeit des Winterns traditionell für eine Zeit der Ruhe unter den Fischen hält, da sich ja auch die übrige Natur unter der Schneedecke im Winterschlaf befindet.

Zahlreiche Lehrbücher und Aufsätze geben jedenfalls Anleitungen zur möglichst erfolgreichen Überwinterung von Karpfen und den hierzu notwendigen Rahmenbedingungen (z.B. WALTER 1903, MEHRING 1934, SCHÄPERCLAUS 1961, HOFFMANN et al. 1987, SCHMELLER 1988, GELDHAUSER 1996).

Man konzentriert sich damals wie heute darauf, die Beschaffenheit der Winterteiche hinsichtlich Fläche, Tiefe, Untergrund bzw. Sedimentauflage und Zuflussverhältnisse so zu wählen, dass die Voraussetzungen für eine optimale Überwinterung seitens des Teiches gewährleistet sind. Auch die Bedeutung der Wasserqualität, vor allem hinsichtlich Sauerstoffgehalt und Temperatur, findet schon lange Berücksichtigung und wird im Wesentlichen bereits von HORÁK (1869) ebenso betont, wie von modernen Werken der Teichwirtschaft (z.B. SCHÄPERCLAUS & LUKOWICZ 1998).

Ziel aller Bemühungen ist es, den sogenannten Fischaufstand, die Auslagerung der Karpfen aus ihrem Winterlager, zu vermeiden. Während der Winterung selbst sind die Möglichkeiten freilich begrenzt. Neben der sorgfältigen Auswahl des Winterteiches, einer gewissen Regulation des Zuflusses, etwa Umleiten von überschüssigem Wasser, besteht nur die Möglichkeit, die Sauerstoffversorgung im Teich durch Öffnen der Eisdecke, das Auseisen der Teiche bzw. Schneiden von Wuhnen und heutzutage zusätzlich durch den Einsatz von Belüftern, zu verbessern. Dabei besteht in unserer Zeit der einzige Unterschied beim Schneiden der Wuhnen zu jener Technik, die WENZEL HORÁK (1869) beschreibt, in der Anwendung der Motorsäge. Im äußersten Notfall kann sogar eine Notabfischung notwendig werden (HORÁK 1869, PLANANSKY 1963).

Heutige Teichwirte haben zudem den Vorteil, auf moderne Messinstrumente und Schnelltestsysteme zurückgreifen zu können, mit denen eine Überwachung der Wasserqualität viel einfacher ist als noch vor einigen Jahrzehnten.

In früheren Zeiten bediente man sich Methoden, die angesichts der heutigen Esoterikwelle wieder von Interesse werden könnten, ohne dass hier eine Empfehlung ausgesprochen werden soll. So weiß HORÁK (1869) von einem Brauch zu berichten, der schon zu seiner Zeit nicht mehr gebräuchlich war, aber von den „alten“ Teichwirten noch angewendet wurde. Bei der Gefahr einer Auslagerung der Fische aus dem Winterlager wurde folgendes Mittel angewandt: **„Sie nahmen Krausemünze, Kalmus und Kampfer pulverisiert in dreifaches Löschpapier, in Briefform gepackt, und mit einer Ahle durchstoßen, banden einen**

Stein daran, und versenkten es in die Wuhnen“. Freilich gesteht auch HORÁK (1869) diesem Rezept nur eine „Wirkung“ zu, wenn zufällig ein Wetterumschwung zeitgleich stattfand.

## 1.4. Der Karpfen im Winter

### 1.4.1. Das Winterlager

Spricht man mit Fischern und Teichwirten über den Karpfen im Winter, dann besteht so gut wie einhellig die Meinung, dass sich die Karpfen in größeren Mengen an tiefen Stellen des Teiches sammeln und dort überwintern. Je nach Größe des Teiches und des Besatzes können ein bis mehrere Lager (Abb. 2) existieren, die dann bei der Abfischung der Winterteiche im Frühjahr zum Vorschein kommen können. PLANANSKY (1961) beschreibt ein solches Winterlager folgendermaßen: „...Da finden wir Lager an Lager in Form von fast ununterbrochenen, nur einige Meter breiten, aber oft ziemlich langen, 10 bis 20 cm tiefen, bis auf ganz festen Schlamm ausgeschlagene Mulden.“ Im Lehrbuch von KOCH et al. (1982) findet sich eine Abbildung von „Karpfen-Winterungsgruben“. Sie zeigen eine kreisrunde Gestalt und bei weitem nicht jene Ausmaße, wie von PLANANSKY (1961) beschrieben. Als Winterlager bezeichnet WALTER (1903) eine größere vertiefte Stelle im Winterteich, wo sich die Karpfen beim Eintritt des Frostes sammeln. Er denkt offenbar an eine künstliche Einrichtung eines solchen Lagers durch den Teichbewirtschafter. Ansonsten wird davon ausgegangen, dass das Winterlager eine von den Fischen im Zuge der Einwinterung geschaffene Struktur ist (z.B. REICHLÉ 1998). Ob sich die Winterlager an der tiefsten oder tieferen Stelle im Teich befinden (HORÁK 1869, STEFFENS 1980) oder in der Mittelzone (HAAS 1982, 1997), darüber gehen die Meinungen auseinander und das ist wohl auch Interpretationssache. Eine allgemein gültige Aussage ist nicht zu finden, da kein Winterteich dem anderen gleicht und daher meint PLANANSKY (1961), dass sich die Fische die für sie am günstigsten Stellen aussuchen, ob das jetzt die tiefsten Bereiche des Teiches sind oder nicht.

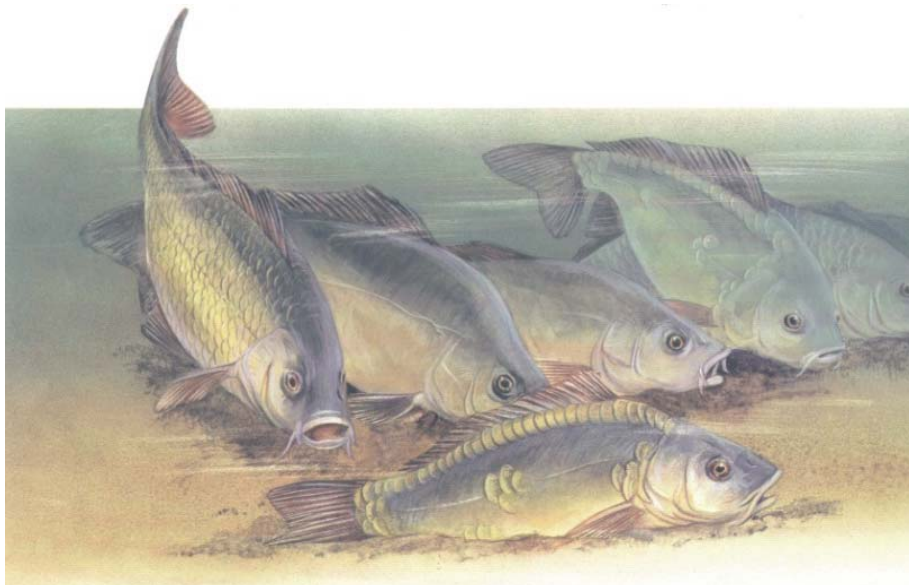


Abb. 2: Künstlerische Darstellung von Karpfen im Winterlager (verändert nach RITTER & SCHMITZ 1986)

### 1.4.2. Der ruhende Karpfen

Nach der Erläuterung der Bedeutung der Winterung und der Beschreibung der Winterlager muss man sich die Frage stellen, was die Karpfen im Winter eigentlich treiben. Wie verhalten sie sich in den Winterlagern? Zu dieser Frage findet man in der Literatur unterschiedliche Ansichten. So beschreibt HORÁK (1869) das Verhalten der Karpfen folgendermaßen: Die Karpfen stehen leicht geneigt, mit dem Kopf leicht abwärts und führen mäßige Bewegungen mit dem Schwanz aus, um Schlamm aus ihrem Lager fern zu halten. Auch MEHRING (1934) und SCHMELLER (1988) beschreiben ein ähnliches Geschehen im Winterlager. Bei SCHMELLER (1988) ist auch zu lesen, dass die Karpfen die Winterlager ab einer Wassertemperatur von 4 °C aufsuchen. Im Text wird dazu erläutert, dass sich die Karpfen dort in mehr oder minder großen Gruppen, in kreisförmiger Anordnung, mit dem Kopf nach innen versammeln. Nach REICHLE (1998) suchen die Fische ab einer Wassertemperatur von etwa 6 °C die Winterruheplätze an ausreichend tiefen Stellen auf und schaffen sich dort Vertiefungen im Schlamm. Bei GELDHAUSER (1996) ist nachzulesen, dass sich die Karpfen knapp über Grund zu großen Pulks versammeln, aber auch auf Grund setzten oder sogar ein Stück im Schlamm einsinken können.

In diesen Lagern überdauern die Karpfen den Winter. Die Frequenz der Kiemendeckelbewegung und der Herzschlag sinken auf 4 mal pro Minute (SCHMELLER 1988). Nach HOFFMANN et al. (1987) sinkt der Herzschlag bei einer Wassertemperatur von 1 – 2 °C sogar auf nur 2 – 3 mal pro Minute, im Gegensatz zu 200 mal bei Temperaturen um 25 °C. Auch die Nahrungsaufnahme wird stark eingeschränkt oder überhaupt eingestellt. Ab welcher Temperatur die Tiere ihre Fresslust verlieren, darüber gehen die Meinungen auseinander und die Angaben schwanken zwischen 12 – 8 °C (SCHMELLER 1988), 10 °C (REICHLE 1998) und 4 °C (HUET 1986, LUKOWICZ & GERSTNER 1998).

Allgemein wird also angenommen, dass sich die Karpfen ab einer bestimmten Wassertemperatur am Grund sammeln und den Winter ohne nennenswerte Aktivität, bei eingeschränktem Stoffwechsel überdauern. Nur Störungen oder schlechte Umweltbedingungen, wie etwa ein niedriger Sauerstoffgehalt, bewegen die Fische dazu aus der Winterung aufzustehen und umherzuschwimmen, was als bedrohliche Situation für den Bestand gesehen wird und zu Verlusten führen kann. Daher ist absolute Ruhe oberstes Gebot und sportliche Aktivitäten wie Eislaufen oder gar Eisstockschießen müssen von den Winterteichen ferngehalten werden (z.B. SCHMELLER 1988, ZOBEL 1992, HAAS 1997, LUKOWICZ & GERSTNER 1998).

Hier sei noch ein Blick in die große farbige Enzyklopädie des Urania Tierreichs geworfen um zu sehen, was die Autoren des Fischteils (DECKERT & DECKERT 1991) dem interessierten Laien darlegen: „Im Winter ziehen sich die Karpfen an tiefere schlammige Stellen ihres Wohngewässers zurück und stellen die Nahrungsaufnahme ein. Bei 6 °C hören sogar die Pumpbewegungen der Kiemendeckel auf. Gefährlich werden Temperaturen unter 4 °C; die Tiere kommen dann in einen Starrezustand, steigen passiv nach oben, können nun leicht einfrieren und auf diese Weise sterben.“

Gegenüber diesen, als Allgemeingut (klammern wir das Urania Tierreich dabei aus) gehandelten Feststellungen, gibt es eine Reihe anderweitiger Beobachtungen. Bezüglich der Inaktivität im Winter ist beispielsweise bei BOHL (1999) zu lesen, dass jede Beunruhigung der Karpfen zwar zu vermeiden ist, diese aber trotzdem, scheinbar ohne Grund, zeitweilig unter dem Eis umherziehen können. Auch STEFFENS (1964) berichtet von Karpfen, die noch bei 0,5 °C keineswegs reglos herumstanden. Eine Studie aus der Tschechischen Republik erbrachte zwar Hinweise auf eine starke Aktivitätseinschränkung



während des Winters, eine vollständige Einstellung der Aktivität konnte jedoch höchstens für eine begrenzte Zeit beobachtet werden (GUSAR et al. 1989). Bezüglich der Nahrungsaufnahme beschreibt BOHL (1999) die Beobachtung von K1, die bei einer Wassertemperatur von 1,7 °C unter dem Futterspender gefressen hatten. STEFFENS und dort zitierte Autoren (1964) wissen von Karpfen zu berichten, die noch bei Wassertemperaturen von 0,5 und 2,8 °C Nahrung aufgenommen hatten. BILLARD (1999) berichtet von Studien, die gezeigt haben, dass K1 bei einer Wassertemperatur von 3 - 8 °C einen zu 70 % gefüllten Darm aufwiesen. Auf eine Nahrungsaufnahme der K1 im Winter weist auch GASCH (1955, 1957) hin und STREMPPEL (1972) beschreibt die Aufnahme von Futtermittel durch Karpfen noch bei Wassertemperaturen von 3 °C. Konsequenterweise wird von ihm auch eine Winterfütterung gefordert, die auch manch anderer Autor unter bestimmten Bedingungen einräumt (z.B. HAAS 1997). Unter Hobbyfischern war es im übrigen noch nie ein Geheimnis, dass selbst kapitale Karpfen im Winter mit Köder gefangen werden können und das bei Wassertemperaturen um die 2 °C (GIBBINSON 1970).

Den Kleinen im Kindergarten jedenfalls ist die Sachlage sonnenklar:

Mit meinem Schlittschuh schneid' ich Kreise und  
Glitzerlinien ins Eis, dreh' Pirouetten,  
übe Sprünge und vom Laufen froh und heiß!

Jetzt bleib ich stehn, blick in die Tiefe:  
Da leuchtet klar das Fischgesicht  
vom dicken Karpfenkönig Willi  
nah unterm Eis im blauen Licht!

Sein Algenschloss ist eingefroren,  
die Fische ruhen tief im Schlamm,  
nur König Willi kann nicht schlafen,  
und seine Flossen werden klamm!

Schlaf wieder ein, mein dicker Karpfen!  
Jetzt will ich ganz leise sein  
und übers Eis sehr sachte schnurren,  
dann schläfst du sicher wieder ein...!

HEIDER (1992)

#### 1.4.3. Der Karpfen im Winter außerhalb Europas

Im angloamerikanischen Raum wurden einige Untersuchungen durchgeführt, die sich mit dem Verhalten von Karpfen im Winter beschäftigten (JOHNSEN & HASLER 1977, OTIS & WEBER 1982, PRIEGEL 1982). Die Voraussetzungen sind dort allerdings etwas anders. Der Karpfen wurde von Europa aus in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in amerikanische und kanadische Gewässer eingebracht (McCRIMMON 1968). Er hat dort somit, im Gegensatz zu Europa, keine Jahrhunderte alte Tradition in der Fischerei. Im Vordergrund der Untersuchungen standen die Erforschung der Ökologie und Biologie des

Karpfen in den nordamerikanischen Gewässern (natürliche Seen und Stauseen), die möglichen negativen Auswirkungen des Karpfens auf die heimische Tier und Pflanzenwelt und die Entwicklung effektiver Managementmethoden zur Populationskontrolle in den Gewässern (z. B. WEBER & OTIS 1984, SCHWARTZ 1987). In Nordamerika wurde nie die These vom Winterlager vertreten, da der dortige Zugang, wie schon oben erwähnt, ein ganz anderer war. Dort wird der Karpfen als Fremdling betrachtet der kontrolliert werden muss. Es verwundert daher nicht, dass man in den einschlägigen Untersuchungen harte Fakten statt traditionellem Wissen vorfindet. Die mir zugänglichen Untersuchungen sind sich darin einig, dass der Karpfen im Winter seine Aktivität zwar einschränkt, so dass die winterliche „homerange“ bei etwa einem Drittel der sommerlichen liegt (OTIS & WEBER 1982), von einem gänzlichen Einstellen aller Aktivität und einem Ruhen am Grund des Gewässers wird allerdings nirgends berichtet. Was die Nahrungsaufnahme angeht, so stellen amerikanische Untersuchungen fest, dass sie im Winter zwar eingeschränkt, aber keinesfalls gänzlich eingestellt wird: „Carp feed under ice in winter.“ (POWLES et al. 1983).

Eine russische Arbeit, die dem Autor zugänglich ist und nicht schon im europäischen Teil über STEFFENS (1964) einfluss, berichtet von bestimmten Bereichen in denen die Karpfen den Winter verbringen. Innerhalb dieser Überwinterungsplätze, die meist größere Tiefen aufweisen, kommt es allerdings vor allem im Jänner zu gewissen Wanderungen. Man muss allerdings bei Vergleichen mit Teichen mitteleuropäischen Formats vorsichtig sein, da es sich beim Untersuchten Gewässer um einen 51000 ha großen Stausee handelt (OSIPOVA 1979).

Im asiatischen Raum wird rege Karpfenzucht betrieben. Allerdings kommt man außer in Nordchina nicht in die Verlegenheit, Karpfen bei sehr niedrigen Wassertemperaturen überwintern zu müssen. Dementsprechend wenig Raum nimmt die Problematik in einschlägigen Fachbüchern ein und über das Verhalten der Karpfen erfährt man kaum etwas (z. B. OUYANG – HAI & SU – ZHIFENG, 1991).

## 1.5. Fragestellung

Wie die Ausführungen zeigen, besteht einiger Klärungsbedarf, was das Verhalten der Karpfen während des Winters betrifft. Zum einen gibt es so etwas wie eine allgemeine Meinung, zum anderen sind doch immer wieder Beobachtungen gemacht worden, die widersprüchliche Erkenntnisse vermitteln.

Leider ist auch zu bemerken, dass zwar immer wieder Artikel zum Thema erscheinen, sich aber selten genaue Quellenangaben und untermauerndes Datenmaterial zu den dargebrachten Aussagen bzw. zur jeweiligen Situation, der Versuchsanordnung oder dem genauen Umstand der Beobachtung finden.

Zum Beispiel lassen sich Beobachtungen, die etwa in Halteranlagen gemacht wurden, nicht so ohne weiteres auf die Winterteiche übertragen.

Es scheint also notwendig, die Frage ganz aufzurollen und in einem ersten Schritt, als Basis für weitere Untersuchungen, verlässliches und nachvollziehbares Datenmaterial zur Karpfenwinterung zu erheben und die dazu notwendigen methodischen Ansätze zu entwickeln und zu erproben.

Ausgehend von der Hypothese, dass die Karpfen den Winter nahezu reglos bei geringer Stoffwechselaktivität im sogenannten Winterlager verbringen, soll die Position der

Karpfen während des Winters dokumentiert und somit die Winterlager selbst aufgespürt werden.

Neben dem Auffinden der Standorte der Karpfen im Winter werden physikalische und chemische Parameter des Wassers in den Winterteichen aufgezeichnet und es wird versucht, einen Zusammenhang zwischen diesen Parametern und dem Verhalten der Versuchskarpfen herzustellen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Versuchstiere

Insgesamt wurden 33 dreisömmrige Karpfen (K3) (*Cyprinus carpio carpio* morpha *domestica*) der fast schuppenlosen Variante „Spiegelkarpfen“ (Abb. 3) zu den Untersuchungen herangezogen. Die Fische wiesen ein Gewicht von 1192 – 2346 g und eine Totallänge von 370 – 480 mm auf. Zur Verfügung gestellt wurden die Karpfen von der Teichwirtschaft Kinsky, Heidenreichstein und der Teichwirtschaft Fischer-Ankern, Kirchberg/Walde.

Mit radiotelemetrischen Sendern wurden 31 Karpfen versehen, je 10 in den Wintern 1999/2000 und 2000/2001, 11 im Winter 2001/2002. Die Unterscheidung der Fische erfolgte über die unterschiedlichen Frequenzen der Sender. Zwei weitere Karpfen wurden zu Vergleichszwecken bei der Sektion und den Röntgen- bzw. CT-Untersuchungen herangezogen.



Abb. 3: Fast schuppenlose Spiegelkarpfen wurden für die Untersuchungen eingesetzt

### 2.2. Tierversuch

Das Tierversuchsgesetz (TGV) 1988 (Bundesgesetz vom 27. September 1989 über Versuche an lebenden Tieren) BGBl. Nr. 501/1989 regelt die Versuche an lebenden Tieren.

Hierbei ist nach § 6 TGV 1988 eine Genehmigung der Tierversuchseinrichtung notwendig, welche laut Bescheid der NÖ Landesregierung vom 28. Juli 1999 erteilt wurde.

Die Genehmigung zur Leitung von Tierversuchen laut § 7 TGV 1988 wurde per Bescheid der NÖ Landesregierung vom 28. Juli 1999 erteilt.

Die Genehmigung zur Durchführung des Tierversuches „Besenderung von Spiegelkarpfen“ laut § 8 TGV 1988 wurde per Bescheid der NÖ Landesregierung vom 28. Juli 1999 erteilt.

## 2.3. Versuchsteiche

### 2.3.1. Lage der Teiche

Als Versuchsteiche wurden zwei Winterteiche (Kaltenbachteich, Streitteich) der Teichwirtschaft Kinsky, Heidenreichstein, ausgewählt. Im Winter 2001/2002 wurde zusätzlich ein Winterteich (Mitterhöllteich) der Teichwirtschaft Fischer-Ankern, Kirchberg am Walde, mit besenderten Karpfen besetzt. Die Teiche befinden sich im äußeren Nordwesten von Niederösterreich (Abb. 4). Alle drei Teiche werden schon längere Zeit für die Überwinterung von Karpfen verwendet.

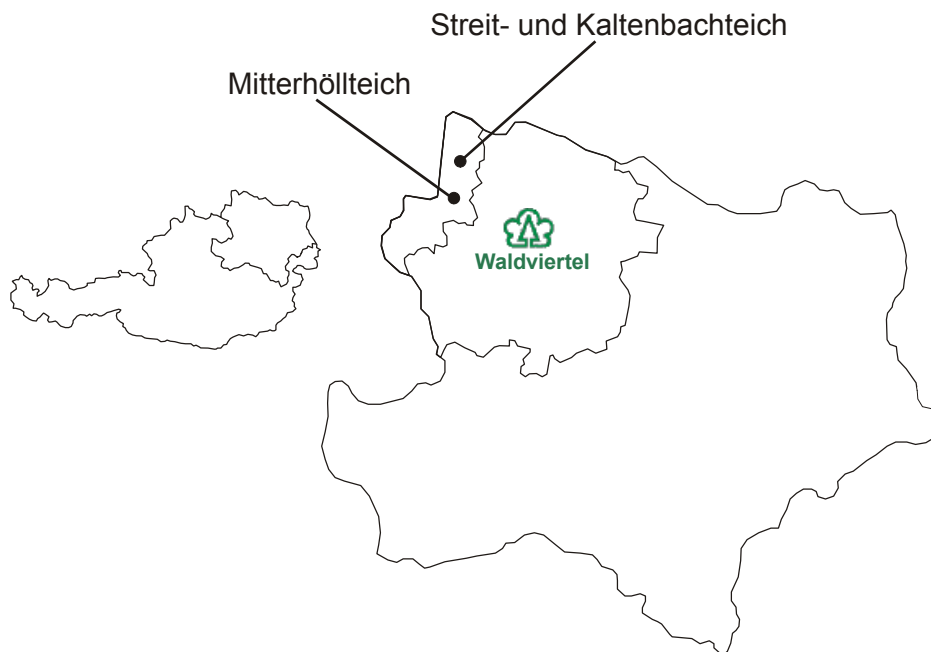


Abb. 4: Lage der Versuchsteiche im niederösterreichischen Waldviertel, politischer Bezirk Gmünd

### 2.3.2. Karten der Teiche

Als Basis für die Karten der Versuchsteiche wurden die entsprechenden Katasterpläne im Maßstab 1:1000 herangezogen.

Das Tiefenprofil wurde ermittelt, indem entlang der Längsachse der Teiche mit einer Schnur 7 – 9 Transekte gezogen wurden. Entlang dieser Transekte wurden vom Boot aus in Abständen von 5 – 10 m Tiefenlotungen vorgenommen. Die entsprechenden Tiefenlotungen wurden auf der Karte durch Linien verbunden.

Die Bearbeitung der Karten erfolgte mit dem Programm Corel Draw, © Corel Corporation.

### 2.3.3. Kaltenbachteich

Fläche: 2,2 ha (Abb. 5 und 6)

Ein von Wald und Wiese umgebener geschützt liegender Teich in der KG Heidenreichstein, Parzelle 608.

Besonderes Merkmal ist das saure Zuflusswasser durch Drainagegräben aus den umliegenden Nadelwäldern. Die größte Tiefe liegt bei ca. 3,5 m.



Abb. 5: Der Kaltenbachteich im Winter

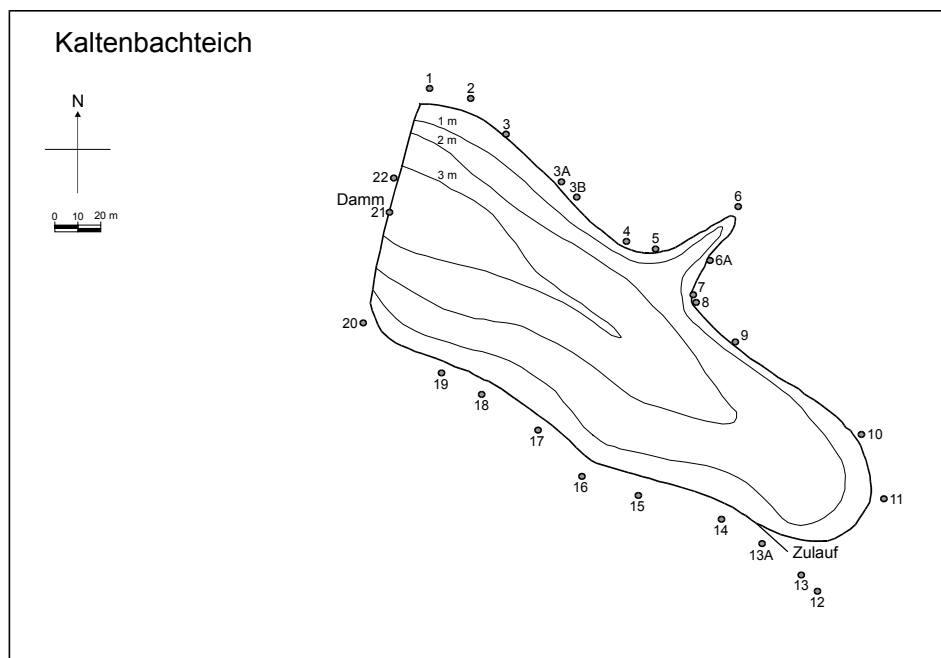


Abb. 6: Plan des Kaltenbachteiches mit eingezeichneten Messpunkten und Tiefenprofil

### 2.3.4. Streitteich

Fläche: 2,7 ha (Abb. 7 und 8)

Ein ausschließlich von Wiesen und Feldern umgebener Teich in exponierter Lage in der KG Heidenreichstein, Parzelle 863.

Er weist durch das landwirtschaftliche Einzugsgebiet einen stets höheren Phosphorgehalt auf als der Kaltenbachteich. Seine größte Tiefe beträgt ca. 2 m und der Teich weist ein deutlich flacheres Profil auf als der Kaltenbachteich.



Abb. 7: Der Streitteich im Winter

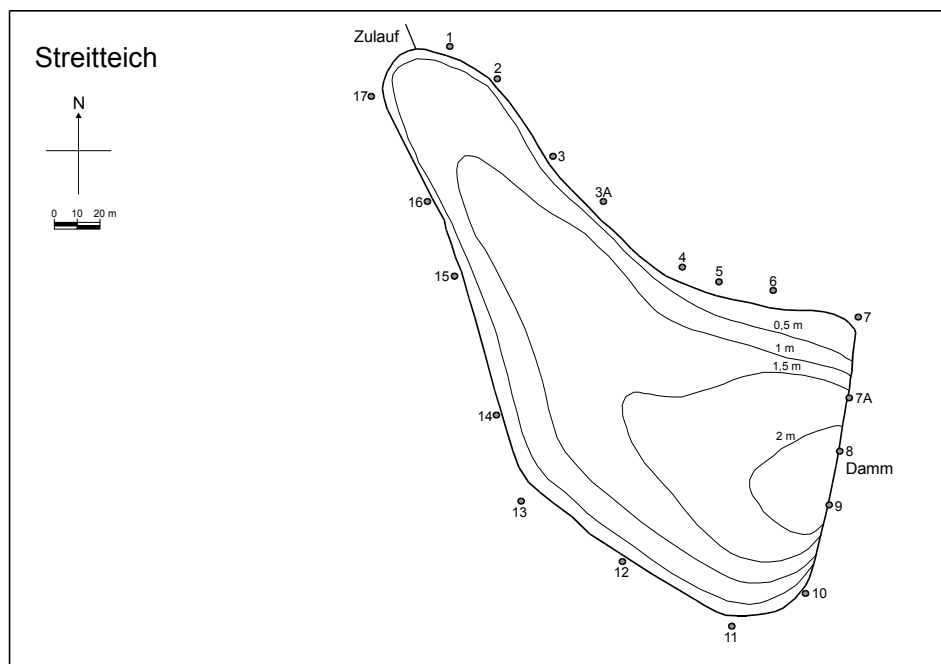


Abb. 8: Plan des Streitteichs mit eingezeichneten Messpunkten und Tiefenprofil

### 2.3.5. Mitterhöllteich

Fläche: 4,4 ha (Abb. 9 und 10)

Von landwirtschaftlichen Flächen und Wald umgebener Teich in der KG Schrems, Pürbach, Parzelle 1181. Der Teich wird im Sommer als Badeteich und im Winter mit Zustimmung des Bewirtschafters zum Schlittschuhfahren und Eisstockschießen genutzt. Seine maximale Tiefe beim Mönch beträgt ca. 2 m.



Abb. 9: Der Mitterhöllteich im Winter

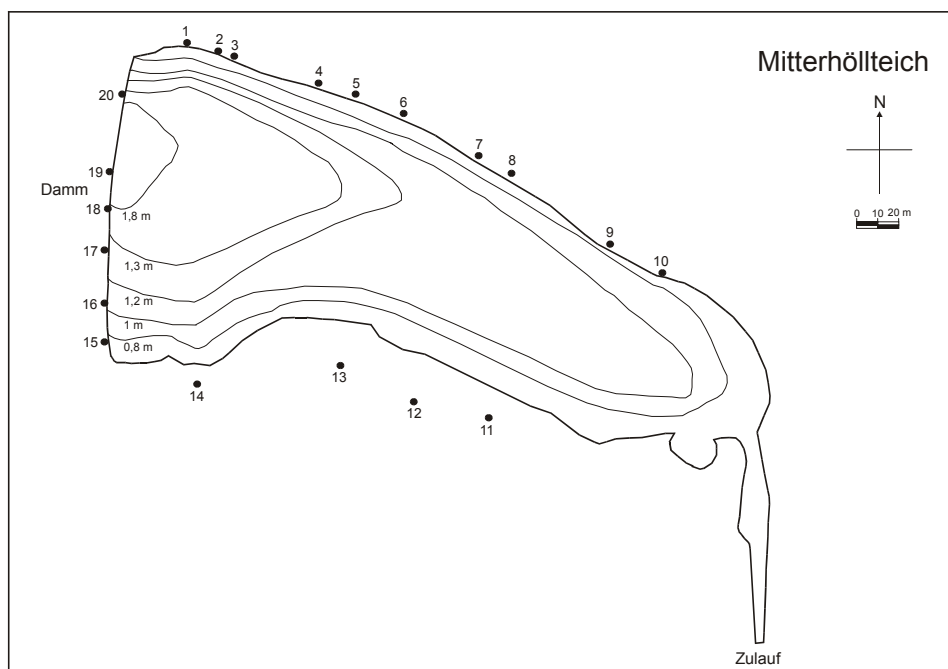


Abb. 10: Plan des Mitterhöllteichs mit eingezeichneten Messpunkten und Tiefenprofil



## 2.4. Radiotelemetrische Technik

### 2.4.1. Radiotelemetrische Ausrüstung

Sender: Fabrikat der Firma LOTEK Inc., Typ MBTF-5 (Abb. 11) im VHF-Bereich mit einer Abmessung von 11×59 mm und einem Gewicht in Luft von 10,3 g und in Wasser von 4,6 g. Damit ist garantiert, dass das Gewicht des Senders in Wasser nicht mehr als 1,75 % des Fischgewichtes in Luft ausmacht (SUMMERFELT & MOSIER 1984). Die Antenne weist eine Länge von ca. 430 mm auf. Die Lebensdauer des Senders beträgt bei einer Pulsrate von 40 Impulsen pro Minute ca. 300 Tage. Es wurden insgesamt 35 Sender verwendet (31 in Karpfen, 4 als Referenzsender).

Empfänger: LOTEK SRX-400 W4

Antenne: Model 3LTA der Firma Lindsay, AN-3YGF, 3 Element Yagi

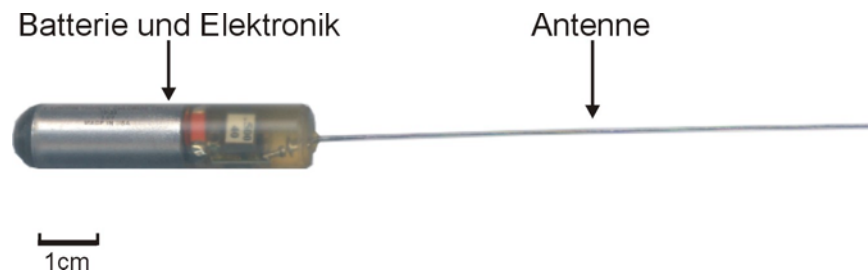


Abb. 11: Radiotelemetrischer Sender MBTF-5 (Fa. Lotek, Kanada)

### 2.4.2. Senderimplantation

Die chirurgische Technik orientierte sich an den Beschreibungen in der einschlägigen Literatur (z.B. SCHRAMM & BLACK 1984, PEDERSEN & ANDERSEN 1985, SUMMERFELT & SMITH 1990), insbesondere aber an JOHNSEN & HASLER (1977), OTIS & WEBER (1982) STEINBACH (1986). Diese Autoren beschreiben eine derartige Methode am Karpfen. Die Durchführung der chirurgischen Maßnahmen oblag bescheidgemäß einem Tierarzt. Die Verwendung von nahezu schuppenlosen Spiegelkarpfen trägt zur Entlastung des Versuchstieres bei und vereinfacht die Operation. Es müssen keine Schuppen entfernt oder beschädigt werden, um den Eingriff durchführen zu können, wie auch STEINBACH (1986) bemerkt.

Der Sender wurde durch einen medioventralen Schnitt in die Leibeshöhle eingeführt, während die Antenne über einen eigenen Kanal die Körperwand durchstößt. Um die Antenne des Senders separat vom Schnitt für den Sender durch die Körperwand zu führen, wurde eine Venenverweilkanüle (Abb. 12) verwendet, wie sie in der Humanmedizin gebräuchlich ist. Eine ähnliche Technik beschreiben ROSS & KLEINER (1982) und ADAMS et al. (1998). Für den Wundverschluss bei Fischen bieten sich neben den herkömmlichen nicht absorbierbaren Nähten (z.B. SCHRAMM & BLACK 1984), noch absorbierbares Nahtmaterial (z.B. MOORE et al. 1990, KASELOO et al. 1992), sowie Klebstoffe allein (z.B. NEMETZ & MACMILLAN 1988) oder in Kombination mit Nahtmaterial (z.B. MARTINELLI et al. 1998) an. Auch Wundklammern wurden erfolgreich eingesetzt (z.B. MULFORD, C. J. 1984). Alle diese Methoden wurden schon erfolgreich bei Fischen eingesetzt. Ausschlaggebend für die Wahl von nichtabsorbierbarem Nahtmaterial war die niedrige Wassertemperatur, welche eine verzögerte Wundheilung nach sich zieht.

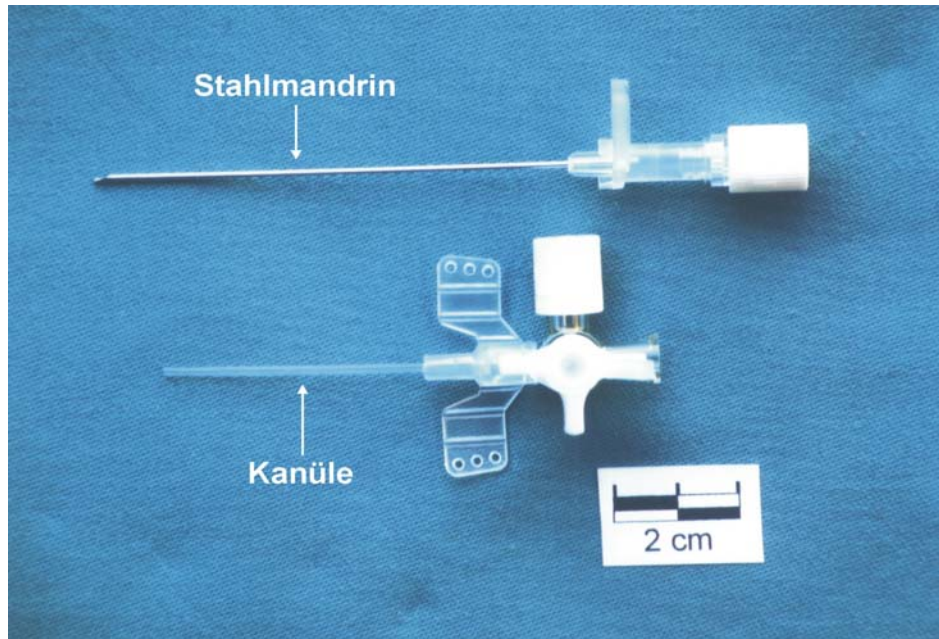


Abb. 12: Venenverweilkanüle für den Antennenkanal. Die Kanüle (unten) und der Stahlmandrin (oben) sind hier bereits getrennt

Die Senderimplantierung im Detail:

Die Narkotisierung des Karpfens erfolgte in einem Wasserbehälter, der MS222™ (3-Aminobenzolsäureethylestermethansulfonate, Fa. Sandoz) in der Dosierung 100 mg/l enthielt. Die Exposition zur Narkoselösung erfolgte bis die Anästhesiestufe 4 – 5 erreicht war (SUMMERFELT & SMITH 1990). Anschließend wurde der Versuchsfisch mit der ventralen Körperseite nach oben und dem Kopf etwas schräg nach unten in der Operationseinrichtung auf einem befeuchteten Tuch platziert. Dabei wurde das Tier von einem Assistenten in dieser Position fixiert und die Beckenflossen abgespreizt (Abb. 13).



Abb. 13: Der Karpfen in der Operationseinrichtung

Nach erfolgter Desinfektion der Eingriffsstelle wurde vom Operateur posterior des Beckengürtels ein 30 – 40 mm langer medianer Schnitt entlang der Linea alba geführt und die Leibeshöhle eröffnet. Caudolateral des medioventralen Schnittes wurde mit einer Venenverweilkanüle (17G/1,4 mm O.D.×40 mm) die Körperwand punktiert und damit der Austrittskanal der Antenne geschaffen. Nach Entfernen des Stahlmandrins wurde die Antenne, von der Schnittstelle und Leibeshöhle kommend, durch die Venenverweilkanüle gefädelt. Nach Entfernen der Venenverweilkanüle verlief die Antenne durch die Körperwand und der Sender konnte durch den Schnitt in die Körperhöhle eingebracht werden, indem er durch den Schnitt craniad in Richtung des Beckengürtels in die Leibeshöhle geschoben wurde. Eine Positionierung des Senders dorsal des Beckengürtels wurde angestrebt (Abb. 14).

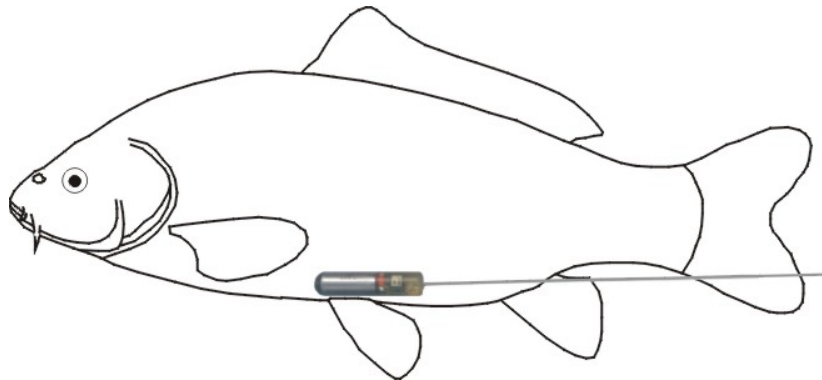


Abb. 14: Angestrebte Position des Senders in der Leibeshöhle des Karpfens

Abschließend wurde die Operationswunde mit 3 – 4 einfachen unterbrochenen Nähten (Supramid<sup>®</sup>, 3, USP 2/0 Serag-Wiesner) verschlossen. Die Nähte wurden bis zum Wiederfang der Karpfen im Frühjahr nicht entfernt. Zur Vorbeugung einer Peritonitis und systemischer bakterieller Infektionen aus der Chirurgie wurde ein Breitbandantibiotikum (10 mg/kg Baytril<sup>®</sup> 2,5%, Bayer AG) verabreicht. Mit einer abschließenden Wunddesinfektion wurde die Operation beendet.

Während der Operationsdauer von max. 3 – 4 Minuten befanden sich die Fische außerhalb des Wassers auf einem befeuchteten Tuch in der Operationsvorrichtung. Ein Spülen der Kiemen mit Wasser und Narkosemittel wurde nur durchgeführt, wenn die Wirkung der Narkose während der Operation nachließ und eine neuerliche Zufuhr von Narkotikum erforderlich war. Nach dem Eingriff wurden die Fische einige Tage gehältert, um bei Komplikationen eingreifen zu können. Anschließend wurden sie in die Versuchsteiche zur Winterung verbracht.

Die Implantierung der Sender und das Verbringen der Versuchskarpfen in die Winterteiche erfolgte im Oktober bzw. Anfang November (Tab. 1).

Tab. 1: Operations- und Aussetzungstermine

Winter	Operation	Aussetzen
1999/2000	28.10.1999	2.11.1999
2000/2001	4.10.2000	9.10.2000
2001/2002	10.10.2001	15.10.2001

## 2.5. Datenaufnahme und Auswertung

### 2.5.1. Positionsbestimmung

Die Positionsbestimmung der besenderten Karpfen erfolgte mittels Peilung von mindestens zwei Fixpunkten am Ufer aus. Die Fixpunkte wurden von einem Geometer vermessen und in die Karten der Teiche eingetragen (Abb. 6, 8 und 10).

Die Positionsbestimmungen erfolgten ab Anfang November, zu einem Zeitpunkt, als noch deutliche Aktivitäten der Karpfen wahrgenommen werden konnten (springende Fische, Schwärme von Karpfen usw.).

Die Methode der Positionsbestimmung ist ähnlich der bei der Triangulation angewandten „Null – Average Method“ und der Methode der Fehlerpolygone (HEEZEN & TESTER 1967, SPRINGER 1979). Der Unterschied besteht darin, dass anstatt der mittleren Peilrichtung und dem Peilfehler zur beidseitigen Begrenzung, die ermittelten Grenzpeilungen selbst Verwendung finden. Anhand der digitalen Anzeige der relativen Signalstärke am Empfänger wurde versucht, das Signal auf einen möglichst kleinen Winkel einzuschränken. Die Grenzbereiche dieses Winkels wurden mithilfe eines Kompasses und markanter Geländepunkte gepeilt und in ein Feldtagebuch eingetragen. Die Position des jeweiligen besenderten Karpfens wurde durch jene Schnittfläche (Positionspolygon) bestimmt, die durch die Übertragung von mindestens zwei Peilungen auf die Karte des jeweiligen Teiches ermittelt wurde (Abb. 16 und 17). Die Positionspolygone aller Versuchsfische eines Teiches wurden für jeden Monat zu Aufenthaltsbereichen zusammengefasst.

Die Position der besenderten Karpfen wurde mindestens zweimal wöchentlich, wenn möglich vormittags und nachmittags, ermittelt. Bei Bedarf wurden zusätzliche Positionsbestimmungen durchgeführt.

An einer genau vermessenen Stelle wurde im Winter 2000/2001 und 2001/2002 im Kaltenbach- und Streitteich je ein Referenzsender versenkt, der mithilfe einer Boje (Abb. 15) einen Meter über Grund schwebte. Durch diesen Sender war es jederzeit möglich, auf ein Vergleichssignal zurückzugreifen und so Signalstörungen oder Fehlfunktionen an Sendern bzw. der Empfangsausrüstung zu erkennen.



Abb. 15: Fischereimeister Gratzl mit der Referenzsenderboje



Abb. 16: Peilung am Ufer des Kaltenbachtseichs

Neben den Freilandarbeiten an den Teichen wurden sämtliche weiteren Arbeiten, einschließlich der Operationen, in der Ökologischen Station Waldviertel durchgeführt.

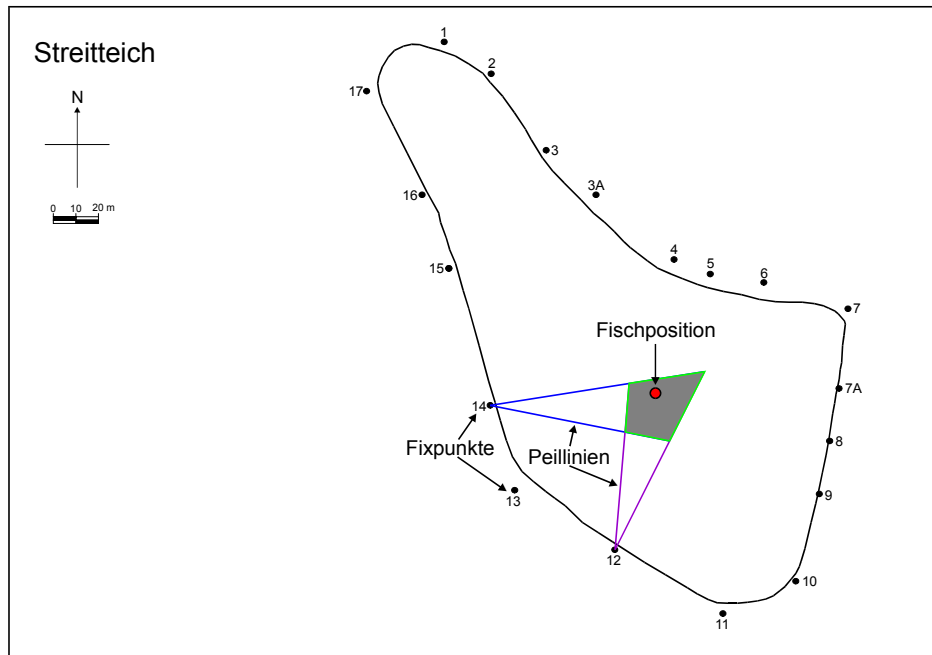


Abb. 17: Peiltechnik zur Positionsbestimmung der besenderten Karpfen. Das Positionspolygon, das die tatsächliche Fischposition enthält, wird von mindestens zwei Peilungen gebildet

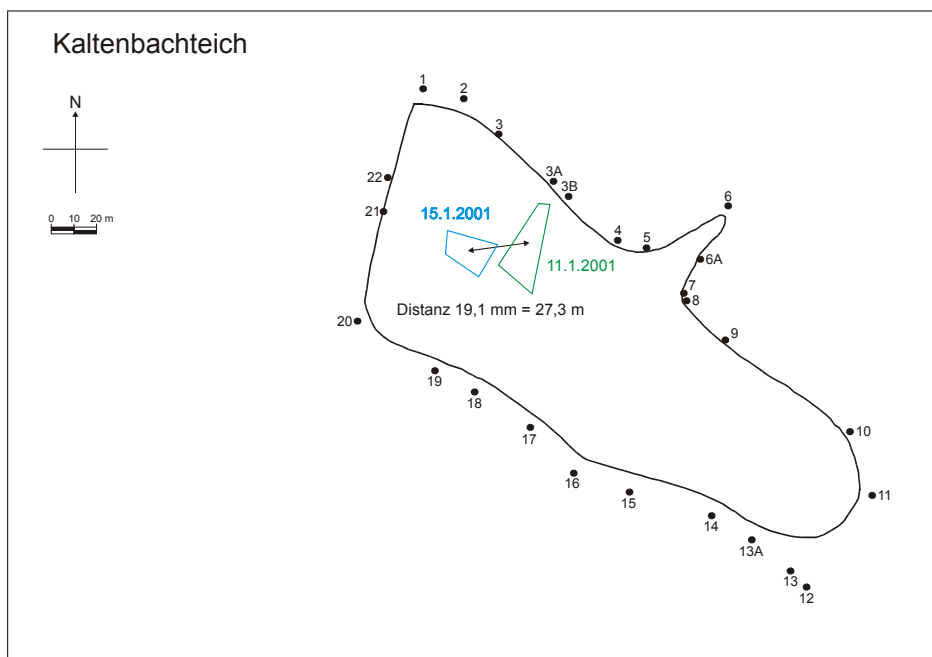


Abb. 18: Ermittlung der Bewegungsaktivität der Karpfen (Erläuterung im Text)

Um eine Maßzahl für die Bewegungsaktivität der Karpfen zu erhalten, wurden jeweils die subjektiven Mittelpunkte der zeitlich auf einander folgenden Positionspolygone verbunden und diese Positionsdistanz in Meter ermittelt (Abb. 18). Diese Positionsdistanzen bildeten die Grundlagen für die Auswertung der Bewegungsaktivität der einzelnen Versuchsfische, wie auch für die Vergleiche zwischen Versuchsfischen, den einzelnen Wintermonaten und den Versuchsteichen.

Ähnlich wurde beim Ermitteln der Peilgenauigkeit des Referenzsenders verfahren. Befand sich der Referenzsender innerhalb des ermittelten Positionspolygons, wurde der Abstand

vom subjektiven Mittelpunkt dieser Fläche zum Referenzsender gemessen (Abb. 19). Befand sich der Referenzsender außerhalb des ermittelten Positionspolygons, wurde der kürzeste Abstand des Referenzsenders zur Grenze des Positionspolygons gemessen (Abb. 19).

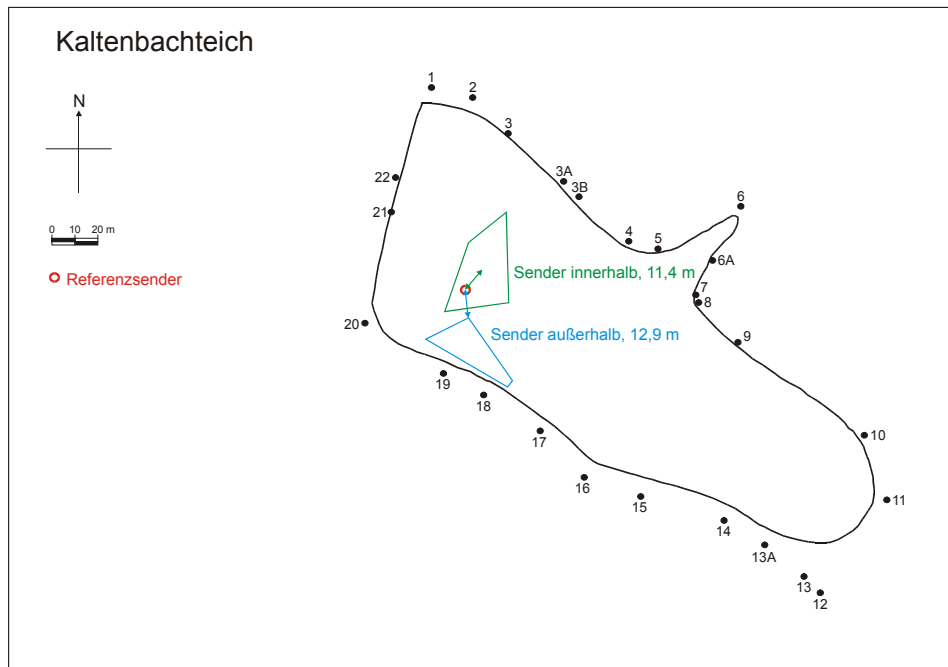


Abb. 19: Ermittlung der Genauigkeit der Peilung des Referenzsenders. Gemessen werden der Abstand des Senders vom subjektiven Mittelpunkt des ermittelten Bereichs (**Sender innerhalb**) bzw. der kürzeste Abstand des Senders zur Grenze des ermittelten Bereichs (**Sender außerhalb**)

Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel, © Microsoft Corporation und dem Statistikprogramm SPSS, © SPSS Inc. Die statistischen Verfahren umfassten einen Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Z), weiters t-Test bei unabhängigen Stichproben, t-Test bei verbundenen Stichproben und bei nichtparametrischen Daten, Mann-Whitney U-Test, bzw. Wilcoxon-Wilcox-Test. Das Signifikanzniveau wurde jeweils mit  $p = 0,05$  festgelegt. Die ermittelten Positionen und Karten wurden im Programm Corel Draw, © Corel Corporation bearbeitet und ausgewertet.

### 2.5.2. Physikalisch/chemische Parameter

Die Entnahme der Wasserproben für die physikalisch/chemische Untersuchung erfolgte in ca. 10tägigem Rhythmus mittels eines SCHINDLER-Schöpfers (Volumen 5 l) mit eingebautem Quecksilberthermometer. Proben wurden rund 0,5 m unter der Wasseroberfläche und in rund 2 m Tiefe an der tiefsten Stelle, also meist an der Ablassvorrichtung des Teiches, gezogen. In Tabelle 2 sind die ermittelten Parameter angegeben. Im Winter 2001/2002 kam zusätzlich ein elektronisches Sauerstoff- und Temperaturmessgerät (WTW Oxi 315i) zum Einsatz. Dies ermöglichte die Anzahl der O<sub>2</sub>- und Temperaturmessungen zu erhöhen. Angestrebt wurde an den Tagen der Positionsbestimmungen mindestens eine O<sub>2</sub>- und Temperaturmessung pro Winterteich durchzuführen.

Zum Öffnen der Eisdecke, um Wasserproben gewinnen zu können, kamen Eishacke und Motorsäge zum Einsatz. Im Winter 2001/2002 noch zusätzlich Eisbohrer, die eine weit schonendere und vibrationsärmere Arbeitsweise ermöglichten.

Tab. 2: Die Analyse der Wasserproben umfasste:

Temperatur [°C]	Quecksilberthermometer, WTW Oxi 315i, (Fa. Wissenschaftlich – Technische Werkstätten)
Sauerstoffsättigung %	nach Tabellen der EAWAG Nov. 1973, bzw. elektronisch mit WTW Oxi 315i
Sauerstoffgehalt [mg/l]	nasschemisch nach Winkler und mittels Elektrode (WTW Oxi 315i)
pH-Wert	elektronisch, WTW pH 340
Säurebindungsvermögen [mval/l]	titrimetrisch (Mischindikator Methylorange und 0,1 N Salzsäure TITRISOL® Fa. Merck)
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	Spektralphotometrisch als Indophenol, Fa. Macherey-Nagel
Gesamtphosphor [µg/l]	Aufschluss mit Perhydrol, spektralphotometrisch, Ammonium-Heptamolybdat
Sichttiefe [m]	Secchischeibe

Die Auswertung der gewonnen Daten erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel, © Microsoft Corporation.

### 2.5.3. Allgemeine Untersuchung

Vor und nach der Winterung wurden die Karpfen äußerlich auf ihren allgemeinen Gesundheitszustand untersucht. Die Fische wurden gewogen und vermessen. Anhand dieser Daten wurde der Korpulenzfaktor jedes Karpfens ermittelt. Die Berechnung des Korpulenzfaktors erfolgte mit Hilfe der Formel (aus SCHWARZ 1998):

$$k = \frac{W}{L^3} \times 100$$

k...Korpulenzfaktor  
W...Lebendgewicht [g]  
L...Körperlänge [cm]



## 3. Ergebnisse

### 3.1. Auswirkungen auf die Versuchstiere vor der Winterung

#### 3.1.1. Senderimplantation

Die Implantation der Sender in die Leibeshöhle der Karpfen verlief ausnahmslos ohne Komplikationen. Es kam zu keinen Infektionen durch Bakterien oder Pilze (Abb. 20). Die Karpfen machten nach der Implantation und während der Hälterung einen vitalen und lebhaften Eindruck. Alle Karpfen wurden in gutem Zustand von der postoperativen Hälterung in die Winterteiche verbracht.



Abb. 20: Die Operationswunde nach der postoperativen Hälterung kurz vor dem Verbringen in den Winterteich. Leichte Rötungen deuten auf einen entzündlichen Prozess hin. Anzeichen für Mykosen oder bakterielle Infektionen fehlen

### 3.2. Untersuchungen nach der Winterung

#### 3.2.1. Allgemeiner Zustand der Versuchstiere

Bei 27 Versuchstieren war die Operationswunde äußerlich scheinbar verheilt. Die Wunde und die Austrittsstelle der Antenne zeigten unterschiedlich starke Anzeichen einer Entzündung, mit leichter bis starker Rötung und entsprechenden Gewebeeränderungen. Zwei Versuchsfische aus dem Winter 2001/2002 zeigten im Bereich der Operationswunde starke Gewebsnekrosen. Der allgemeine Gesundheitszustand der Versuchsfische nach der Winterung unterschied sich in allen drei Versuchswintern nicht von jenem der Karpfen, die mit ihnen in den selben Teichen überwintert wurden. Mit zwei Ausnahmen kam es zu keinen Ausfällen und die Versuchsfische konnten bei der Frühjahrsabfischung wieder gefangen werden (Abb. 21). Tabelle 1 zeigt die Gewichtsverluste der Karpfen während der

drei Versuchswinter. Die Gewichtsverluste im Winter 1999/2000 bewegten sich zwischen  $-3,8\%$  und  $+0,2\%$ , durchschnittlich  $-2,3\%$ ; im Winter 2000/2001 zwischen  $-4,3\%$  und  $+1,8\%$ , durchschnittlich  $-1,6\%$ ; im Winter 2001/2002 zwischen  $-2,8\%$  und  $+1,9\%$ , durchschnittlich  $-1,0\%$ . Die Korpulenzfaktoren der überwinterten Versuchsfische im Vergleich zu vor dem Winter (Tab. 3) variierten im Winter 1999/2000 um  $-3,6\%$  bis  $+1,5\%$ , durchschnittlich  $-2,3\%$ ; im Winter 2000/2001 um  $-3,9\%$  bis  $1,8\%$ , durchschnittlich  $-1,7\%$ ; im Winter 2001/2001 um  $-2,8\%$  bis  $+1,6\%$ , durchschnittlich  $-0,7\%$ .



Abb. 21: Karpfen nach überstandenen Winter und in sehr gutem Zustand

### 3.2.2. Ausfälle

Im Frühjahr 2000/2001 kam ein besonderer Karpfen während der Abfischung nicht zum Vorschein und blieb verschwunden. Es wurde bei der Abfischung auch kein Karpfen gemeldet, der zwar über eine Operationsnaht, nicht jedoch über die auffallende Antenne verfügte. Das hätte bedeutet, dass der Sender ausgestoßen wurde. Da alle Karpfen über einen Sortiertisch gereicht wurden ist die Wahrscheinlichkeit, dass er übersehen wurde gering. Diese Möglichkeit kann aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Es liegt die Annahme nahe, dass dieser Versuchsfisch wahrscheinlich kein Opfer des Winters wurde. Dafür spricht die Tatsache, dass der Karpfen während des Winters regelmäßig an unterschiedlichen Positionen geortet wurden - also am Leben war - und noch eine Woche vor der Frühjahrsabfischung seine aktuelle Position bestimmt werden konnte (Abb. 22). Er hielt sich zu diesem Zeitpunkt an einer Stelle im Teich auf, wo der Teichwirt Fertigfutter ausbrachte, um die Kondition der Karpfen nach den Anstrengungen der Winterung zu verbessern. Ein Karpfen, der sich an einer Futterstelle aufhält und somit wahrscheinlich Nahrung zu sich nimmt, ist in einem relativ guten Gesundheitszustand und verendet nicht so von heute auf morgen. Mit Krankheiten geht üblicherweise eine Einschränkung der Nahrungsaufnahme einher. Auch die Wasserqualität war in der Woche vor der Abfischung für Karpfen unbedenklich. Möglicherweise wurde der Versuchsfisch wegen des plötzlichen Verschwindens Opfer eines Räubers. Zum Beispiel konnte der Fischotter (*Lutra lutra* L.) während des Untersuchungszeitraumes am Teich nachgewiesen werden (Abb. 23). Die These mit dem Räuber bleibt jedoch insofern Spekulation, als keine Reste des besonderen Karpfens gefunden werden konnten. Eine Bergung des im Schlamm begrabenen Senders gelang ebenfalls nicht.

Tab. 3: Daten der besenderten Karpfen vor und nach der Überwinterung

Karpfen	Teich	Winter	Vor dem Winter			Nach dem Winter			
			Gewicht [g]	Totallänge [mm]	Korpulenzfaktor	Gewicht [g]	Totallänge [mm]	Korpulenzfaktor	Gewichtsveränderung %
,320	Streitteich	1999/2000	2005	465	1,99	1949	465	1,93	-2,8
,360	Streitteich	1999/2000	1600	425	2,08	1555	425	2,03	-2,8
,460	Streitteich	1999/2000	2000	485	1,75	2003	485	1,75	+0,2
,580	Streitteich	1999/2000	1635	415	2,29	1591	415	2,23	-2,7
,760	Streitteich	1999/2000	1580	410	2,29	1545	410	2,23	-2,7
,380	Kaltenbachteich	1999/2000	1382	420	1,86	1375	420	1,85	-0,5
,400	Kaltenbachteich	1999/2000	1600	425	2,08	1576	425	2,05	-1,5
,420	Kaltenbachteich	1999/2000	1850	425	2,40	1789	425	2,33	-3,3
,540	Kaltenbachteich	1999/2000	1800	455	1,91	1732	455	1,84	-3,8
,740	Kaltenbachteich	1999/2000	1520	425	1,98	1476	425	1,92	-2,9
,320	Streitteich	2000/2001	1499	420	2,02	1478	420	1,99	-1,4
,360	Streitteich	2000/2001	1406	380	2,56	1350	380	2,46	-4,0
,400	Streitteich	2000/2001	1631	415	2,28	1594	415	2,23	-2,3
,420	Streitteich	2000/2001	1805	420	2,44	1727	420	2,33	-4,3
,460	Streitteich	2000/2001	1358	410	1,97	1355	410	1,96	-0,2
,380	Kaltenbachteich	2000/2001	1192	370	2,35	1160	370	2,29	-2,7
,440	Kaltenbachteich	2000/2001	1446	400	2,26	1425	400	2,22	-1,5
,480	Kaltenbachteich	2000/2001	1383	395	2,24	1408	395	2,28	+1,8
,500	Kaltenbachteich	2000/2001	1608	395	2,61	1608	395	2,61	0
,520	Kaltenbachteich	2000/2001	1669	415	2,38	-----	-----	-----	-----
,640	Streitteich	2001/2002	2148	445	2,44	2188	445	2,48	+1,9
,660	Streitteich	2001/2002	1802	425	2,35	1793	425	2,34	-0,5
,680	Streitteich	2001/2002	1240	395	2,01	1213	395	1,97	-2,3
,700	Streitteich	2001/2002	1920	435	2,33	1901	435	2,31	-1,0
,720	Kaltenbachteich	2001/2002	1526	410	2,21	1522	410	2,21	-0,3
,740	Kaltenbachteich	2001/2002	2346	480	2,12	2281	480	2,06	-2,8
,760	Kaltenbachteich	2001/2002	1503	420	2,03	1466	420	1,98	-2,5
,800	Kaltenbachteich	2001/2002	1938	440	2,28	1901	440	2,23	-1,9
,580	Mitterhöllteich	2001/2002	2223	470	2,14	2255	470	2,17	+1,4
,600	Mitterhöllteich	2001/2002	1981	440	2,33	1996	440	2,34	+0,8
,620	Mitterhöllteich	2001/2002	2073	465	2,06	-----	-----	-----	-----

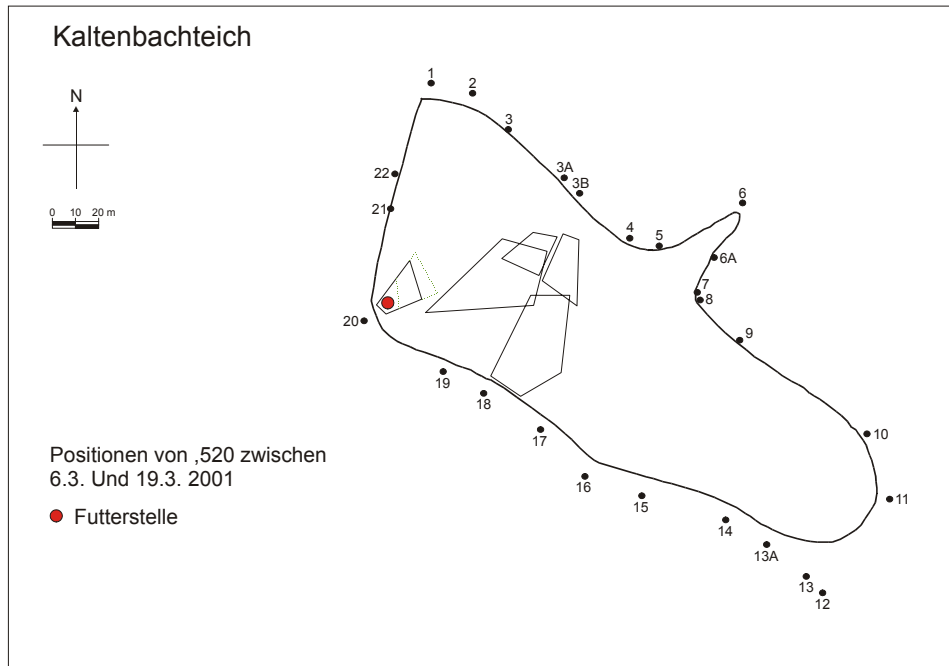


Abb. 22: Aufenthaltsorte des verschwundenen Karpfens kurz vor der Abfischung



Abb. 23: Nachweis des Fischotters (*Lutra lutra* L.) am Kaltenbachteich im Winter 2000/2001. Die Bilder zeigen Fraßreste (links) und Losung (rechts)

Bei der Abfischung am Mitterhöllteich im Frühjahr 2002 blieb ein Karpfen verschwunden. Der Verdacht, dass das Versuchstier verendet war oder den Sender ausgestoßen hatte, bestand bereits seit Ende Dezember 2001 (Abb. 24). Eine Bergung des Kadavers und/oder des Senders blieb erfolglos. Im fraglichen Bereich des Teiches befindet sich eine Schlammauflage, die mindestens die Mächtigkeit der Wassertiefe (ca. 1,4 m) erreicht. Eine Ausstoßung des Senders liegt zwar im Bereich des Möglichen, ist aber aus den selben Gründen wie beim obigen Fall eher unwahrscheinlich. Völlig ausgeschlossen werden kann diese Möglichkeit jedoch auch nicht. Der Versuchsfisch dürfte also verendet sein. Der Grund dafür ist eher nicht in der Senderimplantation zu suchen. Die Erfahrungen aus dem Jahr 2001 stützen diese Annahme. Weiters die Unauffälligkeit des Versuchsfisches während der postoperativen Hälterung und beim Aussetzen in den Winterteich. Zum anderen das unauffällige Verhalten im Vergleich mit den restlichen Versuchsfischen im Mitterhöllteich während der Positionsbestimmungen bis Ende Dezember. Die Einwirkung eines Räubers kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Der Fischotter konnte auch am Mitterhöllteich regelmäßig anhand von Fährten und Losungen nachgewiesen werden.

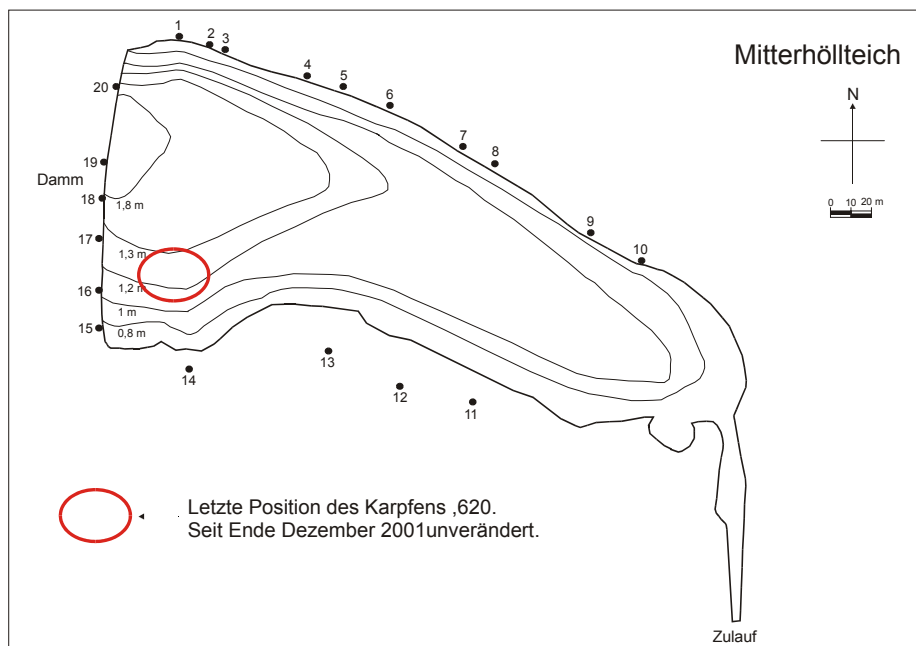


Abb. 24: Letzte Position des Karpfens Nummer 620, die seit Ende Dezember praktisch unverändert blieb

### 3.3. Radiotelemetrische Technik

#### 3.3.1. Referenzsender

Von den insgesamt 102 vom Ufer aus vorgenommenen Peilungen der Referenzsender, befand sich bei 83 die tatsächliche Position des Senders innerhalb des ermittelten Positionspolygons, bei 19 Peilungen außerhalb (Tab. 4).

Tab. 4: Referenzpeilungen

Peilungen	Streiteich	Kaltenbachteich	Beide Teich
<b>Insgesamt</b>	53 (100 %)	49 (100 %)	102 (100 %)
<b>Erfolgreich</b>	48 (90,6 %)	35 (71,4 %)	83 (81,4 %)
<b>Außerhalb</b>	5 (9,4 %)	14 (28,6 %)	19 (18,6 %)

Der Referenzsender im Streitteich konnten mit signifikant größerer Genauigkeit angepeilt werden, als jener im Kaltenbachteich ( $t$  – Test,  $p = 0,000$ ). Bei 90,6 % der Positionsbestimmungen im Streitteich befand sich der Referenzsender tatsächlich innerhalb des ermittelten Positionspolygons. Das bedeutet, dass sich bei den Positionsbestimmungen im Streitteich, der besenderte Karpfen in 90,6 % der Fälle innerhalb des Positionspolygons befand. Im Kaltenbachteich war das nur bei 71,4 % der Positionsbestimmungen der Fall. Dieser geringe Prozentsatz war in den meisten Fällen auf jene Peilungen zurückzuführen, die von den Messpunkten 21 und 22 am Damm ausgeführt wurden. Berücksichtigt man diese Peilungen nicht, beträgt die Wahrscheinlichkeit 90 %. Da die Peilungen der Versuchsfische nur in seltenen Fällen vom Damm erfolgte, wurde auch im Kaltenbachteich von einer zufriedenstellenden Genauigkeit ausgegangen.

Insgesamt konnte eine korrekte Positionsbestimmung bei 81,4 % der Peilungen erreicht werden (Tab. 4). Bei Peilungen, bei denen der Sender innerhalb des ermittelten Positionspolygons lag, war der Abstand vom subjektiven Mittelpunkt zum Sender beim Streitteich im Mittel 6,8 m und beim Kaltenbachteich im Mittel 11,1 m. Bei Peilungen, bei

denen der Referenzsender außerhalb des ermittelten Positionspolygons lag, war die kürzeste Distanz vom Sender zur Grenze des Positionspolygons beim Streitteich im Mittel 3,4 m und beim Kaltenbachtteich im Mittel 7,9 m (Abb. 25).

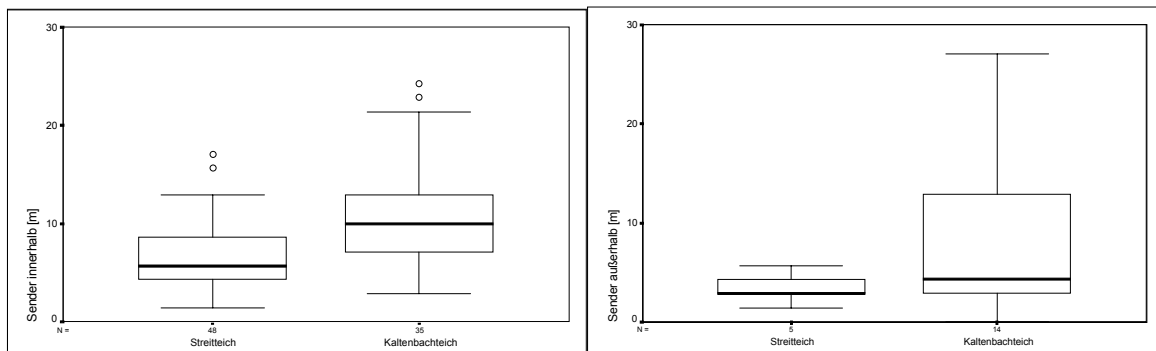


Abb. 25: Box-Whisker-Plot für die gemessenen Distanzen zwischen dem Referenzsender und dem subjektiven Mittelpunkt des ermittelten Positionspolygons (links). Box-Whisker-Plot für die gemessenen Distanzen zwischen dem Referenzsender und der Grenze des ermittelten Positionspolygons (rechts)

### 3.3.2. Relative Signalstärke

Wie im Abschnitt 2 Material und Methoden beschrieben, orientierte sich die Positionsbestimmung der Versuchskarpfen an der relativen Signalstärke. Eine quantifizierende Auswertung der relativen Signalstärke ist nicht sinnvoll. Zum einen ist die Signalstärke von zahlreichen Rahmenbedingungen abhängig (Tiefe, Entfernung, Position der Antenne des Senders zur Antenne des Empfängers, Hindernisse zwischen Sender und Empfänger...) und zum anderen von der gewählten Verstärkerstufe, welche den jeweiligen Erfordernissen angepasst wurde. Was man zur Auswertung heranziehen kann, sind die Schwankungen in der relativen Signalstärke als rein qualitatives Merkmal. Diese Schwankungen traten in unterschiedlicher Intensität auf. Zum einen wirkte die Winterdecke aus Eis und Schnee auf den Teichen abschwächend, was aber durch eine größere Signalverstärkung zu einem Teil ausgeglichen werden konnte. Zum anderen konnten bei stark bewegter Wasseroberfläche sowohl bei den Sendern der Karpfen, als auch beim Referenzsender erhebliche Schwankungen der relativen Signalstärke festgestellt werden. Das hatte Auswirkungen auf die Peilgenauigkeit. Zudem wurden Schwankungen der relativen Signalstärke festgestellt, die zwar bei den besenderten Karpfen nicht jedoch bei den Referenzsendern auftraten. Hier sind die Ursachen nicht in den Wetterbedingungen zu suchen, sondern möglicherweise in der Bewegung der Fische, welche die Position der Antenne relativ zum Empfänger veränderte. Weiters könnte es zu Abschirmungseffekten kommen, wenn sich die Versuchsfische in einer Gruppe von Karpfen befinden. Ein Auf- oder Abtauchen der besenderten Karpfen könnte ebenfalls zu Signalschwankungen führen, die bei den in konstanter Tiefe verankerten Referenzsendern nicht auftraten. Die Abhängigkeit der relativen Signalstärke von der Wassertiefe zeigte sich anhand durchgeführter Experimente. Dabei wurde ein Sender an einer fixen Stelle im Teich, jeweils in einer anderen Tiefe platziert und von immer derselben Position am Ufer angepeilt. Es zeigte sich, dass der Sender an der Wasseroberfläche sehr gut zu erfassen war und die Signalstärke mit zunehmender Tiefe abnahm. Als sich der Sender schließlich in 2 m Wassertiefe befand, war das Empfangsgerät nicht mehr in der Lage, die relative Signalstärke zu bestimmen.

### 3.4. Telemetrische Daten und Fischaktivitäten

#### 3.4.1. Winter 1999/2000

Im Jänner 2000 wurde versucht, die Position der besenderten Karpfen sowohl vom Ufer als auch vom Eis aus zu ermitteln. Die Peilung auf dem Eis sollte eine größere Genauigkeit gewährleisten. Wie die Versuche mit den Referenzsendern zeigten, konnte diese Genauigkeit erreicht werden. Es stellte sich jedoch heraus, dass die besenderten Karpfen sehr empfindlich auf Aktivitäten auf dem Eis reagierten, selbst wenn sehr behutsam vorgegangen wurde (Abb. 26).

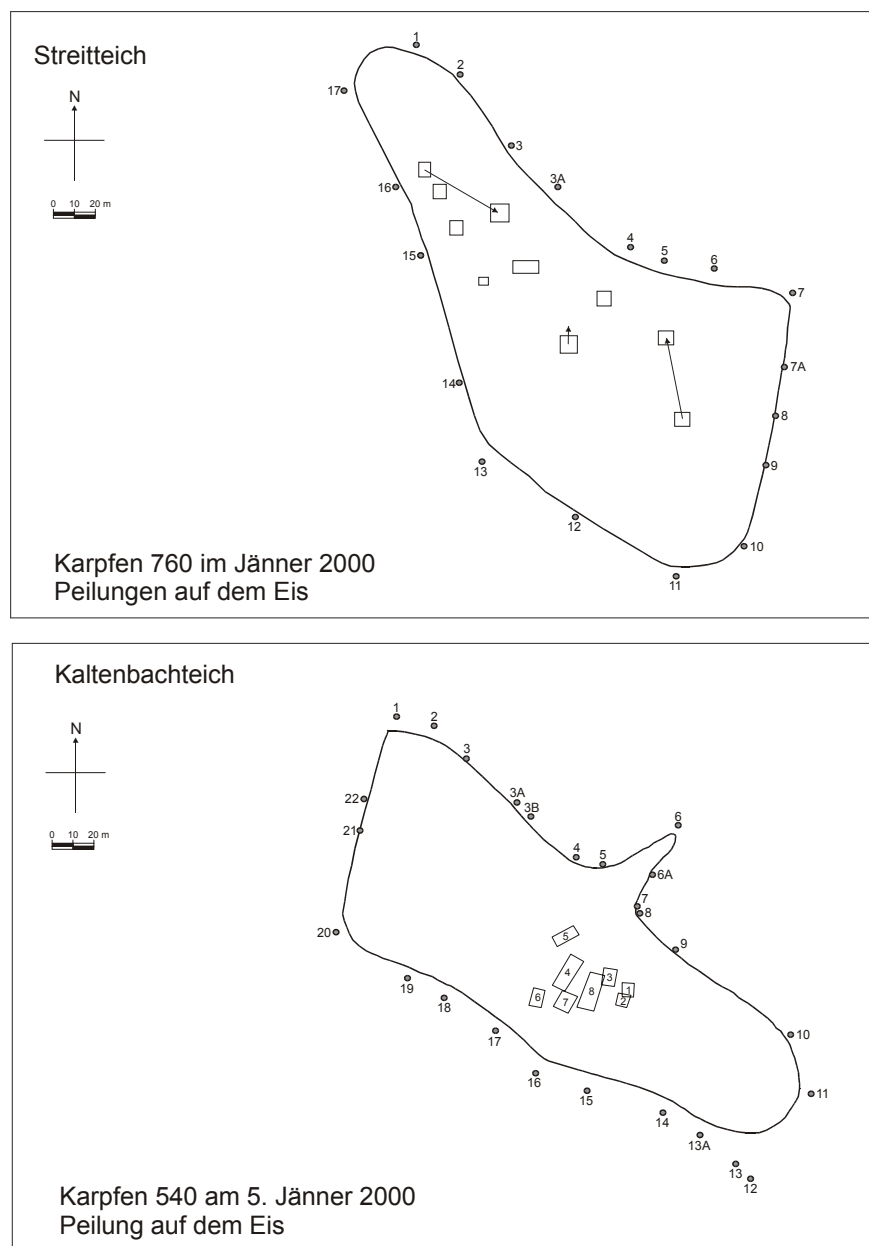


Abb. 26: Peilung der Karpfen auf dem Eis am Streitteich (oben) und Kaltenbachteich (unten). Die Nummerierungen markieren die Abfolge der Positionsbestimmungen und die Pfeile die Fluchrichtung des besenderten Karpfens

Das äußerte sich darin, dass bei der Positionsbestimmung der Eindruck entstand, dass der angepeilte Versuchsfisch auszuweichen versuchte und das Signal, kaum dass man die vermutete Aufenthaltsstelle erreicht hatte, sich in eine andere Richtung entfernte. Beim Versuch seine Position zu ermitteln, trieb man den Karpfen vor sich her. Abbildung 26 zeigt jeweils ein Beispiel für den Streit- und den Kaltenbachtteich. Nach dieser Erkenntnis wurden die Positionsbestimmungen ausschließlich vom Ufer aus vorgenommen, um keine Bewegungsartefakte zu erzeugen. Es musste dafür jedoch eine weit geringere Genauigkeit in Kauf genommen werden. Der Möglichkeit einer Positionsbestimmung auf dem Eis war ohnehin eine natürliche Grenze gesetzt. Meist ist das Eis der Winterteiche nur im Jänner und Anfang Februar risikolos begehbar.

#### 3.4.1.1. Streitteich

Bis 11. November 1999 konnten immer wieder Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche beobachtet werden. Um den 25. November 1999 war eine geschlossene Winterdecke vorhanden. Die mittlere Wassertemperatur betrug Ende November 1999 3,5 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe lag Ende November 1999 bei 4,0 mg/l. Zu Beginn der Datenaufnahme am 22. November 1999 hielten sich die besenderten Karpfen, mit zwei Ausnahmen, zumeist östlich der Verbindungslinie der beiden Messpunkte 4 und 13 (in weiterer Folge kurz als Messpunkte 4/13 bezeichnet) auf (Abb. 27). Die Ausnahmen bildeten die Karpfen 320 und 360. Deren Position konnte zweimal westlich der Messpunkte 4/13 bestimmt werden. Die mittlere Positionsdistanz aller besenderten Karpfen im November 1999 betrug 55,6 m (Abb. 31, Tab. 5). Die mittleren Positionsdistanzen der individuellen Versuchsfische variierten von 67,1 m bei Karpfen 580, über 66,1 m bei Karpfen 360, 59,9 m bei Karpfen 320 und 46,4 m bei Karpfen 760, bis 38,6 m bei Karpfen 460. Karpfen 580 erreichte in diesem Monat seine höchste Positionsdistanz im Winter 1999/2000 (Tab. 5).

Im Dezember 1999 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 0,7 und 2,3 °C. Der Gehalt an Sauerstoff in 2 m Tiefe nahm von 12,9 mg/l Anfang Dezember 1999 auf 8,2 mg/l gegen Ende Dezember 1999 ab. Die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen lagen westlich der Messpunkte 4/14. Nur die Position des Karpfens 320 wurde zweimal östlich der Messpunkte 4/14, bis auf die Höhe der Messpunkte 3/16, bestimmt (Abb. 28). Die mittlere Positionsdistanz aller besenderten Karpfen betrug im Dezember 1999 39,5 m und war damit deutlich geringer als im November 1999 (Tab. 5). Die Positionsbestimmung des Karpfens 320 außerhalb des Aufenthaltsbereiches der übrigen Versuchsfische zeigte sich auch in seiner individuellen mittleren Positionsdistanz von 67,3 m. Diese lag deutlich höher als die individuellen mittleren Positionsdistanzen der übrigen Versuchsfische. Die größte individuelle mittlere Positionsdistanz neben dem Karpfen 320 wies Karpfen 360 mit 39,3 m auf, gefolgt von Karpfen 460 mit 39,0 m. Karpfen 760 mit 28,0 m und Karpfen 580 mit 27,9 m (Tab. 5).

Am 10. Jänner 2000 wurde mit 0,6 mg/l Sauerstoff in 2 m Tiefe der niedrigste Wert in diesem Winter gemessen. Bis Ende Jänner stieg der Sauerstoffgehalt auf 4,0 mg/l an. Die mittlere Wassertemperatur sank von 2,7 °C Anfang Jänner 2000 auf 0,8 °C gegen Ende Jänner 2000 ab. Die besenderten Karpfen hielten sich hauptsächlich westlich der Messpunkte 4/14 auf (Abb. 29). In diesem Bereich kam am ehesten der Effekt des Zuflusses zum Tragen, der den Teich mit sauerstoffreichem Frischwasser versorgte. Dort konnten die Fische bei Sauerstoffmangel noch die günstigsten Bedingungen vorfinden.



Von den 60 durchgeführten Positionsbestimmungen befanden sich nur 11 östlich der Messpunkte 4/14. Nur zwischen dem 10. und 20. Jänner 2000 unternahm einzelne Versuchsfische tageweise „Ausflüge“ östlich der Messpunkte 4/14. Zwei Versuchsfische hielten sich dabei je einmal direkt unter einer Wuhne auf (Abb. 29). Diese Wuhnen mit einer Abmessung von jeweils ca.  $20 \times 1,5$  m, wurden vom Bewirtschafter am 3. Jänner 2000 ins Eis geschnitten, um den Wasserkörper mit der Luft und somit dem Luftsauerstoff in Verbindung zu bringen. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Teich zum Offenhalten der Wuhnen regelmäßig vom Bewirtschafter und seinen Mitarbeitern betreten. In den Wuhnen kam ab dem 11. Jänner 2000 ein Belüfter zum Einsatz. Der Belüfter bewirkte eine stärkere Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff indem Luft in den Wasserkörper gepumpt wurde. Das führte aber parallel zu einer Abkühlung des Wasserkörpers durch die eingebrachte kalte Umgebungsluft. Diese Maßnahmen wurden bis Ende Jänner 2000 fortgesetzt und können als Ursache für die im Laufe des Jäners sinkende mittlere Wassertemperatur und das Ansteigen des Sauerstoffgehalts gelten. Die mittlere Positionsdistanz aller Versuchsfische betrug im Jänner 2000 65,2 m. Das war der höchste Wert, der im Winter 1999/2000 zu beobachten war (Abb. 31, Tab. 5). Von den besenderten Karpfen wies Karpfen 360 mit 80,8 m die höchste individuelle mittlere Positionsdistanz auf, gefolgt von Karpfen 760 mit 69,2 m, Karpfen 320 mit 61,7 m, Karpfen 460 mit 58,0 m und Karpfen 580 mit 53,3 m (Tab. 5).

Ab dem 10. Februar 2000 begann sich die Winterdecke zu öffnen. Die mittlere Wassertemperatur stieg von 0,7 °C Anfang Februar 2000 auf 2,3 °C gegen Ende des Monats. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe wurde Ende Februar 2000 mit 16,6 mg/l gemessen. Die Belüftungsmaßnahmen im Jänner 2000 sowie das Abschmelzen des Eises hatten den Gehalt an Sauerstoff im Teich erhöht. Im Februar 2000 befanden sich die Aufenthaltsbereiche der Versuchsfische zwischen den Messpunkten 3A/15 und 6/12 (Abb. 30). Die mittlere Positionsdistanz aller besenderten Karpfen erreichte mit 31,7 m ihren niedrigsten Wert im Winter 1999/2000. Bis auf Karpfen 580 mit 29,0 m, galt das auch für die individuelle mittleren Positionsdistanzen. Karpfen 320 wies einen Wert von 47,8 m, Karpfen 460 einen Wert von 28,2 m, Karpfen 760 einen Wert von 27,1m und Karpfen 360 einen Wert von 26,3 m auf (Tab. 6).

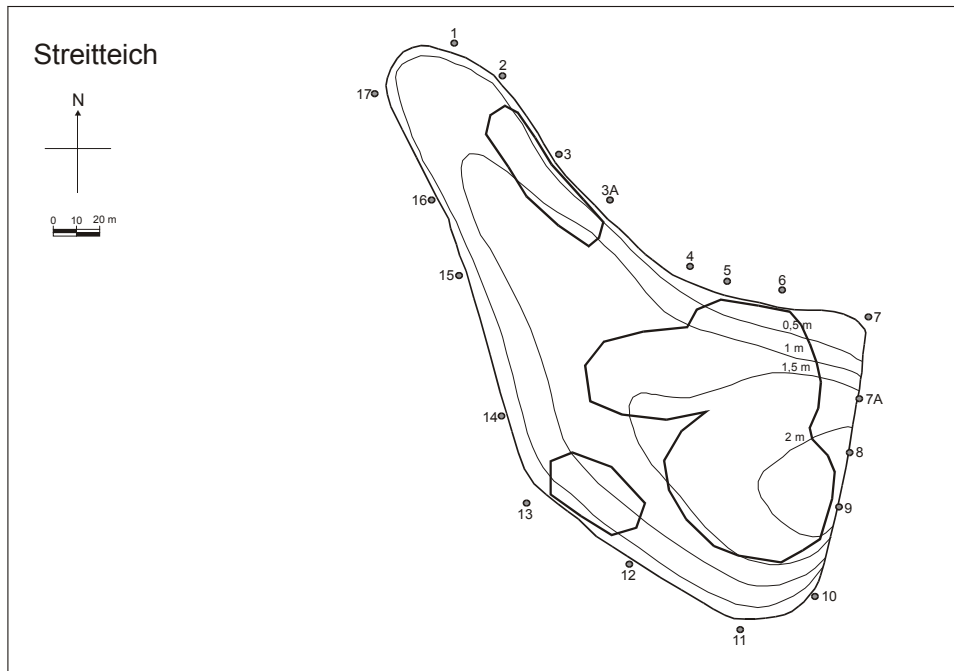


Abb. 27: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im November 1999

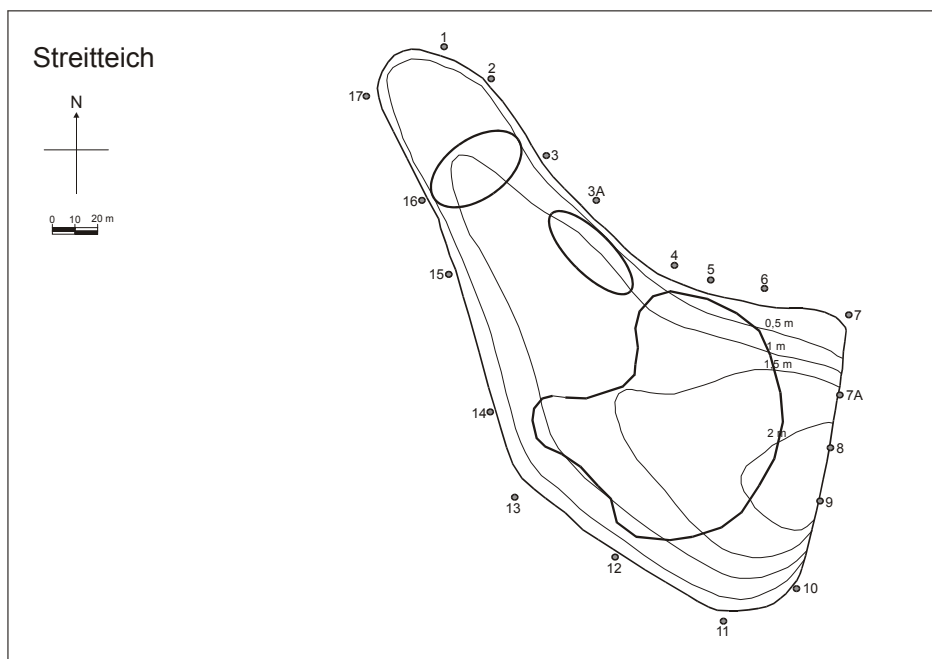


Abb. 28: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Dezember 1999

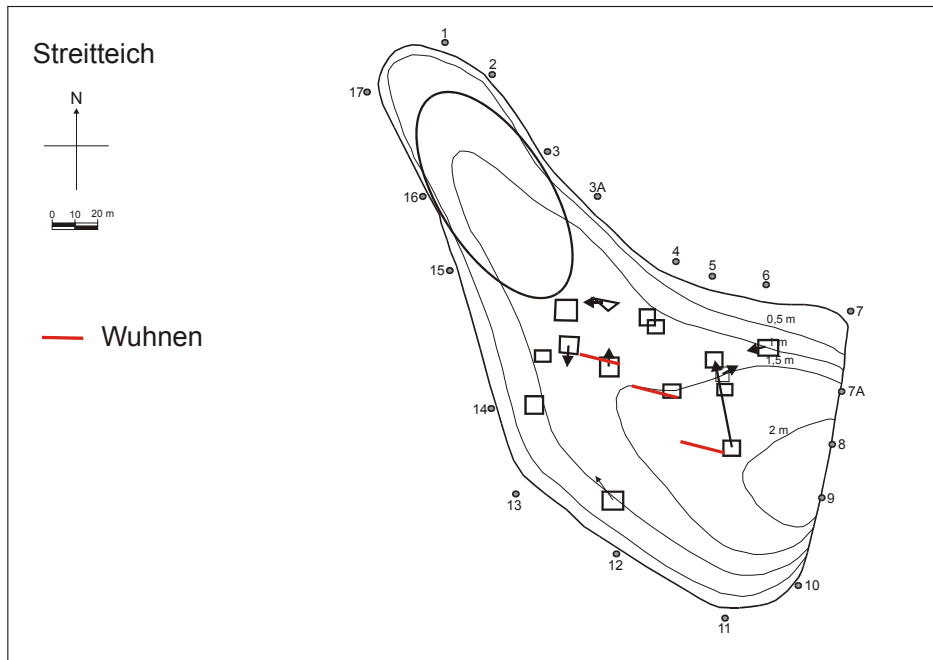


Abb. 29: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Jänner 2000

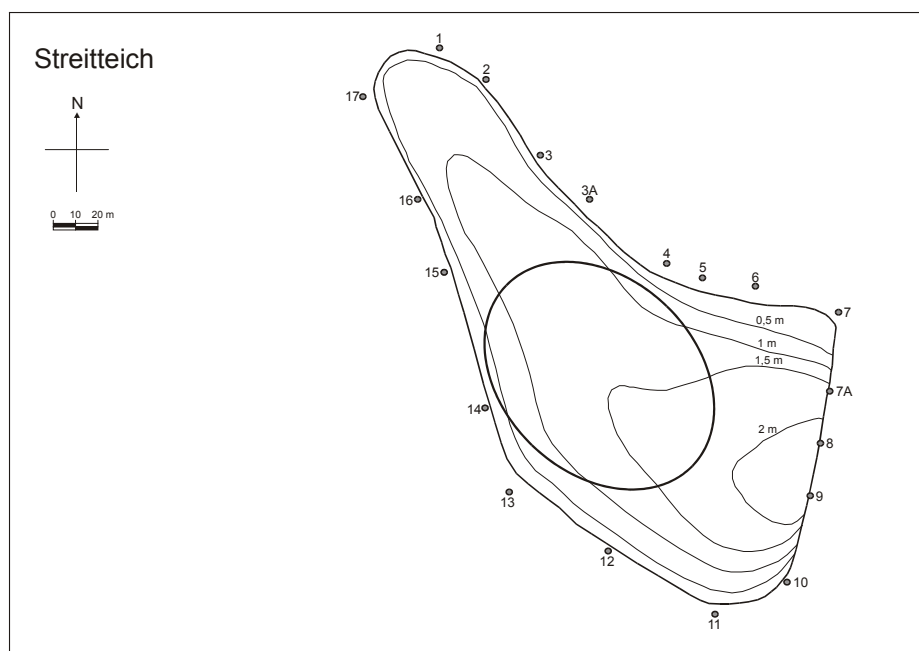


Abb. 30: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Streitteich im Februar 2000

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen von November 1999 bis Februar 2000 (Abb. 31) so ergibt sich, dass im Jänner 2000 die höchste mittlere Positionsdistanz ermittelt wurde (Tab. 6). Auch die Variationsbreite der Positionsdistanzen war in diesem Monat am größten (Abb. 31). Die hohen mittleren Positionsdistanzen, die im Jänner 2000 beobachtet wurden, könnten in Zusammenhang mit dem niedrigen Sauerstoffgehalt stehen. Als Reaktion auf diesen Sauerstoffmangel waren die besenderten Karpfen besonders unruhig und suchten jenen Bereich im Teich auf, an dem die Situation etwas günstiger war. Das war der Bereich des Zuflusses im Westen, wo sauerstoffreiches Zuflusswasser

einströmte. Tatsächlich war zwischen den Positionsdistanzen der Versuchsfische und dem Sauerstoffgehalt im Streitteich ein signifikant negativer Zusammenhang gegeben (lineare Regression  $p = 0,0000$ ,  $r^2 = 0,336$ ) (Abb. 32). Kein signifikanter Zusammenhang konnte zwischen den Positionsdistanzen und der mittleren Wassertemperatur ermittelt werden (lineare Regression  $p = 0,8713$ ). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 5: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Streitteich, Winter 1999/2000. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 320</b>	<b>Karpfen 360</b>	<b>Karpfen 460</b>	<b>Karpfen 580</b>	<b>Karpfen 760</b>	<b>Mittel- Werte</b>
<b>November</b>	59,9 m (n=6)	66,1 m (n=7)	38,6 m (n=5)	67,1 m (n=4)	46,4 m (n=2)	55,6 m (n=24, s=36,7)
<b>Dezember</b>	67,3 m (n=10)	39,3 m (n=10)	39,0 m (n=10)	27,9 m (n=10)	28,0 m (n= 10)	39,5 m (n=50, s=31,5)
<b>Jänner</b>	61,7 m (n=12)	80,8 m (n=12)	58,0 m (n=11)	53,3 m (n=11)	69,2 m (n=14)	65,2 m (n=60, s=42,2)
<b>Februar</b>	47,8 m (n=7)	26,3 m (n=7)	28,2 m (n=7)	29,0 m (n=7)	27,1 m (n=7)	31,7 m (n=35, s=21,7)

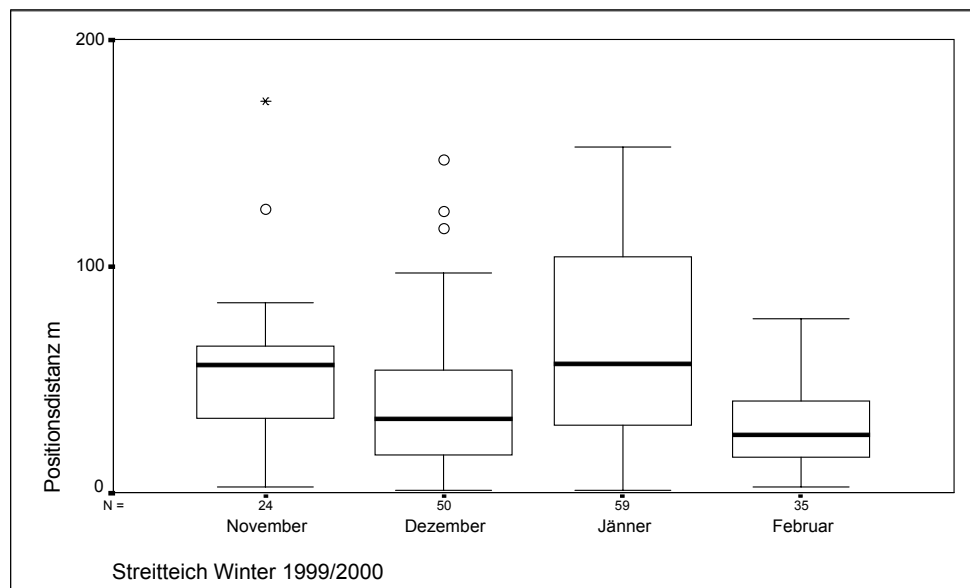


Abb. 31: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Streitteich im Winter 1999/2000, ° Ausreißer, \* Extremwerte

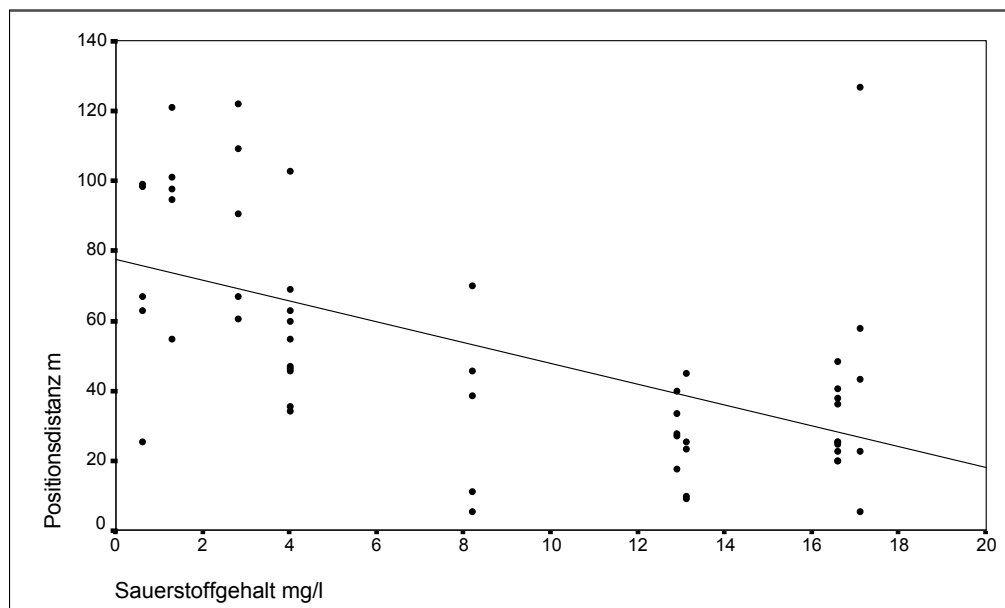


Abb. 32: Die Positionsdistanzen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 1999/2000 im Streitteich.  $r^2 = 0,336$ , lineare Regression  $p = 0,0000$

#### 3.4.1.2. Kaltenbacheich

Bis 13. November 1999 konnten im Kaltenbacheich Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche beobachtet werden. Die mittlere Wassertemperatur betrug Ende November 1999 3,6 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe betrug 10,7 mg/l. Um den 25. November 1999 war eine geschlossene Winterdecke vorhanden. Mit Beginn der Datenaufnahme am 22. November 1999 hielten sich die besenderten Karpfen westlich der Messpunkte 8/16 auf (Abb. 33). Die mittlere Positionsdistanz im November 1999 betrug 47,8 m (Abb. 37, Tab. 6). Das war der höchste Wert für den Kaltenbacheich im Winter 1999/2000. Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der besenderten Karpfen schwankten zwischen 61,4 m bei Karpfen 540 und 33,6 m bei Karpfen 400. Dazwischen lagen Karpfen 420 mit 53,6 m, Karpfen 380 mit 46,6 m und Karpfen 740 mit 43,9 m (Tab. 6).

Im Dezember 1999 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 4,3 und 3,6 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 11,8 und 12,6 mg/l. Die besenderten Karpfen hielten sich westlich der Messpunkt 9/16 auf (Abb. 34). Die mittlere Positionsdistanz nahm auf 35,8 m ab (Abb. 37, Tab. 6). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen lagen zwischen 43,7 m bei Karpfen 380, 36,2 m bei Karpfen 740, 36,0 m bei Karpfen 540, 33,1 m bei Karpfen 400 und 30,1 m bei Karpfen 420 (Tab. 6).

Im Jänner 2000 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 3,1 und 3,8 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe nahm von 7,1 mg/l Anfang Jänner 2000 auf 3,8 mg/l Ende Jänner 2000 ab. Die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen erstreckten sich auf den Teichbereich zwischen den Messpunkten 3/20 und 9/16. Die Versuchsfische hielten sich dabei eher uferfern in den tieferen Bereichen des Teiches auf (Abb. 35). Die mittlere Positionsdistanz der Versuchsfische nahm im Jänner 2000 gegenüber dem Dezember 1999 auf 44,8 m zu (Abb. 37, Tab. 6). Ein Anstieg der individuellen mittleren Positionsdistanzen war auch bei den einzelnen Versuchsfischen festzustellen. Der Karpfen 420 erreichte mit

62,7 m den höchsten Wert, gefolgt von Karpfen 380 mit 44,5, Karpfen 740 mit 43,8 m, Karpfen 400 mit 43,4 m und Karpfen 540 mit 35,9 m (Tab. 6).

Im Februar 2000 stieg die mittlere Wassertemperatur von 3,9 auf 4,3 °C. Der Sauerstoffgehalt nahm bis Ende Februar auf 6,8 mg/l zu. Die Aufenthaltsbereiche der Versuchsfische beschränkten sich auf den Bereich zwischen den Messpunkten 3A/19 und 9/15. Lediglich die Position des Karpfens 380 wurde zweimal westlich der Messpunkte 3A/19 bestimmt (Abb. 36). Die mittlere Positionsdistanz im Februar 2000 betrug 31,4 m. Das war der niedrigste Wert im Kaltenbacheich im Winter 1999/2000 (Abb. 37, Tab. 6). Die individuellen mittleren Positionsdistancen der besenderten Karpfen betragen 41,6 m für Karpfen 420, 36,9 m für Karpfen 740, 33,4 m für Karpfen 380, 29,2 m bei Karpfen 400 und 13,8 m bei Karpfen 540 (Tab. 6).

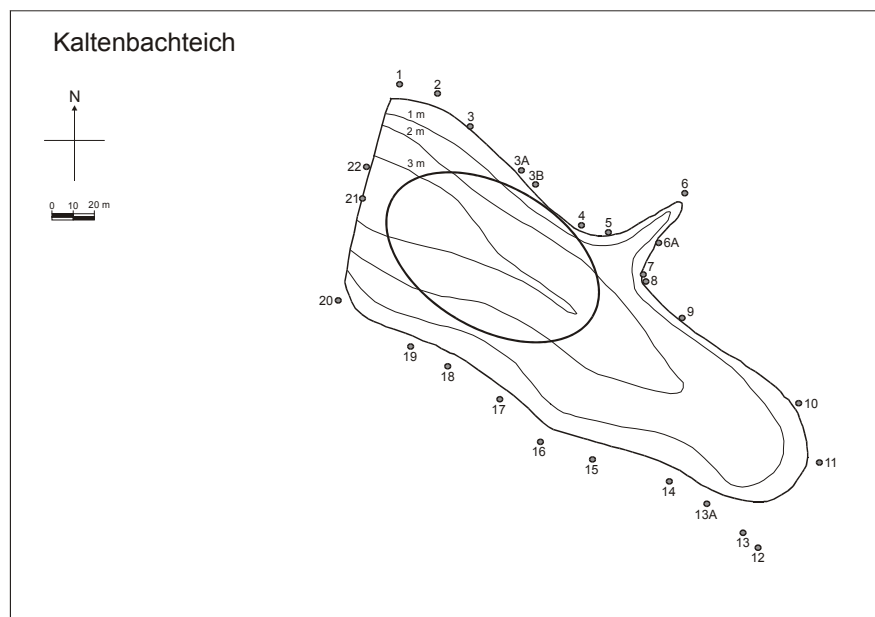


Abb. 33: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im November 1999

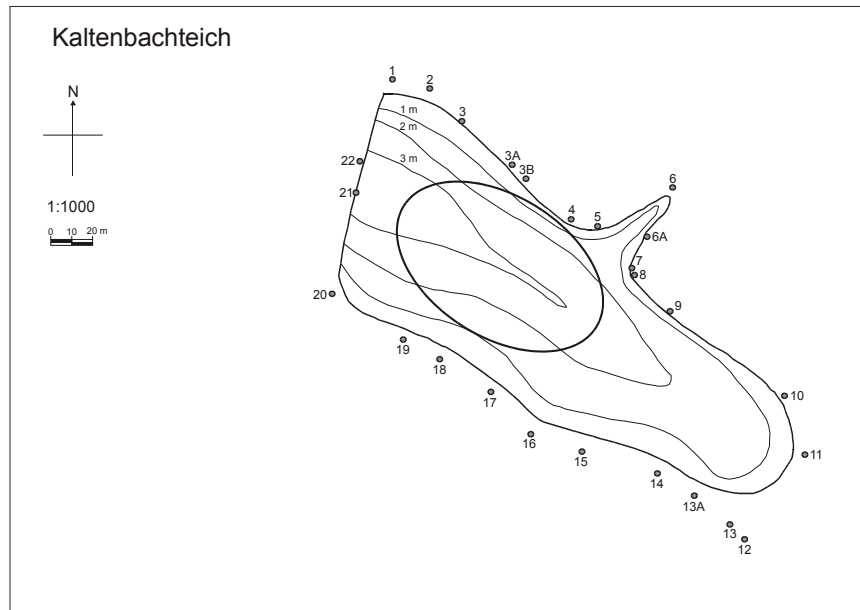


Abb. 34: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachteich im Dezember 1999

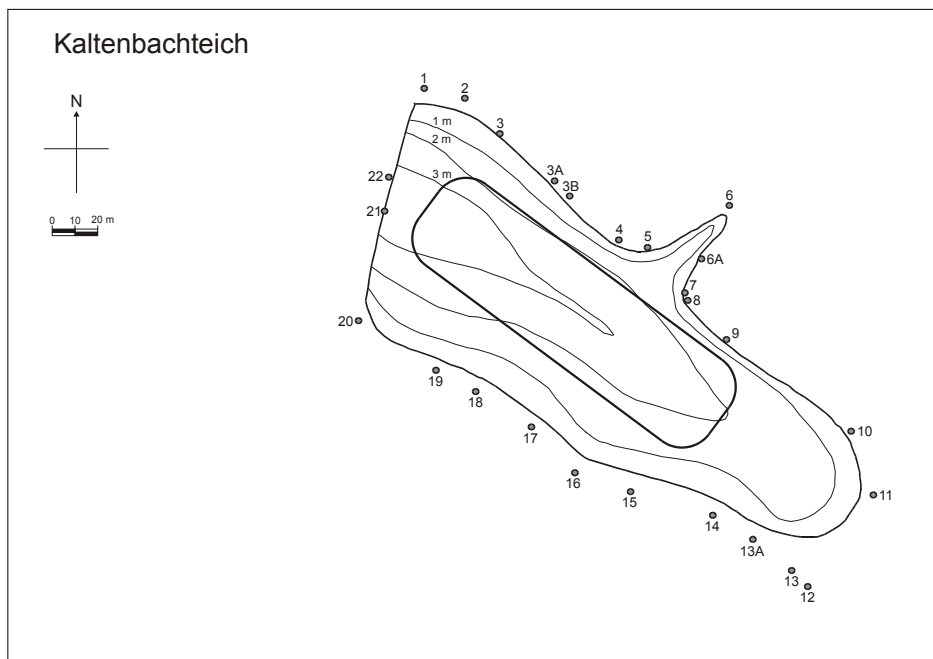


Abb. 35: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachteich im Jänner 2000

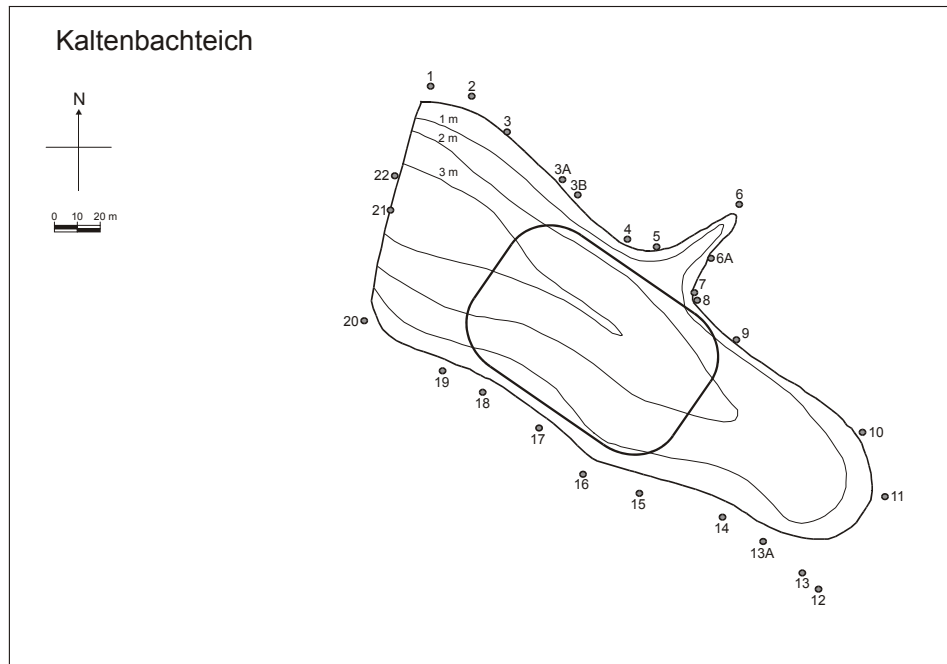


Abb. 36: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachteich im Februar 2000

Vergleicht man die Mittelwerte der Positionsdistanzen für die Monate November 1999 bis Februar 2000 so ergibt sich, dass sich die einzelnen Monate relativ ähnlich (Tab. 6, Abb. 37) sind. Unterschiede wie sie im Streitteich auftraten, kamen im Kaltenbachteich nicht vor. Mit einer Ausnahme sind sich auch die Variationsbreiten der Positionsdistanzen ähnlich. Nur im Jänner 2000 streuen die Werte breiter als in den restlichen Monaten (Abb. 37). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt bzw. den Positionsdistanzen und der mittleren Wassertemperatur konnten nicht festgestellt werden (lineare Regression  $p = 0,5962$ , bzw.  $p = 0,7566$ ). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 6: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Kaltenbachteich, Winter 1999/2000. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 380</b>	<b>Karpfen 400</b>	<b>Karpfen 420</b>	<b>Karpfen 540</b>	<b>Karpfen 740</b>	<b>Mittel- werte</b>
<b>November</b>	46,6 m (n=5)	33,6 m (n=4)	53,6 m (n=4)	61,4 m (n=4)	43,9 m (n=4)	47,8 m (n=24, s=17,9)
<b>Dezember</b>	43,7 m (n=10)	33,1 m (n=10)	30,1 m (n=10)	36,0 m (n=9)	36,2 m (n=9)	35,8 m (n=50, s=19,1)
<b>Jänner</b>	44,5 m (n=11)	43,4 m (n=13)	62,7 m (n=12)	35,9 m (n=20)	43,8 m (n=14)	44,8 m (n=60, s=33,7)
<b>Februar</b>	33,4 m (n=8)	29,2 m (n=7)	41,6 m (n=8)	13,8 m (n=6)	36,9 m (n=7)	31,4 m (n=35, s=24,7)



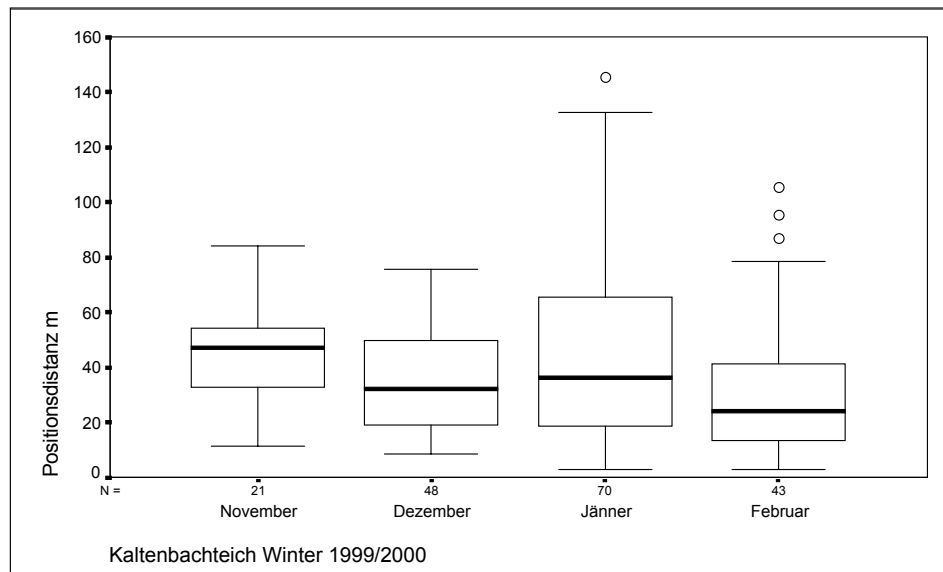


Abb. 37: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Winter 1999/2000, ° Ausreißer

### 3.4.1.3. Vergleich von Streitteich und Kaltenbacheich

Im Winter 1999/2000 konnte kein signifikanter Unterschied in den Positionsdistanzen beider Teiche festgestellt werden (Mann - Whitney U – Test,  $p = 0,0640$ ). Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen zwischen Streitteich und Kaltenbacheich in den einzelnen Monaten November 1999, Dezember 1999, Jänner 2000 und Februar 2000, so zeigt sich, dass im Kaltenbacheich stets die geringeren Positionsdistanzen zu beobachten sind (Abb. 38, Tab. 7). Eine signifikant unterschiedliche Positionsdistanz konnte jedoch nur für den Jänner 2000 nachgewiesen werden (t-Test,  $p = 0,003$ ). In diesem Monat war die mittlere Positionsdistanz im Streitteich mit 65,2 m signifikant größer als im Kaltenbacheich mit 44,8 m (Abb. 38, Tab. 7).

Tab. 7: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Winter 1999/2000. In Klammer die Anzahl der Fälle und die Standardabweichung

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbacheich</b>
<b>November 1999</b>	55,6 m (n=24, s=36,7)	47,8 m (n=21, s=17,9)
<b>Dezember 1999</b>	39,5 m (n=50, s=31,5)	35,8 m (n=48, s=19,1)
<b>Jänner 2000</b>	65,2 m (n=59, s=42,2)	44,8 m (n=70, s=33,7)
<b>Februar 2000</b>	31,7 m (n=35, s=21,72)	31,4 m (n=43, s=24,7)

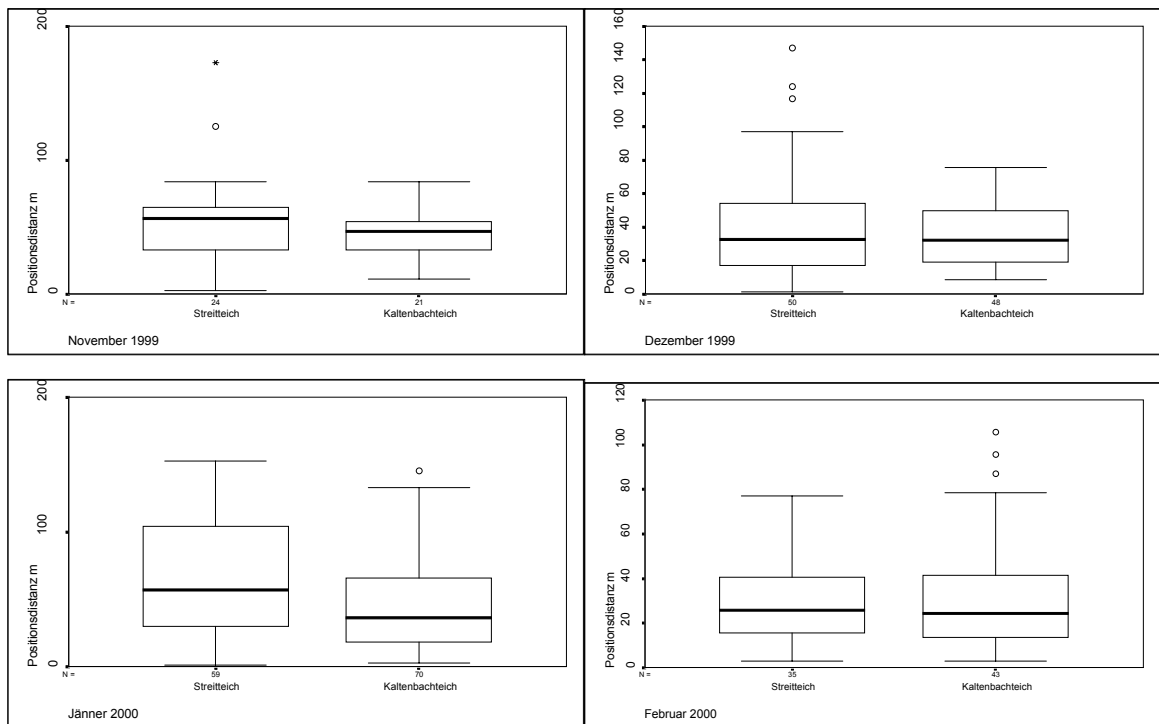


Abb. 38: Box-Whisker-Plots der mittleren Positionsdistancen der besenderten Karpfen im Winter 1999/2000 im Streitteich und Kaltenbacheich, ° Ausreißer, \* Extremwerte

### 3.4.2. Winter 2000/2001

#### 3.4.2.1. Streitteich

Die Datenaufnahme begann mit 3. November 2000. Die mittlere Wassertemperatur sank von 6,9 °C Anfang November 2000 auf 4,5 °C Ende des Monats. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 9,5 und 10,5 mg/l. Bis 23. November 2000 waren regelmäßig Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche zu beobachten. Am 29. November 2000 gelang an einer Futterstelle am Damm, bei 4,6° C Wassertemperatur, mit dem Wurfnetz der Fang von Karpfen. Zwei der Tiere wurden auf ihren Darminhalt untersucht. Beide Därme waren gut gefüllt mit Fertigfutter neben zahlreichen Cladoceren, Copepoden und Chironomidenlarven. Die Karpfen hielten sich im November 2000 östlich der Messpunkte 3A/14 auf. Lediglich die Positionen der Karpfen 400 und 420 wurden zweimal bzw. einmal westlich der Messpunkte 3A/14 bestimmt (Abb. 39). Die mittlere Positionsdistanz betrug im November 2000 43,0 m (Abb. 43, Tab. 8). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der besenderten Karpfen variierten zwischen 65,3 m bei Karpfen 400, 51,6 m bei Karpfen 420, 37,7 m bei Karpfen 360, 37,6 m bei Karpfen 320 und 23,5 m bei Karpfen 460 (Tab. 8).

Die mittlere Wassertemperatur nahm im Dezember 2000 bis auf 1,3 °C ab. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 11,9 und 12,6 mg/l. Am 15. Dezember 2000 gelang es an einer Futterstelle am Damm bei einer Wassertemperatur von 4,4° C Karpfen zu fangen. Zwei Tiere wurden auf ihren Darminhalt untersucht. Beide Fische wiesen einen zur Hälfte gefüllten Darm auf, der im vordersten Abschnitt Fertigfutter, ansonst Copepoden und Chironomidenlarven enthielt. Ab 18. Dezember 2000 begann der Streitteich zuzufrieren. Im Dezember 2000 hielten sich die Versuchsfische östlich der Messpunkte 3/15 auf. Die Karpfen 320 und 460 hielten sich ausschließlich östlich der Messpunkte 4/13 auf (Abb. 40). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Dezember 2000 42,6 m (Abb. 43, Tab. 8). Der Karpfen 400 wies, wie auch im November 2000, die größte individuelle mittlere Positionsdistanz mit 48,5 m auf, gefolgt von Karpfen 360 mit 46,9 m, Karpfen 420 45,8 m, Karpfen 320 mit 38,2 m und Karpfen 460 wie im November mit der geringsten individuellen mittleren Positionsdistanz von 33,0 m (Tab. 8).

Im Jänner 2001 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 2,1 und 3,0 °C. Der Sauerstoffgehalt nahm von 9,5 mg/l Anfang Jänner 2001 auf 2,5 mg/l Ende des Monats ab. Der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen erstreckte sich im Jänner 2001 vom Damm im Osten bis in den unmittelbaren Bereich des Zulaufes im Westen. Anfang Jänner 2001 befanden sich die Versuchsfische in der östlichen Hälfte des Teiches, westlich der Messpunkte 4/14. Mitte Jänner 2001 waren die Positionen der besenderten Karpfen einmal östlich der Messpunkte 4/14, dann wieder zwischen den Messpunkten 3/16 und 4/14. Erst gegen Ende Jänner 2001 fand eine Bewegung in die westliche Hälfte bis zum unmittelbaren Zulaufbereich statt (Abb. 41). Am 31. Jänner 2001 gelang unmittelbar im Zuflussbereich der Fang von Karpfen mit dem Wurfnetz. Von zwei Tieren wurde der Darm untersucht. Beide Därme waren jedoch leer. Am selben Tag wurden vom Bewirtschafter drei Wuhnen ins Eis geschnitten, um dem für Fische gefährlich niedrigen Sauerstoffgehalt entgegen zu wirken. Die mittlere Positionsdistanz betrug im Jänner 2001 56,2 m (Abb. 43, Tab. 8). Die mittleren individuellen Positionsdistanzen der Versuchsfische erstrecken sich von 78,7 m bei Karpfen 320 über 62,1 m bei Karpfen 460, 52,5 m bei Karpfen 360, 48,4 m bei Karpfen 400, bis 41,7 m bei Karpfen 420 (Tab. 8).

Mit 1. Februar 2001 kam in der Einfahrt zur Fischgrube (etwa bei Messpunkt 10) ein Belüfter zum Einsatz, der große Teile am Damm eisfrei hielt. Dieser Belüfter, der für eine Umwälzung des Wassers sorgte, dürfte auch zum Ansteigen des Sauerstoffgehaltes auf 6,2 mg/l und zum Absinken der mittleren Wassertemperatur auf 0,4 °C Anfang Februar 2001 geführt haben. Ende Februar 2001 betrug die mittlere Wassertemperatur 2,6 °C und der Sauerstoffgehalt 10,7 mg/l. Die Wuhnen wurden nicht weiter eisfrei gehalten. Im Februar 2001 waren die Aufenthaltsbereiche der Versuchsfische uneinheitlich. Anfang Februar 2001 wechselten sie aus dem östlich der Messpunkte 4/14 gelegenen Bereich in jenen westlich der Messpunkte 4/14 bis in den Bereich des Zulaufes, um gegen Ende des Monats wiederum zu wechseln (Abb. 42). Die mittlere Positionsdistanz im Februar 2001 betrug 56,2 m (Abb. 43, Tab. 8). Die individuellen mittleren Positionsdistancen der besenderten Karpfen lagen zwischen 71,9 m bei Karpfen 400, 63,3 m bei Karpfen 460, 56,5 m bei Karpfen 420, 53,3 m bei Karpfen 360 und 35,7 m bei Karpfen 320 (Tab. 8).

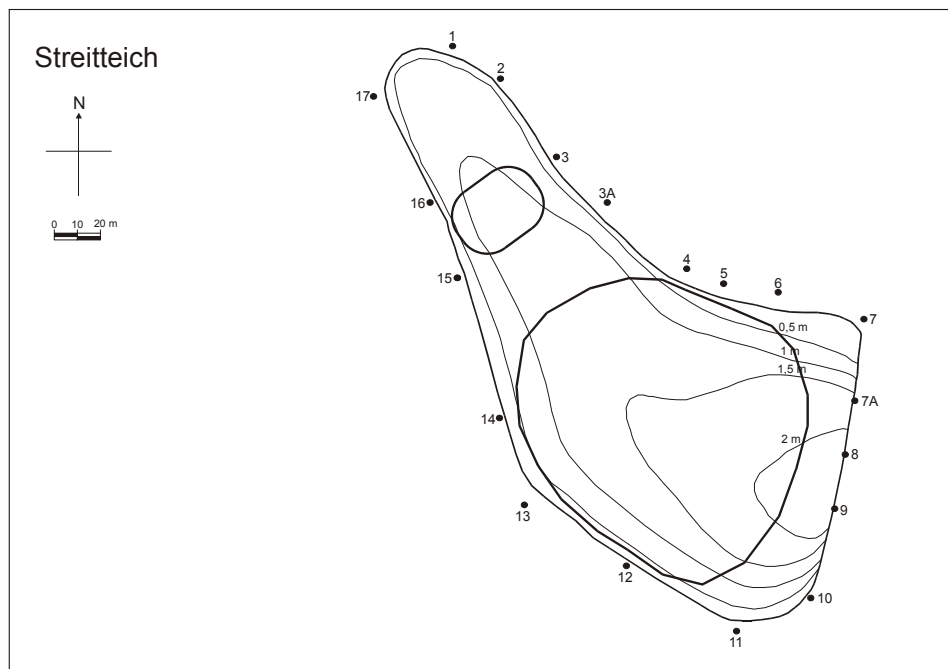


Abb. 39: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im November 2000

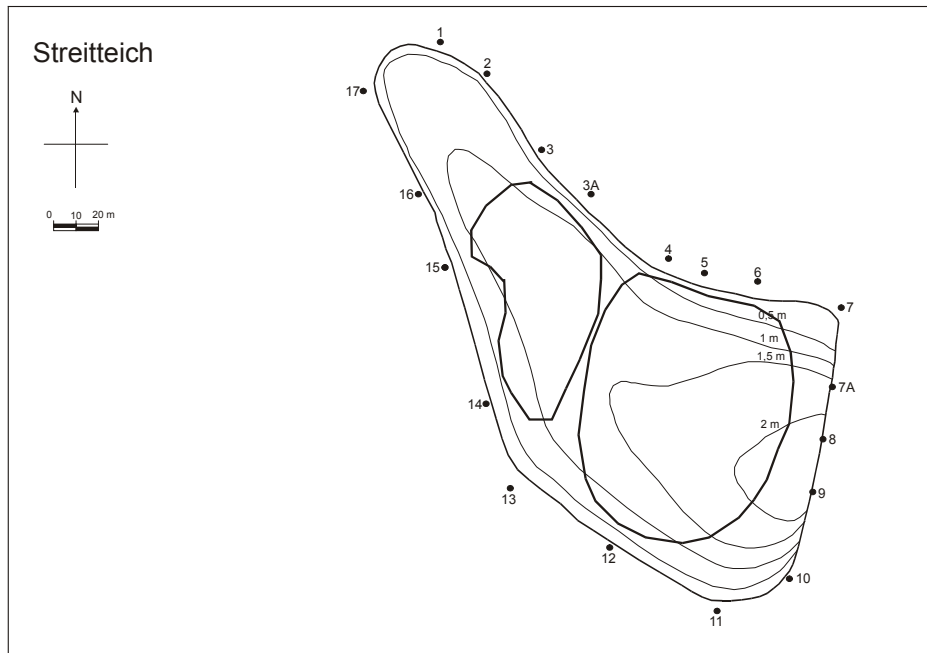


Abb. 40: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Dezember 2000

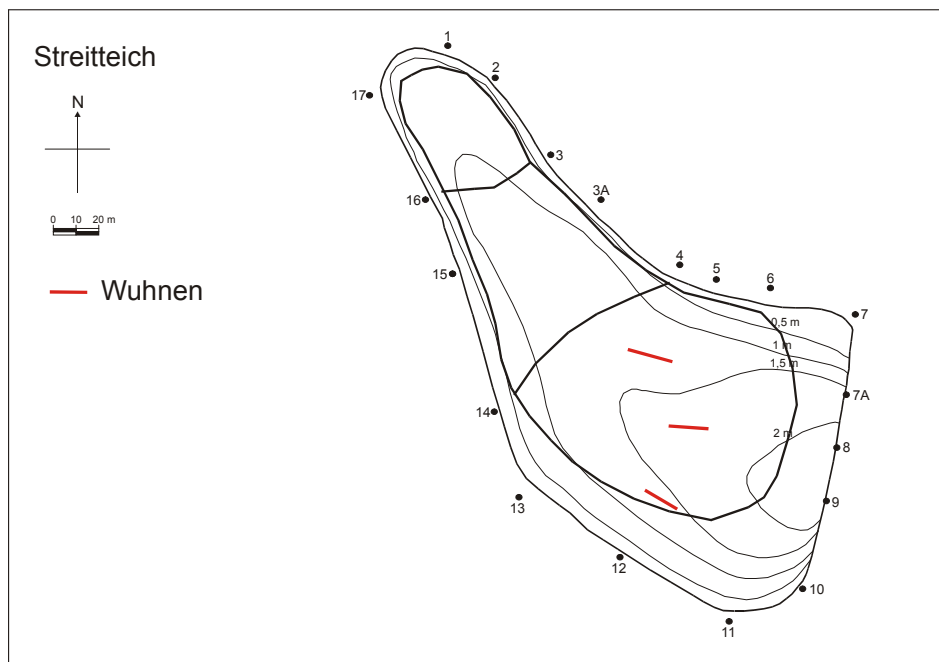


Abb. 41: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Jänner 2001

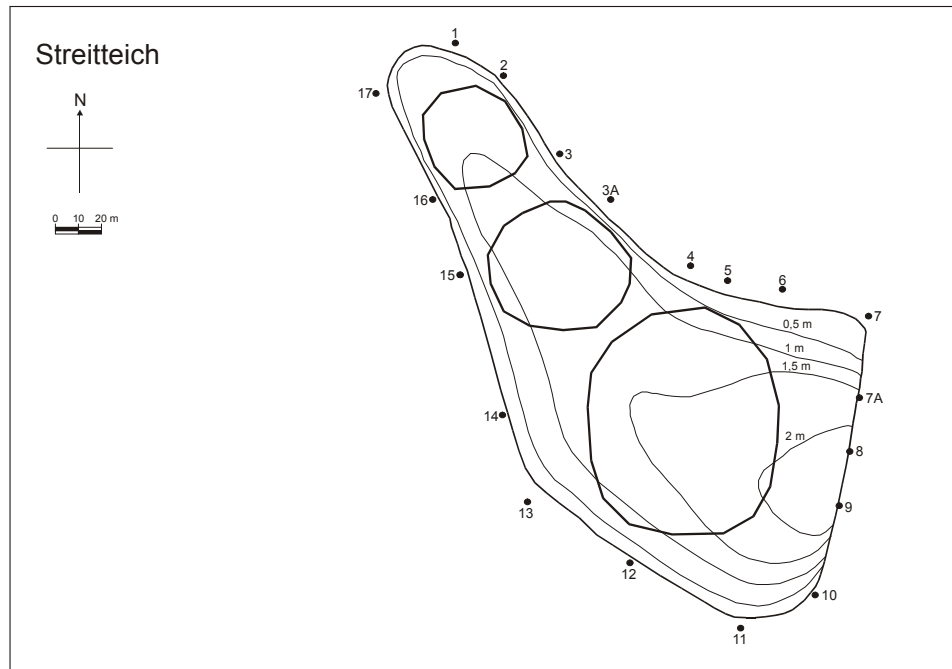


Abb. 42: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Februar 2001

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen der einzelne Monate so ergibt sich, dass im Jänner und Februar 2001, mit jeweils 56,2 m, die größten mittleren Positionsdistanzen zu beobachten waren (Tab. 8). Beide Monate unterschieden sich von November und Dezember 2000 vorrangig aufgrund der größeren Variationsbreite der Positionsdistanzen (Abb. 43). Diese war im Jänner 2001 durch eine Reihe von Ausreißern bedingt. Verantwortlich für die größeren Positionsdistanzen im Jänner und Februar 2001 könnte, wie im Winter 1999/2000, ein fortschreitender Sauerstoffmangel gewesen sein. Wobei dieser erst im Laufe des Jänners 2000 auftrat und nicht wie im Vorjahr bereits Anfang Jänner. Ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt konnte jedenfalls nachgewiesen werden (lineare Regression  $p = 0,0005$ ) (Abb. 44). Zwischen den Positionsdistanzen und der Wassertemperatur konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (lineare Regression  $p = 0,1281$ ). Weiters konnte kein signifikanter Unterschied in den Positionsdistanzen zwischen zwei Positionsbestimmungen an einem Tag bzw. an zwei aufeinander folgenden Tagen festgestellt werden (Wilcoxon – Wilcox – Test,  $p = 0,0544$ ). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 8: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Streitteich, Winter 2000/2001. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	Karpfen 320	Karpfen 360	Karpfen 400	Karpfen 420	Karpfen 460	Mittel- werte
<b>November</b>	37,6 m (n=13)	37,7 m (n=16)	65,3 m (n=13)	51,6 m (n=14)	23,5 m (n=13)	43,0 m (n=69, s=27,8)
<b>Dezember</b>	38,2 m (n=13)	46,9 m (n=12)	48,5 m (n=14)	45,8 m (n=15)	33,0 m (n= 13)	42,6 m (n=67, s=24,5)
<b>Jänner</b>	78,7 m (n=17)	52,5 m (n=18)	48,4 m (n=19)	41,7 m (n=19)	62,1 m (n=18)	56,2 m (n=91, s=46,8)
<b>Februar</b>	35,7 m (n=12)	53,3 m (n=14)	71,9 m (n=12)	56,5 m (n=12)	63,3 m (n=13)	56,2 m (n=63, s=47,7)

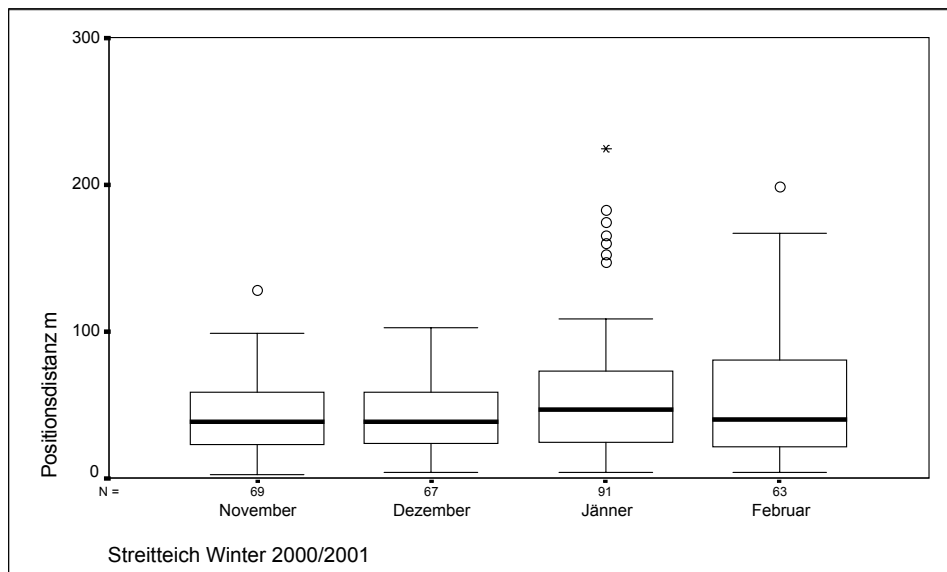


Abb. 43: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Streitteich im Winter 2000/2001, ° Ausreißer, \* Extremwerte

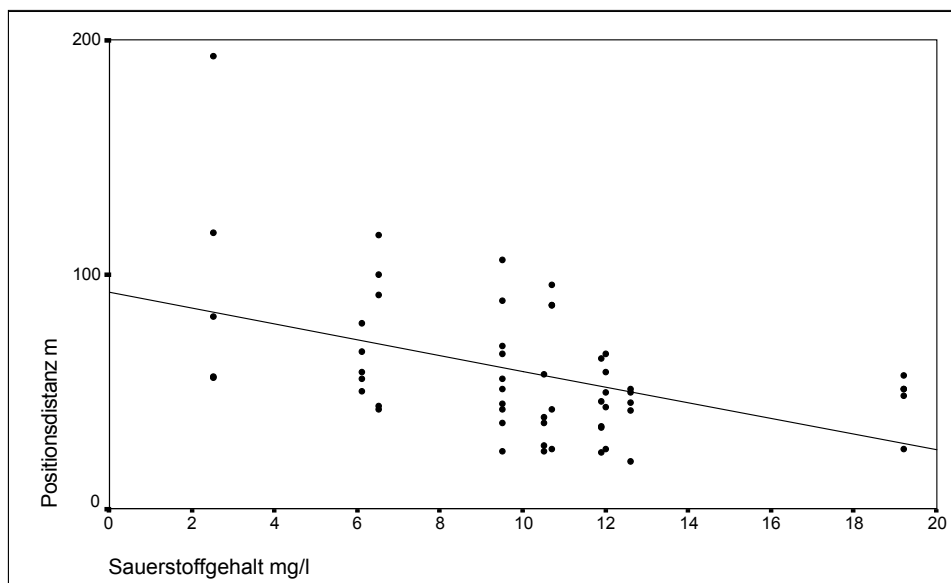


Abb. 44: Die Positionsdistanzen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 2000/2001 im Streitteich,  $r^2 = 0,2081$ , lineare Regression  $p = 0,0005$

#### 3.4.2.2. Kaltenbachteich

Die Datenaufnahme begann am 7. November 2000. Von Anfang bis Ende November 2000 nahm die mittlere Wassertemperatur von 7,7 auf 5,2 °C ab. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 10,0 und 11,1 mg/l. Am 23. November 2000 konnten an den beiden Futterstellen am Damm neben der Beobachtungen einer großen Anzahl von Karpfen, auch vier der fünf besenderten Karpfen eindeutig nachgewiesen werden (Abb. 45). Die Wassertemperatur betrug 5,6 °C. Karpfen 480 blieb während der Positionsbestimmung den Futterstellen fern. Bis 27. November 2000 waren im

Kaltenbachteich immer wieder Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche zu beobachten. Es gelang, am 27. November 2000 bei den Futterstellen am Damm mit dem Wurfnetz Karpfen zu fangen. Die Wassertemperatur betrug 5,8 °C. Das klare Wasser des Kaltenbachteiches machte es möglich, an einer Futterstelle eine große Anzahl von Karpfen zu beobachten. Drei Fische wurden auf ihren Darminhalt untersucht. Die Därme aller drei Karpfen waren zur Hälfte mit Chironomidenlarven und Copepoden gefüllt. Bei zwei Fischen kam im vordersten Darmabschnitt Fertigfutter hinzu, welches an den Futterstellen angeboten wurde. Der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im November 2000 umfasste den gesamten Teich, vom Damm im Westen bis in den unmittelbaren Zuflussbereich im Osten (Abb. 45). Die mittlere Positionsdistanz betrug im November 2000 67,9 m (Abb. 49, Tab. 9). Damit war der November 2000 der Monat mit den größten mittleren Positionsdistanzen im Kaltenbachteich im Winter 2000/2001. Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Versuchsfische betragen 75,5 m bei Karpfen 520, gefolgt von 73,5 m bei Karpfen 500, 70,0 m bei Karpfen 440, 63,6 m bei Karpfen 380 und 55,7 m bei Karpfen 480 (Tab. 9).

Im Laufe des Dezembers 2000 nahm die mittlere Wassertemperatur von 4,0 auf 2,7 °C ab. Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 10,8 und 11,0 mg/l. Am 13. Dezember 2000 konnten bei einer Futterstelle mit dem Wurfnetz Karpfen gefangen werden. Die Wassertemperatur betrug 4,0 °C. Der Darm zweier untersuchter Fische enthielt außer Fertigfutter keine weiteren Nahrungsreste. Die Vereisung des Kaltenbachteiches setzte um den 18. Dezember 2000 ein. Die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen befanden sich größtenteils westlich der Messpunkte 5/17. Nur dreimal wurden die Positionen der Versuchsfische östlich der Messpunkte 5/17 festgestellt (Abb. 46). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Dezember 2000 31,3 m und lag damit deutlich unter jener des Novembers 2000 (Abb. 49, Tab. 9). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Versuchsfische reichten von 35,4 m bei Karpfen 440, über 34,5 m bei Karpfen 480, 30,7 m bei Karpfen 520, 29,0 m bei Karpfen 500, bis 27,0 m bei Karpfen 380 (Tab. 9).

Im Jänner 2001 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 3,2 und 3,0 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe nahm im Laufe des Jäners 2001 von 9,8 auf 6,1 mg/l ab. Der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen befand sich, wie schon im Dezember 2000, im Jänner 2001 westlich der Messpunkte 5/17. Im Gegensatz zum Dezember 2000 konnten im Jänner 2001 keine Versuchsfische außerhalb dieses Bereiches festgestellt werden (Abb. 47). Die mittlere Positionsdistanz im Jänner 2001 betrug 27,8 m und war damit die geringste im Kaltenbachteich im Winter 2000/2001 (Abb. 49, Tab. 9). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Versuchsfische betragen 31,0 m bei Karpfen 500, 28,3 m bei Karpfen 520, 27,5 m bei Karpfen 380, 26,3 m bei Karpfen 480 und 26,1 m bei Karpfen 440 (Tab. 9).

Im Laufe des Februar 2001 stieg die mittlere Wassertemperatur auf 4,1 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe stieg auf 7,6 mg/l. Im Februar 2001 erstreckte sich der Aufenthaltsbereich der Versuchsfische auf ein Gebiet zwischen den Messpunkten 3/19 und 9/15 (Abb. 48). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Februar 2001 30,6 m (Abb. 49, Tab. 9). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der besenderten Karpfen reichten von 36,9 m bei Karpfen 380, über 31,2 m bei Karpfen 440, 31,1 m bei Karpfen 480, 27,9 m bei Karpfen 500, bis zu 26,1 m bei Karpfen 520 (Tab. 9).



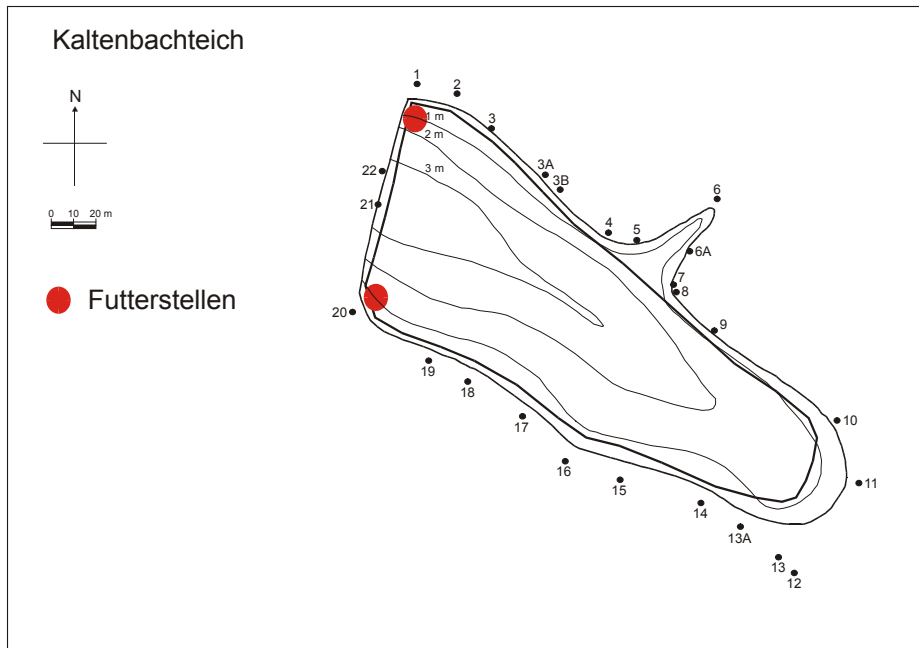


Abb. 45: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im November 2000

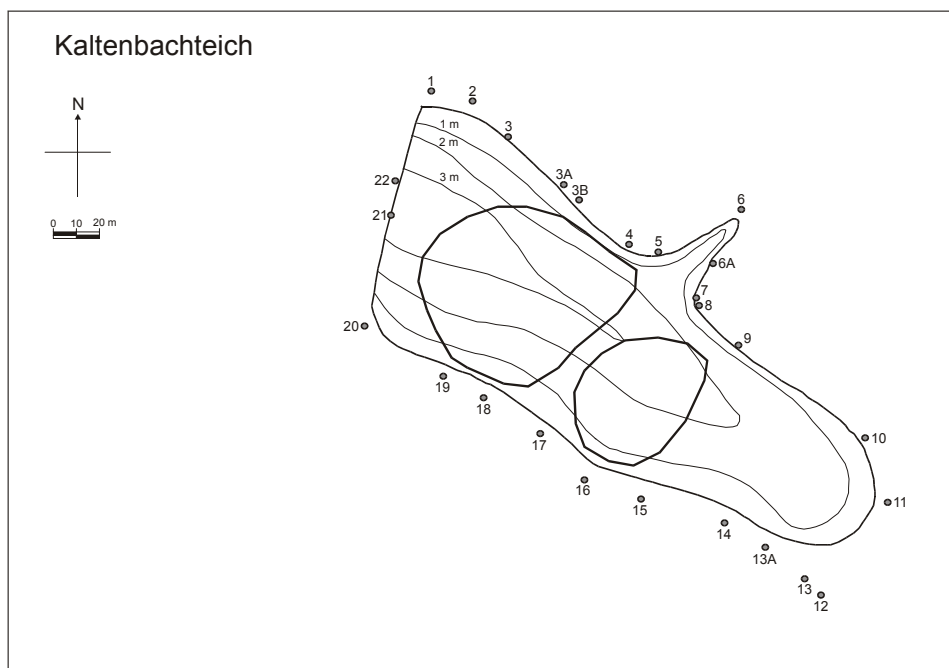


Abb. 46: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Dezember 2000

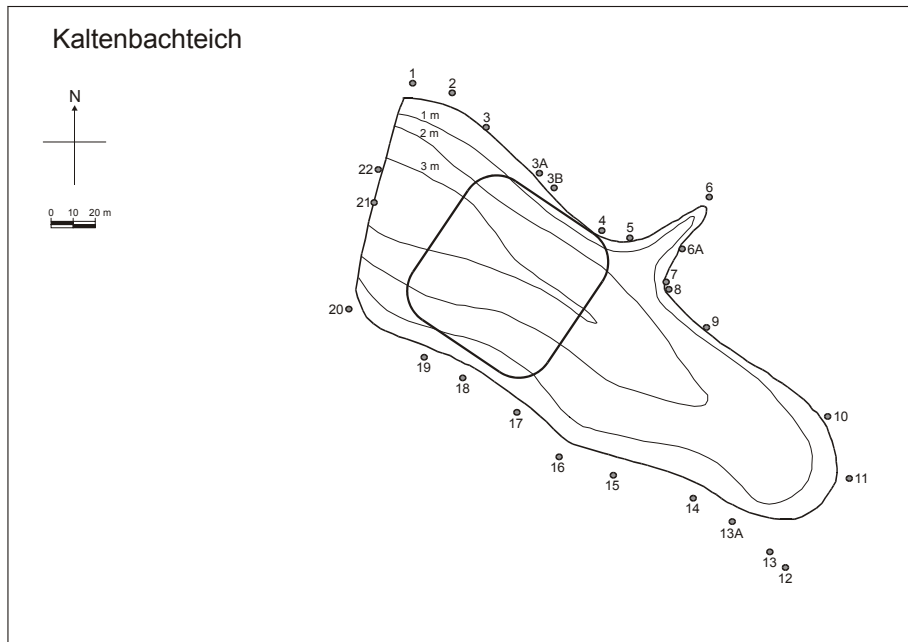


Abb. 47: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachtich im Jänner 2001

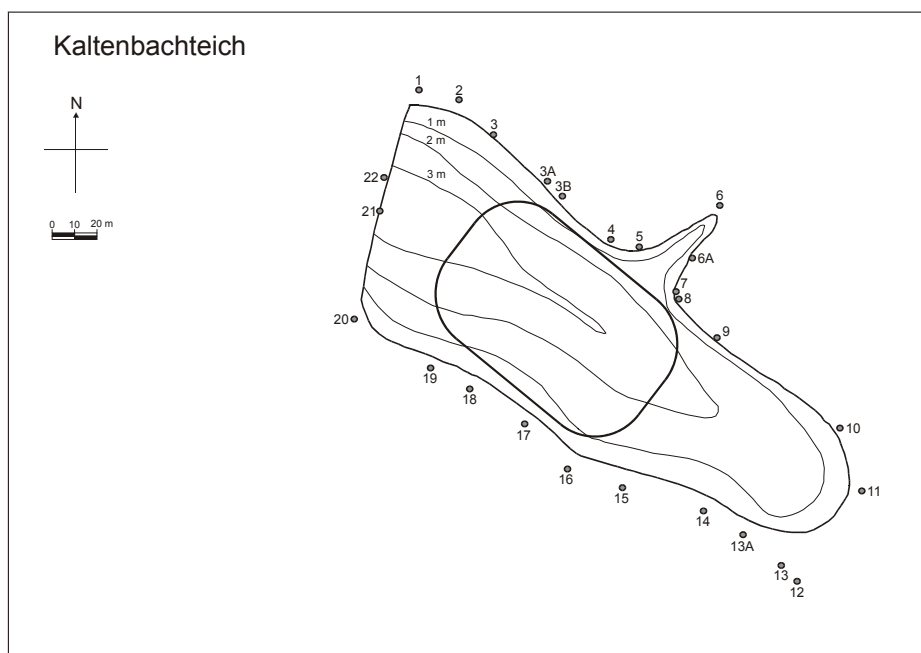


Abb. 48: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachtich im Februar 2001

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen der Monate November 2000 bis Februar 2001 so zeigt sich, dass die größte Positionsdistanz mit 67,9 m im November 2000 zu beobachten war. Die Monate Dezember 2000 bis Februar 2001 zeigten mit 31,3 m, 27,8 m und 30,6 m gleichmäßigere Positionsdistanzen und waren sich auch bezüglich ihrer Variationsbreite ähnlich (Abb. 49, Tab. 9). Die große mittlere Positionsdistanz im November 2000 könnte auf die relativ hohen Wassertemperaturen zurückgeführt werden.

Zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt sowie den Positionsdistanzen und der Wassertemperatur konnte ein signifikant positiver Zusammenhang festgestellt werden (lineare Regression  $p = 0,0260$  bzw.  $p = 0,0000$ ) (Abb. 50). Höhere Wassertemperaturen ziehen höhere Aktivitäten der Fische nach sich. Der positive Zusammenhang von Positionsdistanzen und Sauerstoffgehalt lässt sich schwieriger begründen und muss wohl dahingehend interpretiert werden, dass der Zusammenhang auf der Tatsache beruht, dass Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur signifikant positiv korrelieren (Pearson  $r = 0,4485$ ,  $p = 0,001$ ). Kein signifikanter Unterschied in den Positionsdistanzen zwischen zwei Positionsbestimmungen an einem Tag bzw. an zwei aufeinander folgenden Tagen konnte festgestellt werden (Wilcoxon – Wilcox – Test,  $p = 0,2054$ ). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 9: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Kaltenbacheich, Winter 2000/2001. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 380</b>	<b>Karpfen 440</b>	<b>Karpfen 480</b>	<b>Karpfen 500</b>	<b>Karpfen 520</b>	<b>Mittel- werte</b>
<b>November</b>	65,6 m (n=15)	70,0 m (n=13)	55,7 m (n=15)	73,5 m (n=16)	75,5 m (n=13)	67,9 m (n=72, s=45,1)
<b>Dezember</b>	27,0 m (n=13)	35,4 m (n=13)	34,5 m (n=13)	29,0 m (n=14)	30,7 m (n=14)	31,3 m (n=67, s=21,5)
<b>Jänner</b>	27,5 m (n=16)	26,1 m (n=17)	26,3 m (n=14)	31,0 m (n=14)	28,3 m (n=15)	27,8 m (n=76, s=13,0)
<b>Februar</b>	36,9 m (n=12)	31,2 m (n=12)	31,1 m (n=13)	27,9 m (n=13)	26,1 m (n=12)	30,6 m (n=62, s=16,2)

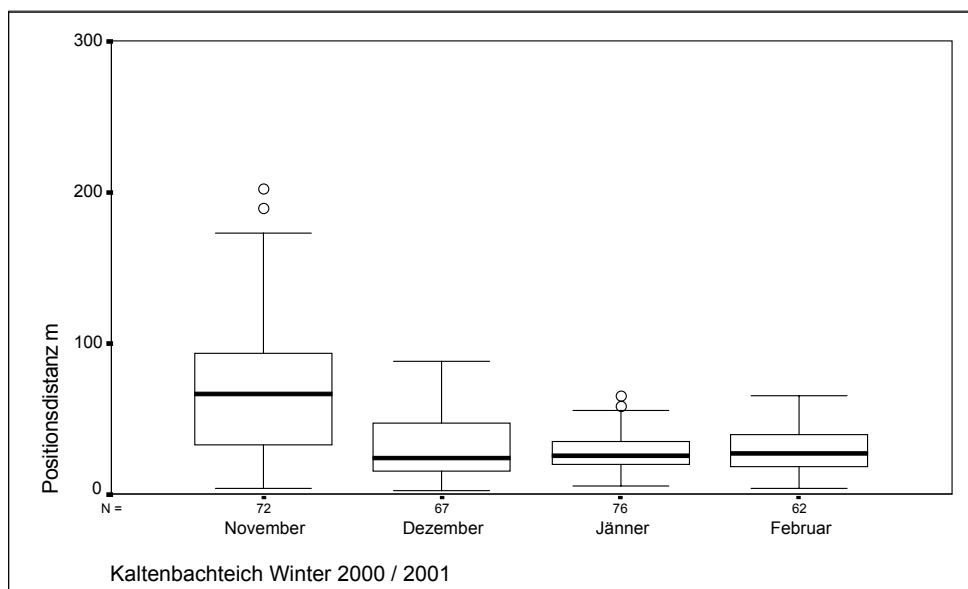


Abb. 49: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Winter 2000/2001, ° Ausreißer

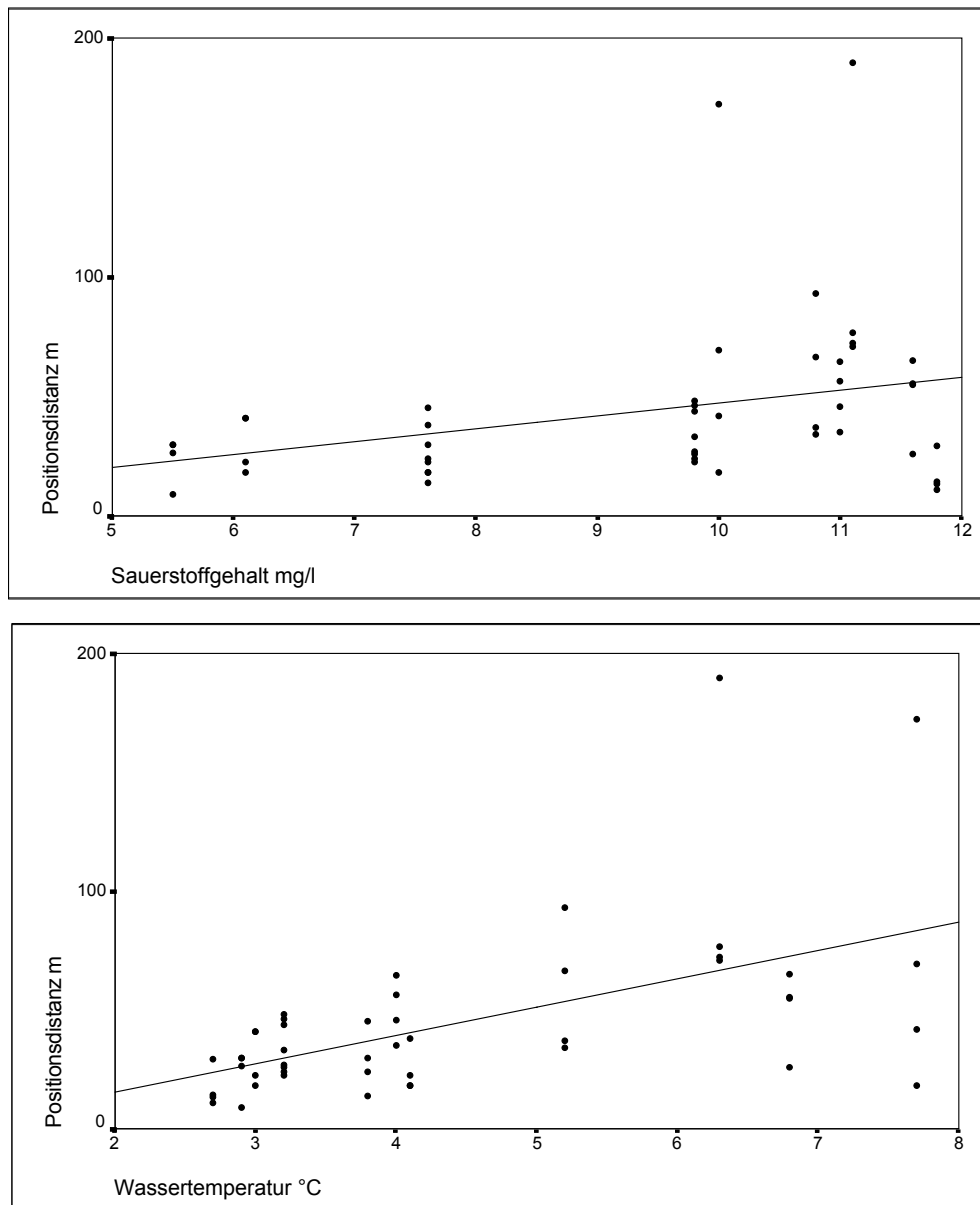


Abb. 50: Oben: Die Positionsanzahlen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 2000/2001 im Kaltenbacheich,  $r^2 = 0,1032$ , lineare Regression  $p = 0,0260$ . Unten: Die Positionsanzahlen [m] aufgetragen gegen die Wassertemperatur [°C] im Winter 2000/2001 im Kaltenbacheich,  $r^2 = 0,3076$ , lineare Regression  $p = 0,0000$

### 3.4.2.3. Vergleich von Streitteich und Kaltenbacheich

Im Winter 2000/2001 wies der Kaltenbacheich gegenüber dem Streitteich die signifikant geringeren Positionsanzahlen auf (Mann – Whitney U – Test,  $p = 0,0006$ ). Vergleicht man die mittleren Positionsanzahlen zwischen Streitteich und Kaltenbacheich in den einzelnen Monaten November 2000, Dezember 2000, Jänner 2001 und Februar 2001, so zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den Teichen in jedem Monat signifikant sind (t-Test). Der November 2000 war der einzige Monat im Winter 2000/2001, in dem der Kaltenbacheich die signifikant größere mittlere Positionsanzahl aufwies ( $p = 0,001$ ). Im Dezember 2000 ( $p = 0,005$ ), Jänner 2001 ( $p = 0,000$ ) und Februar 2001 ( $p = 0,000$ ) wies der Streitteich die größeren Positionsanzahlen auf (Abb. 51, Tab. 10).

Tab. 10: Mittlere Positionsdistancen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Winter 2000/2001. In Klammer die Anzahl der Fälle und die Standardabweichung

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbachtich</b>
<b>November 2000</b>	43,0 m (n=69, s=27,8)	67,9 m (n=72, s=45,1)
<b>Dezember 2000</b>	42,6 m (n=67, s=24,5)	31,3 m (n=67, s=21,5)
<b>Jänner 2001</b>	56,2 m (n=91, s=46,8)	27,8 m (n=76, s=13,0)
<b>Februar 2001</b>	56,2 m (n=63, s=47,7)	30,6 m (n=62, s=16,2)

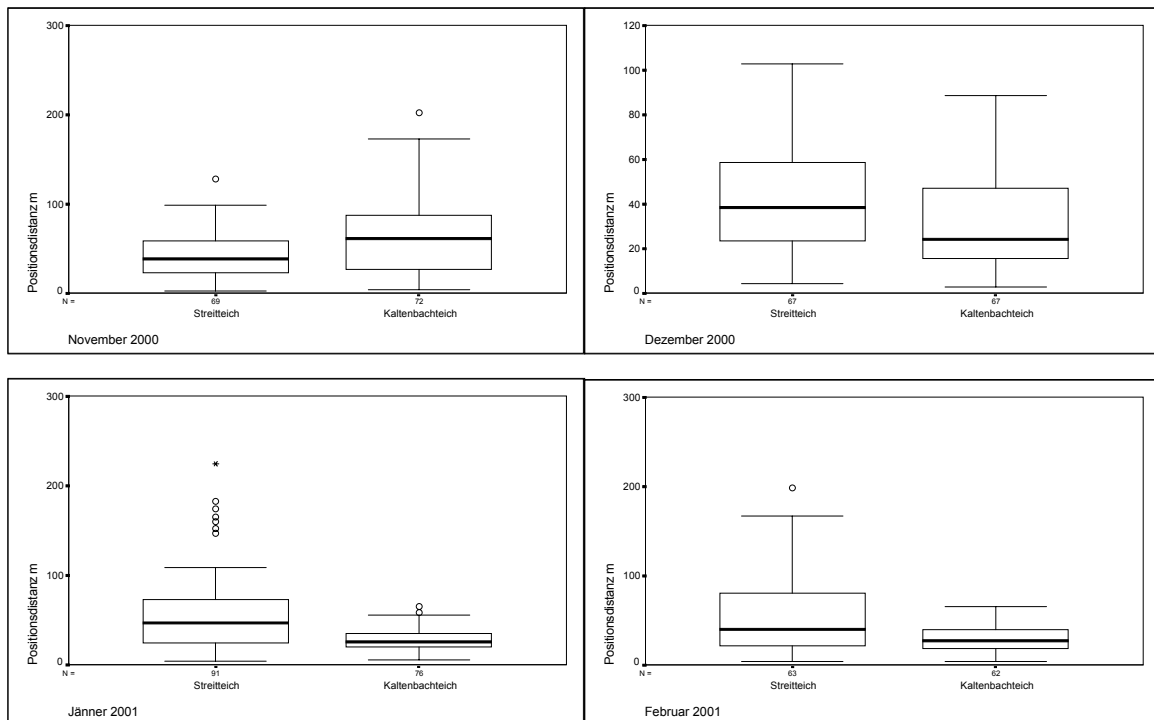


Abb. 51: Box-Whisker-Plots der mittleren Positionsdistancen der besenderten Karpfen im Winter 2000/2001 im Streitteich und Kaltenbachtich, ° Ausreißer, \* Extremwerte

### 3.4.3. Winter 2001/2002

#### 3.4.3.1. Streitteich

Bis Ende November 2001 fiel die mittlere Wassertemperatur von 6,2 °C auf 3,0 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 5,3 und 10,4 mg/l. Bis zum 12. November 2001 waren im Streitteich immer wieder Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche zu beobachten. Um den 15. November 2001 trat eine vollständige Vereisung des Streitteiches ein. Die Datenaufnahme begann am 6. November 2001. Die besenderten Karpfen hielten sich im November 2001 östlich der Messpunkte 4/14 auf (Abb. 52). Die mittlere Positionsdistanz im November 2001 betrug 41,4 m (Abb. 56, Tab. 11). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Versuchsfische variierten von 45,4 m bei Karpfen 700 über 37,6 m bei Karpfen 680 und 37,4 m bei Karpfen 660 bis 32,1 m bei Karpfen 640 (Tab. 11). Bei Karpfen 640, 660 und 680 war der November 2001 der Monat mit den geringsten mittleren Positionsdistanzen.

Im Dezember 2001 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 0,9 und 2,5 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe nahm von 8,7 auf 4,2 mg/l ab. Der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen befand sich mit einer Ausnahme östlich der Messpunkte 3A/15. Die Position von Karpfen 680 konnte mehrmals westlich dieser beiden Messpunkte bestimmt werden (Abb. 53). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Dezember 2001 40,3 m. Diese war damit die geringste für den Streitteich im Winter 2001/2002 (Abb. 56, Tab. 11). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Karpfen variierten geringfügig zwischen 42,2 m bei Karpfen 660, 41,0 m bei Karpfen 700, 39,3 m bei Karpfen 680 und 38,9 m bei Karpfen 640 (Tab. 11). Für Karpfen 700 war der Dezember 2001 mit 41,0 m der Monat mit der geringsten mittleren Positionsdistanz.

Die mittlere Wassertemperatur schwankte im Jänner zwischen 1,3 und 2,1 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe nahm von 4,0 mg/l auf 1,5 mg/l ab. Dieser Wert wurde am 28. Jänner gemessen. Schon am 31. Februar war der Sauerstoffgehalt auf 2,9 mg/l gestiegen. Mitte Jänner 2002 wechselte der Aufenthaltsbereich der Versuchsfische vom östlich der Messpunkte 4/14 gelegenen Teichabschnitt in den Zulaufbereich. Dies war möglicherweise eine Reaktion auf den sinkenden Sauerstoffgehalt. Innerhalb einer Woche kehrten die besenderten Karpfen jedoch wieder in den östlichen Abschnitt zurück (Abb. 54). Von Seiten des Teichbewirtschafters wurden keine Maßnahmen bezüglich der sich anbahnenden Sauerstoffkrise unternommen. Ende Jänner 2002 setzte Tauwetter ein. Das Tauwetter sorgte für starken Zufluss, welcher wiederum den Sauerstoffgehalt im Teich erhöhte. Die mittlere Positionsdistanz betrug im Jänner 2002 55,6 m (Abb. 56, Tab. 11). Die größte individuelle mittlere Positionsdistanz wies Karpfen 680 mit 75,6 m auf, gefolgt von Karpfen 700 mit 51,6 m, Karpfen 660 mit 47,9 m und Karpfen 640 mit 46,7 m.

Die mittlere Wassertemperatur im Februar 2002 schwankte zwischen 1,8 und 5,4 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe stieg von 9,5 mg/l Anfang Februar 2002 auf 13,4 mg/l Ende Februar. Anfang Februar 2002 begann das Eis abzuschmelzen und Mitte Februar war der Streitteich eisfrei. Ab dem 14. Februar 2002 waren Karpfen an der Wasseroberfläche zu beobachten. Fangversuche an einer Futterstelle am Damm blieben allerdings erfolglos. Im Februar 2002 lag der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen östlich der Messpunkte 3A/15. Karpfen 700 wurde einmal westlich der beiden Messpunkte im unmittelbaren Zuflussbereich beobachtet (Abb. 55). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Februar

2002, wie im Jänner 2002, 55,6 m (Abb. 56, Tab. 11). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der Versuchsfische lagen zwischen 63,0 m bei Karpfen 700, 55,6 m bei Karpfen 640, 54,0 m bei Karpfen 660 und 49,0 m bei Karpfen 680 (Tab. 11). Auffallend war bei einigen Positionsbestimmung, dass sich besenderte Karpfen in den flachen, verkrauteten Uferbereichen zwischen den Messpunkten 14 und 15 aufhielten und bei Annäherung flüchteten.

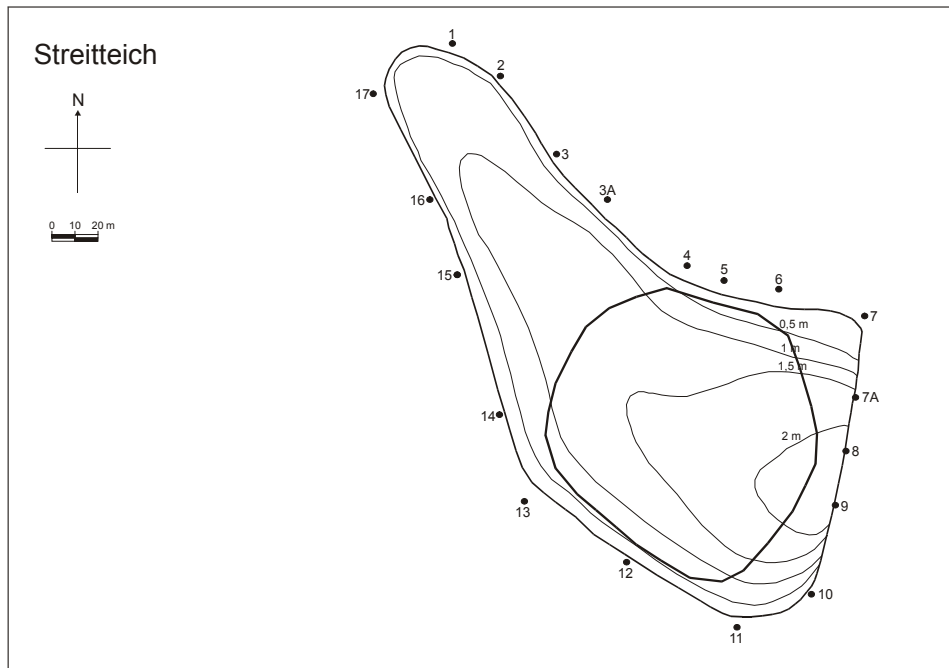


Abb. 52: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Streitteich im November 2001

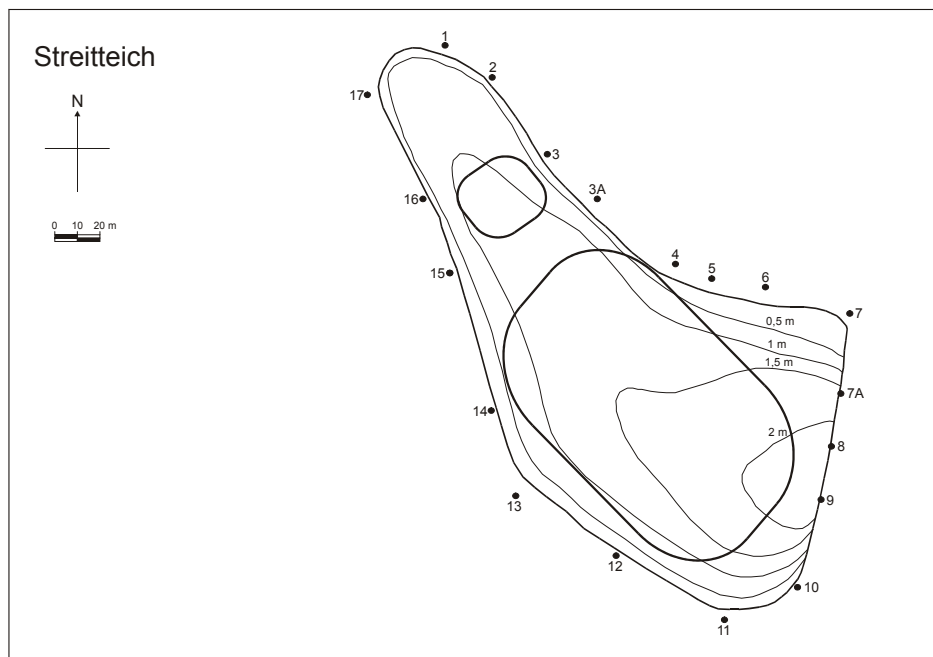


Abb. 53: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Dezember 2001

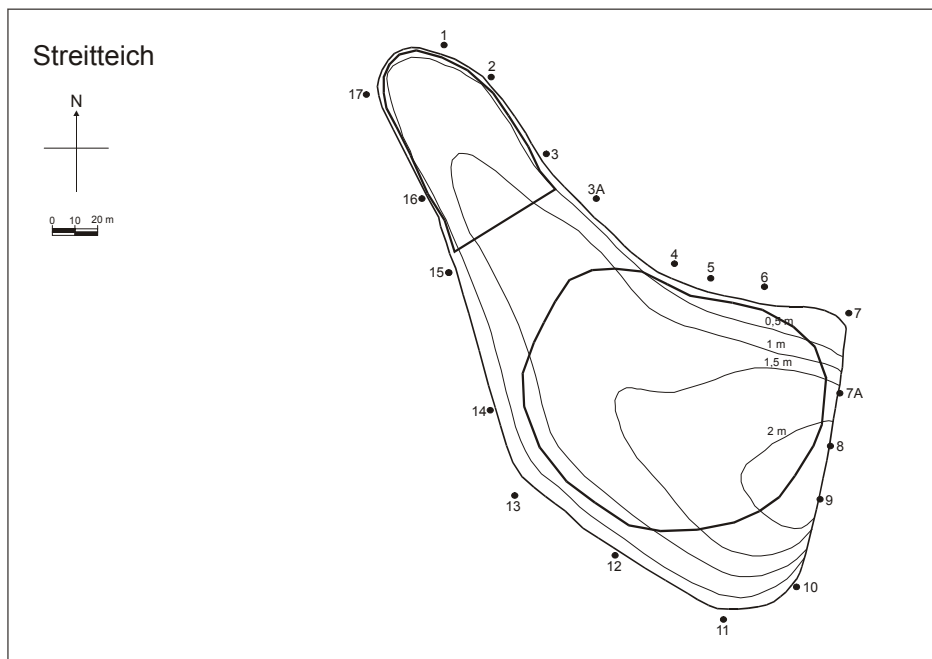


Abb. 54: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Jänner 2002

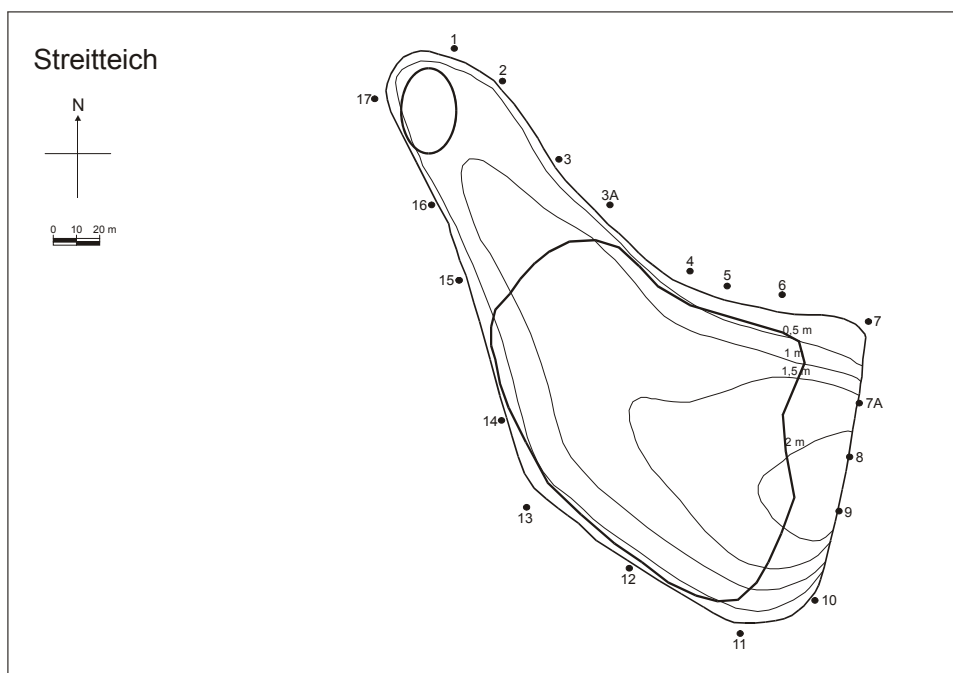


Abb. 55: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Streitteich im Februar 2002

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen und die Variationsbreite der Positionsdistanzen der Monate November 2001 bis Februar 2002 so ergibt sich, dass sich alle Monate sehr ähnlich waren (Abb. 56, Tab. 11). Lediglich der Jänner 2002 wies einige Extremwerte und Ausreißer auf (Abb. 56). Signifikante Zusammenhänge zwischen Positionsdistanzen und Sauerstoffgehalt bzw. Positionsdistanzen und Wassertemperatur konnten nicht festgestellt werden (lineare Regression,  $p = 0,3739$  bzw.  $p = 0,4351$ ). Die



sich anbahnende Sauerstoffkrise im Jänner 2002 wurde durch das einsetzende Tauwetter rechtzeitig gebannt und der Zug der besenderten Karpfen im Jänner 2002, gekennzeichnet durch die Ausreißer und Extremwerte, zum Zufluss war möglicherweise aus diesem Grund zu kurz um ins Gewicht zu fallen. Die Positionsdistanzen zwischen zwei aufeinander folgenden Tagen waren signifikant größer als innerhalb eines Tages (Wilcoxon – Wilcoxon – Test,  $p = 0,0011$ ). Das bedeutet, dass die ermittelten Positionsdistanzen zwischen zwei Positionsbestimmungen am selben Tag kleiner waren als zwischen zwei Positionsbestimmungen an aufeinander folgenden Tagen. Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 11: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Streitteich, Winter 2001/2002. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 640</b>	<b>Karpfen 660</b>	<b>Karpfen 680</b>	<b>Karpfen 700</b>	<b>Mittel- werte</b>
<b>November</b>	32,1 m (n=13)	37,4 m (n=14)	37,6 m (n=13)	45,4 m (n=13)	41,5 m (n=53, s=17,6)
<b>Dezember</b>	38,9 m (n=15)	42,2 m (n=15)	39,3 m (n=17)	41,0 m (n=15)	40,3 m (n=62, s=29,5)
<b>Jänner</b>	46,7 m (n=16)	47,9 m (n=15)	75,6 m (n=16)	51,6 m (n=15)	55,6 m (n=62, s=50,8)
<b>Februar</b>	55,6 m (n=13)	54,0 m (n=12)	49,0 m (n=12)	63,0 m (n=13)	55,6 m (n=49, s=36,2)

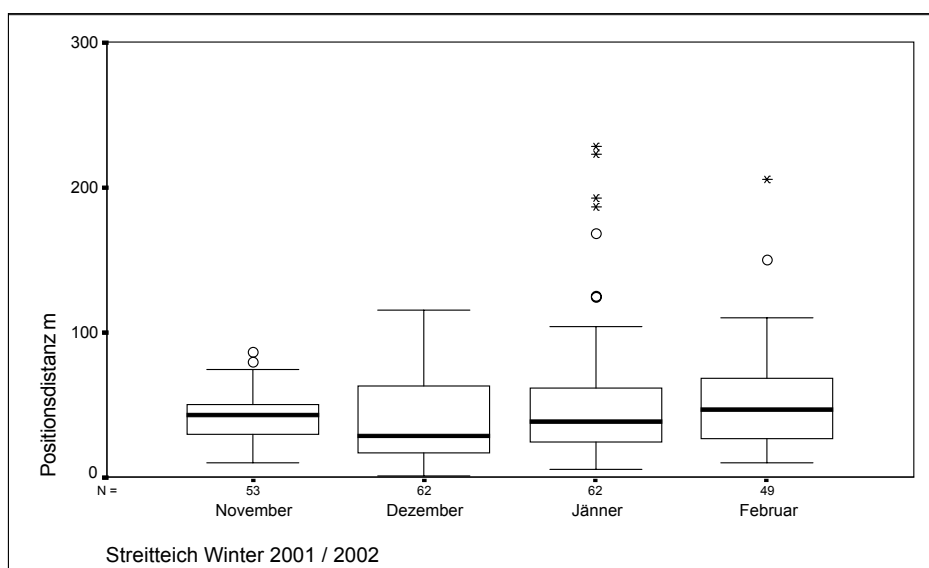


Abb. 56: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Streitteich im Winter 2001/2002, ° Ausreißer, \* Extremwert

### 3.4.3.2. Kaltenbacheich

Im November 2001 fiel die mittlere Wassertemperatur von 7,4 auf 2,5 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe schwankte zwischen 9,6 und 11,0 mg/l. Bis zum 12. November 2001 waren immer wieder Karpfen einzeln oder in Gruppen an der Wasseroberfläche zu beobachten. Die Datenaufnahme begann am 6. November 2001. Um den 15. November 2001 war der Kaltenbacheich zugefroren. Die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen befanden sich im November 2001 westlich der Messpunkte 9/15 (Abb. 57). Die mittlere Positionsdistanz aller besenderten Karpfen im November 2001 betrug 43,1 m. Das war der größte Wert im Kaltenbacheich im Winter 2001/2002 (Abb. 61, Tab. 12). Die größte individuelle mittlere Positionsdistanz zeigte Karpfen 740 mit 47,1 m, gefolgt von Karpfen 760 (46,7 m), Karpfen 800 (41,5 m) und Karpfen 720 (37,3 m).

Im Dezember schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 1,3 und 2,8 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe fiel von 11,7 auf 6,6 mg/l. Die besenderten Karpfen hielten sich im Dezember 2001 westlich der Messpunkte 5/17 auf (Abb. 58). Im Dezember 2001 sank die mittlere Positionsdistanz aller Versuchsfische gegenüber dem November 2001 auf 27,6 m. Das war der niedrigste Wert im Winter 2001/2002 im Kaltenbacheich (Abb. 61, Tab. 12). Alle Karpfen wiesen geringere individuelle mittlere Positionsdistanzen auf. Karpfen 800 zeigte die größte mittlere Positionsdistanz mit 33,4 m, gefolgt von Karpfen 720 mit 30,0 m, Karpfen 740 mit 23,8 m und Karpfen 760 mit 23,1 m (Tab. 12).

Im Jänner 2002 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 1,8 und 3,6 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe fiel bis Mitte Jänner auf 4,6 mg/l, um bis Ende Jänner wieder auf 6,0 mg/l anzusteigen. Die Aufenthaltsbereiche der Versuchsfische waren zwischen den Messpunkten 3A/19 und 9/15 zu finden (Abb. 59). Im Jänner 2002 betrug die mittlere Positionsdistanz 29,7 m (Abb. 61, Tab. 12). Die Aktivität der besenderten Karpfen war ähnlich gering wie im Dezember 2001. Karpfen 720 wies eine individuelle mittlere Positionsdistanz von 31,4 m auf, gefolgt von Karpfen 760 mit 27,8 m, Karpfen 740 mit 27,2 m und Karpfen 800 mit 27,1 m (Tab. 12).

Im Februar schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 2,2 und 4,7 °C. Der Sauerstoffgehalt in 2 m Tiefe stieg im Laufe des Monats auf 11,8 mg/l. Der Kaltenbacheich war ab dem 12. Februar 2002 eisfrei. Am 14. Februar wurden erstmals Karpfen an der Wasseroberfläche beobachtet. Fangversuche an einer Futterstelle am Damm verliefen jedoch erfolglos. Im Februar 2002 erstreckte sich der Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen auf den Teichabschnitt westlich der Messpunkte 9/15 (Abb. 60). Im Februar 2002 betrug die mittlere Positionsdistanz 38,5 m (Abb. 61, Tab. 12). Die größte individuelle mittlere Positionsdistanz wies Karpfen 800 mit 43,0 m auf, gefolgt von Karpfen 760 mit 41,9 m, Karpfen 720 mit 37,9 m und Karpfen 740 mit 31,6 m. Die erhöhten individuellen mittleren Positionsdistanzen spiegelten sich in der Verteilung der Positionspolygone wieder. Diese streuten im gesamten Bereich vom Damm im Westen bis zu den Messpunkten 9/15.

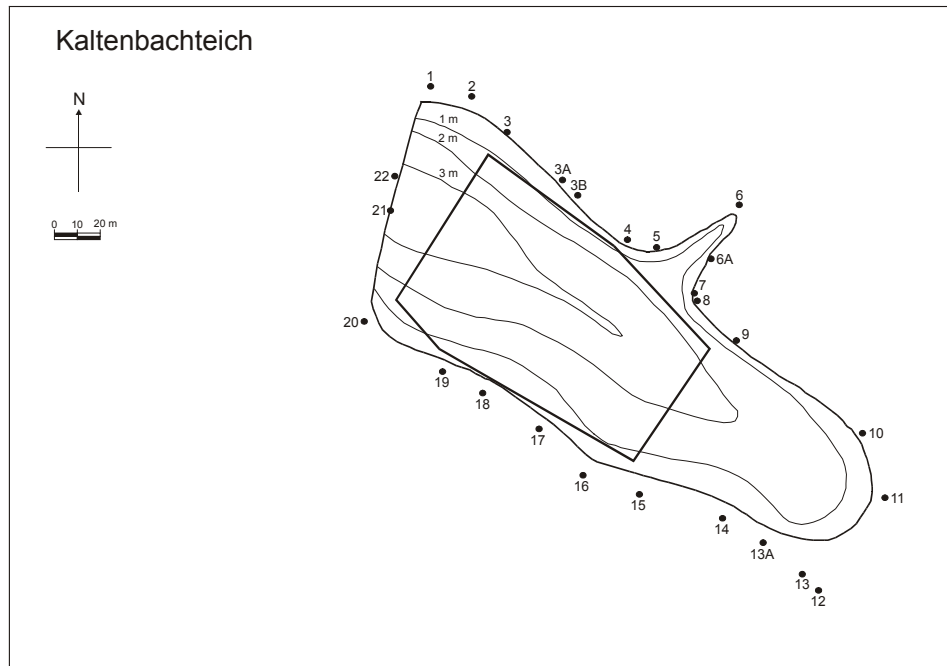


Abb. 57: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachteich im November 2001

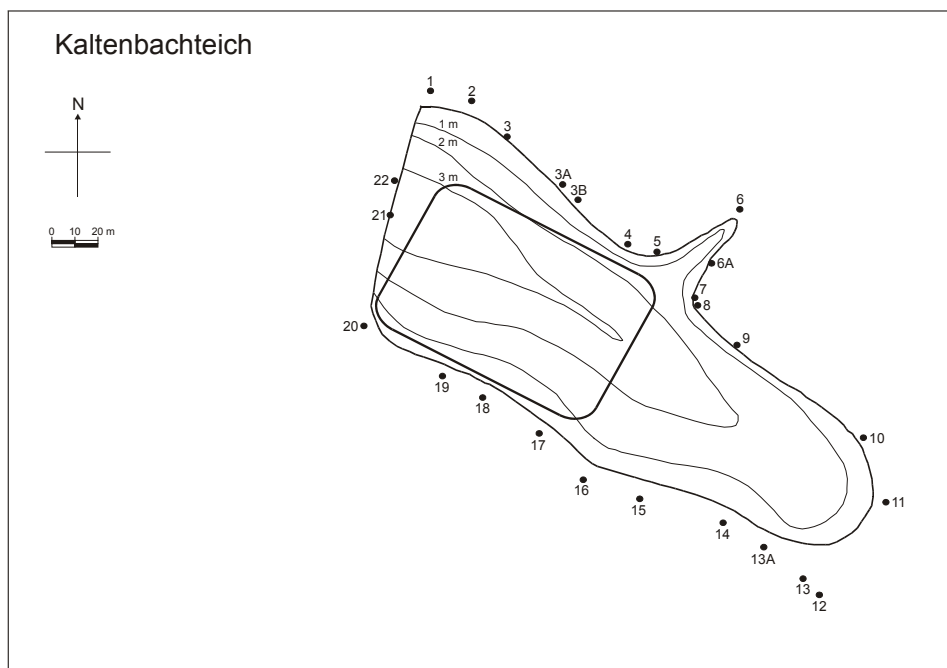


Abb. 58: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbachteich im Dezember 2001

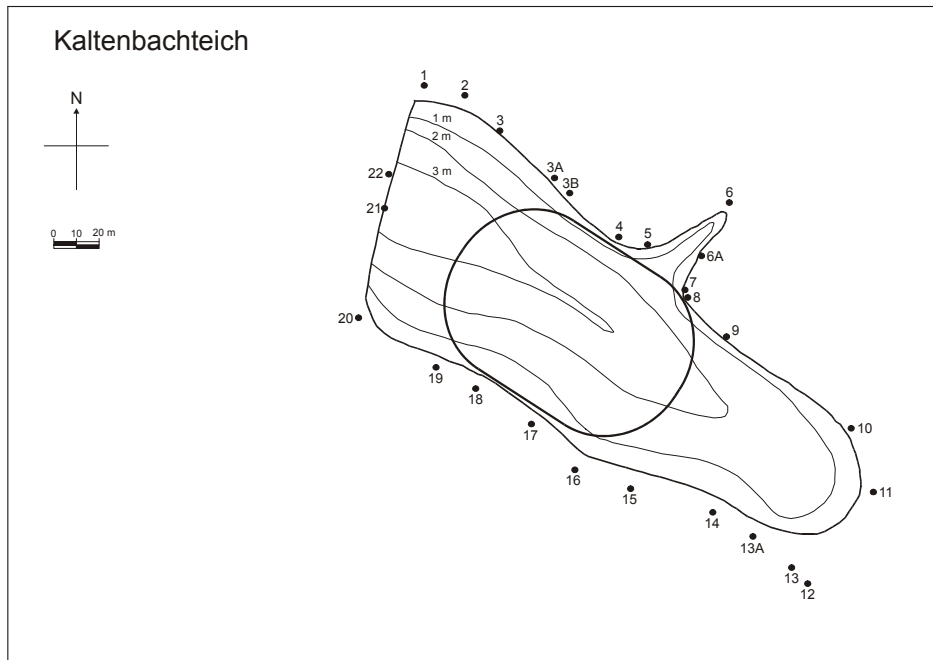


Abb. 59: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Jänner 2002

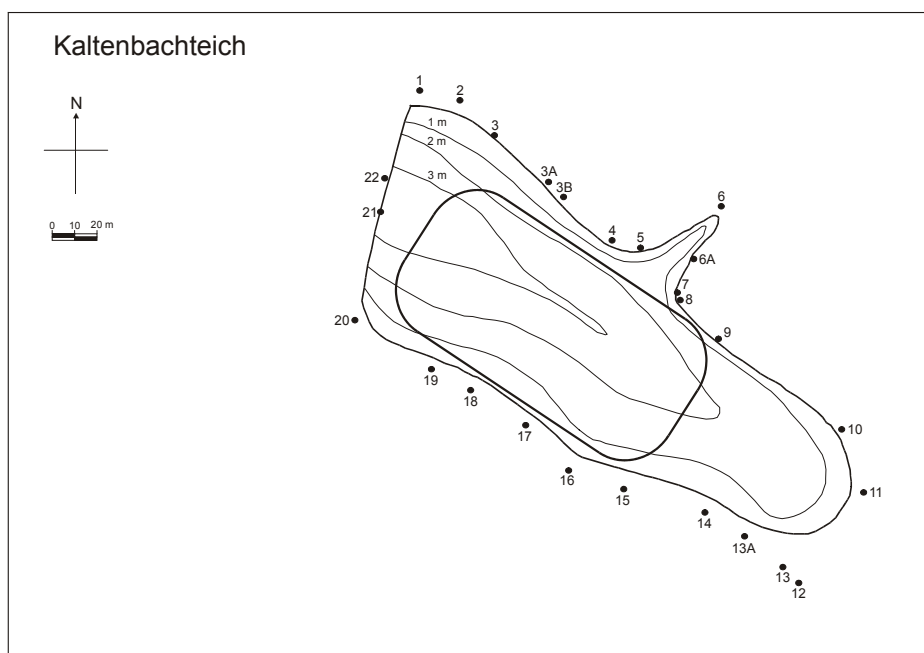


Abb. : 60 Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Februar 2002

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen der Monate November 2001 bis Februar 2002 so ergibt sich, dass der November 2001 die größere mittlere Positionsdistanz aufwies als die übrigen Monate. Etwas höhere Positionsdistanzen waren auch im Februar 2002 zu beobachten (Abb. 61, Tab. 12). Die hohe mittlere Positionsdistanz im November 2001 ist möglicherweise auf die höheren Wassertemperaturen zurückzuführen. Zwischen den Positionsdistanzen und der Wassertemperatur konnte ein signifikant positiver Zusammenhang ermittelt werden (lineare Regression,  $r^2 = 0,2764$ ,  $p = 0,0000$ ) (Abb. 62).

Kein signifikanter Unterschied in den Positionsdistanzen konnte zwischen zwei Positionsbestimmungen an einem Tag, bzw. an zwei aufeinander folgenden Tagen festgestellt werden (Wilcoxon – Wilcox – Test,  $p = 0,1965$ ). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 12: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Kaltenbacheich, Winter 2001/2002. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 720</b>	<b>Karpfen 740</b>	<b>Karpfen 760</b>	<b>Karpfen 800</b>	<b>Mittel- werte</b>
<b>November</b>	37,3 m (n=14)	47,1 m (n=13)	46,7 m (n=13)	41,5 m (n=13)	43,1 m (n=53, s=25,4)
<b>Dezember</b>	30,0 m (n=15)	23,8 m (n=15)	23,1 m (n=15)	33,4 m (n=15)	27,6 m (n=60, s=16,0)
<b>Jänner</b>	31,4 m (n=16)	27,2 m (n=15)	27,8 m (n=15)	27,1 m (n=15)	29,7 m (n=61, s=17,2)
<b>Februar</b>	37,9 m (n=12)	31,6 m (n=13)	41,9 m (n=12)	43,0 m (n=12)	38,5 m (n=49, s=25,6)

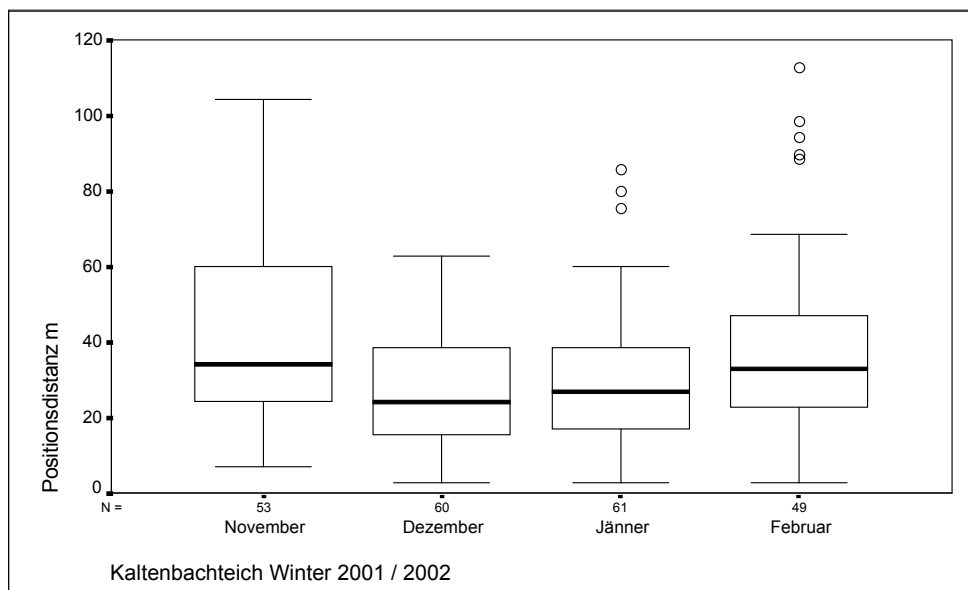


Abb. 61: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Kaltenbacheich im Winter 2001/2002, ° Ausreißer

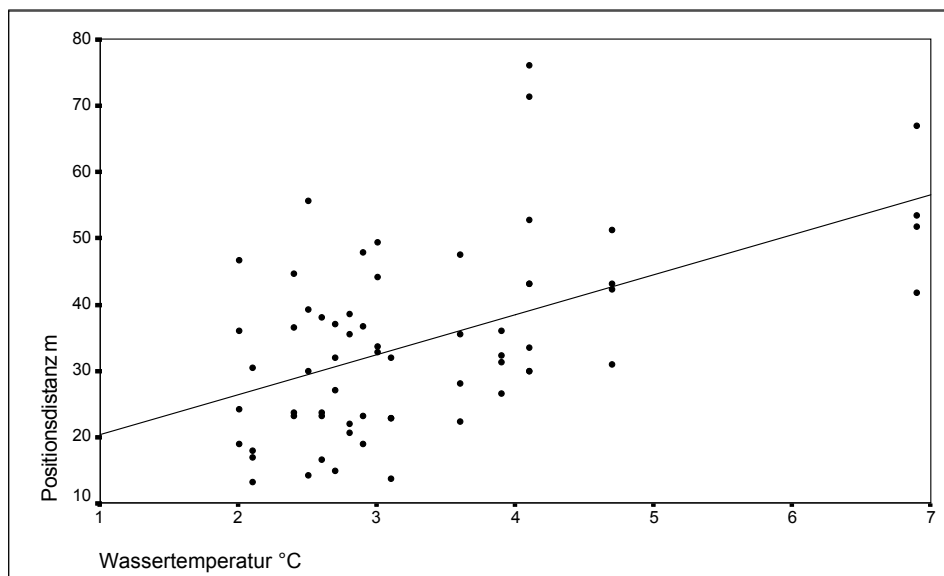


Abb. 62: Die Positionsanz [m] aufgetragen gegen Wassertemperatur [°C] im Winter 2001/2002 im Kaltenbacheich,  $r^2 = 0,2764$ , lineare Regression  $p = 0,0000$

#### 3.4.3.3. Mitterhöllteich

Karpfen 620 wurde nicht in die Auswertung einbezogen, da ab Mitte Dezember 2001 die Positionsanz kontinuierlich abnahmen, bis im Februar 2002 mit 8,7 m der geringste Wert verzeichnet wurde. Die Position des besenderten Karpfens wurde dabei immer im äußeren Südwesten des Mitterhöllteichs bestimmt.

Im November 2001 fiel die mittlere Wassertemperatur von 7,2 auf 1,6 °C. Der Sauerstoffgehalt in 1,8 m Tiefe schwankte zwischen 3,8 und 8,4 mg/l. Die Datenaufnahme begann am 6. November 2001. Bis zum 9. November 2001 waren an der Wasseroberfläche Karpfen zu beobachten. Um den 12. November 2001 begann der Teich zuzufrieren. Um den 15. November 2001 war die Eisdecke geschlossen. Allerdings war der Teich für den Zeitraum von 27. November bis 10. Dezember wieder vorübergehend eisfrei. Im November 2001 verteilten sich die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen auf den gesamten Teich westlich der Messpunkte 10/11 (Abb. 63). Die mittlere Positionsanz betrug im November 2001 60,0 m (Abb. 67, Tab. 13). Die individuellen mittleren Positionsanz der Karpfen 580 und 600 betragen 59,6 m bzw. 60,4 m (Tab. 13).

Im Dezember 2001 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 0,8 und 2,4 °C. Der Sauerstoffgehalt in 1,8 m Tiefe fiel bis Ende Dezember auf 1,3 mg/l. In den Weihnachtsferien (24. Dezember 2001 bis 6. Jänner 2002) wurde in einem begrenzten Bereich des Mitterhöllteiches etwas Wintersport betrieben. Dies geschah allerdings nur in geringem Ausmaß, da die Beschaffenheit des Eises zum Eislaufen und Eisstockschießen nicht gut geeignet war. Im Dezember 2001 beschränkten sich die Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Wesentlichen auf den Abschnitt des Teiches westlich der Messpunkte 7/13. Nur Ende Dezember 2001 wurden die Versuchsfische einmal auf der Höhe der Messpunkte 9/11 beobachtet (Abb. 64). Die mittlere Positionsanz betrug im Dezember 2001 59,5 m (Abb. 67, Tab. 13). Karpfen 580 wies eine individuelle mittlere Positionsanz von 58,4 m und Karpfen 600 von 60,5 m auf (Tab. 13).

Bis Ende Jänner 2002 stieg die mittlere Wassertemperatur von 1,3 auf 3,0 °C. Der Sauerstoffgehalt stieg bis Ende Jänner 2002 von 1,1 auf 9,1 mg/l. Das Mitte Jänner 2002 einsetzende Tauwetter wirkte sich positiv auf den Sauerstoffgehalt aus. Die Aufenthaltsbereiche der Versuchsfische verteilten sich im Jänner 2002 auf den Teich westlich der Messpunkt 9/11 (Abb. 65). Die mittlere Positionsdistanz betrug 52,6 m (Abb. 67, Tab. 13). Die individuellen mittleren Positionsdistanzen der besenderten Karpfen betragen für Karpfen 580 57,9 m und für Karpfen 600 47,5 m (Tab. 13).

Im Februar 2002 schwankte die mittlere Wassertemperatur zwischen 3,4 und 5,8 °C. Der Sauerstoffgehalt stieg bis auf 13,3 mg/l. Ab 12. Februar 2002 war der Mitterhöllteich eisfrei. Im Februar 2002 beschränkte sich der Aufenthaltsbereich des Karpfen 580 auf den Bereich des Teiches westlich der Messpunkte 5/13, während die Position von Karpfen 600 neben dem Bereich westlich der Messpunkte 5/13, auch auf Höhe der Messpunkte 8/12 bestimmt wurde (Abb. 66). Die mittlere Positionsdistanz betrug im Februar 2002 51,7 m (Abb. 67, Tab. 13). Während Karpfen 580 mit 38,5 m seine geringste individuelle mittlere Positionsdistanz in diesem Winter aufwies, erreichte Karpfen 600 mit 68,9 m seinen höchsten Wert für die individuelle mittlere Positionsdistanz in diesem Winter (Tab. 13).

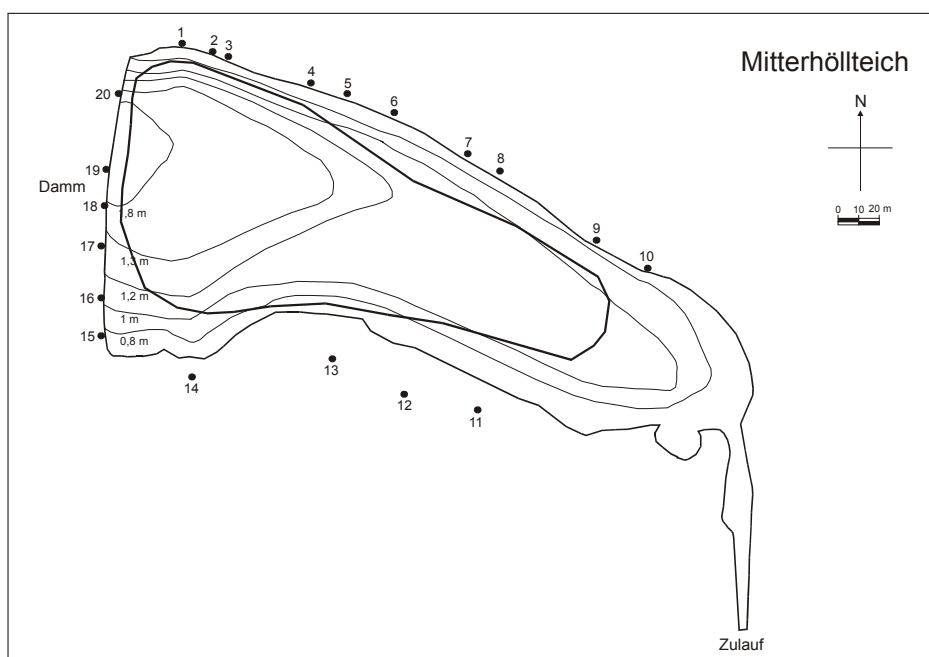


Abb. 63: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Mitterhöllteich im November 2001

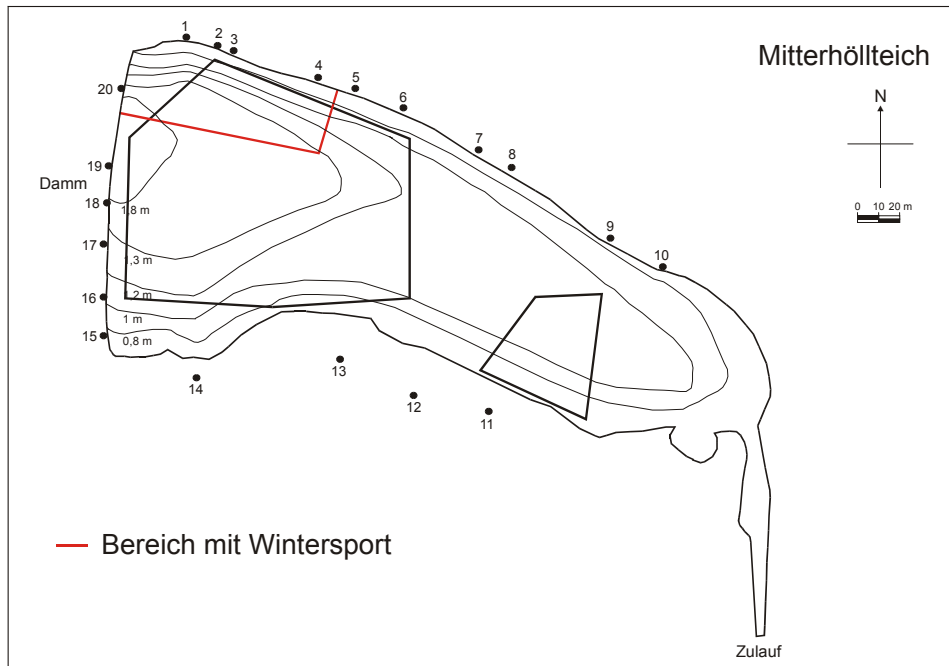


Abb. 64: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Mitterhölleiteich im Dezember 2001

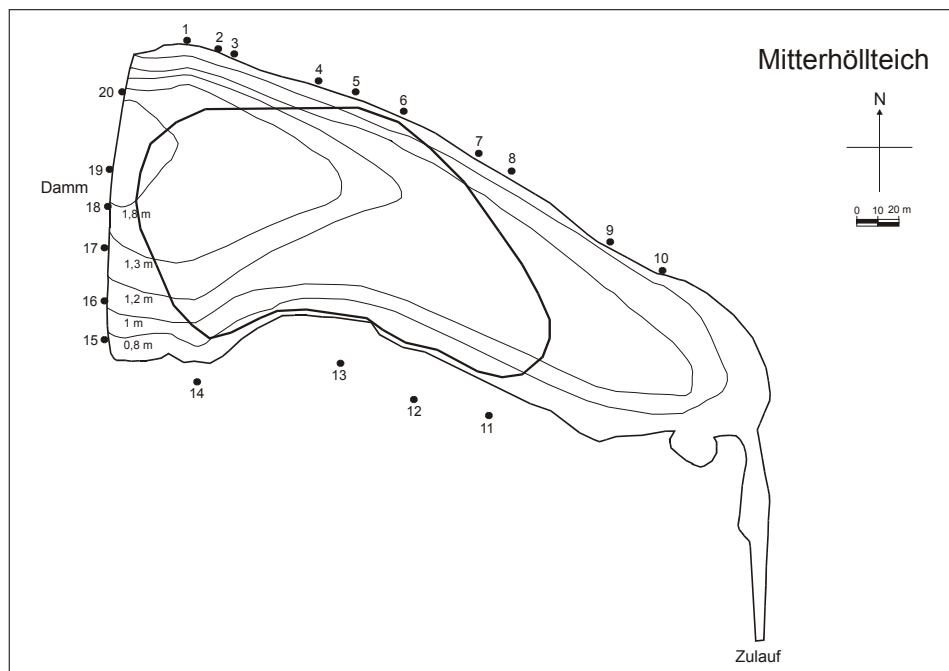


Abb. 65: Aufenthaltsbereich der besenderten Karpfen im Mitterhölleiteich im Jänner 2002



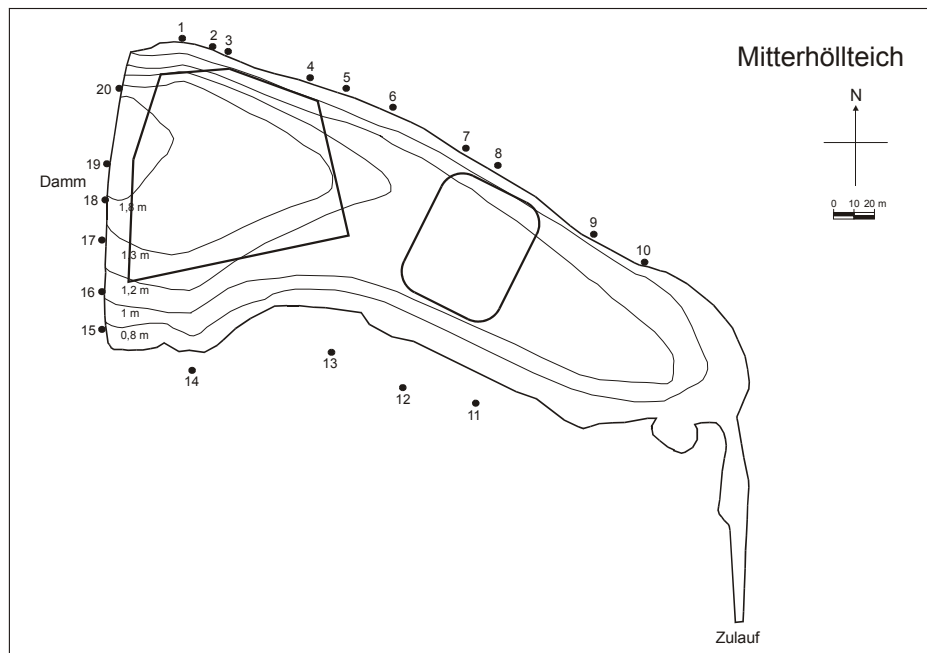


Abb. 66: Aufenthaltsbereiche der besenderten Karpfen im Mitterhölleiteich im Februar 2002

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen der Monate November 2001 bis Februar 2002 so zeigte sich, dass diese eine leicht abnehmende Tendenz aufwiesen (Abb. 67, Tab. 13). Wie aus Abbildung 92 jedoch ersichtlich ist, waren sich alle Monate in ihrer Variationsbreite der Positionsdistanzen sehr ähnlich. Statistisch konnten jedenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten ermittelt werden (t-Test). Allerdings konnte zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt ein signifikant negativer Zusammenhang festgestellt werden (lineare Regression,  $r^2 = 0,126$ ,  $p = 0,0392$ ) (Abb. 68). Das Bestimmtheitsmaß ist mit 0,126 allerdings niedrig und nur 12,6 % der Variabilität werden erklärt. Die Positionen der einzelnen Versuchsfische lassen eine Wanderung in den Zulaufbereich, der in Zusammenhang mit dem Sauerstoffgehalt steht, nicht eindeutig erkennen. Die Positionsdistanzen zwischen zwei aufeinander folgenden Tagen waren signifikant größer, als innerhalb eines Tages (Wilcoxon – Wilcox – Test,  $p = 0,000$ ). Das bedeutet, dass die ermittelten Positionsdistanzen zwischen zwei Positionsbestimmungen am selben Tag kleiner waren als zwischen zwei Positionsbestimmungen an aufeinander folgenden Tagen.

Der Mitterhölleiteich wurde aus dem Grund ausgewählt, da dort die Ausübung von Wintersport vom Bewirtschafter geduldet wird. Im Winter 2001/2002 konnte allerdings nicht ermittelt werden, ob von den Eisläufern irgendeine Wirkung auf die besenderten Karpfen ausging. Zwar wurde etwas Wintersport betrieben, das Ausmaß der Wintersportaktivitäten war jedoch sehr gering. Die raue, schneeverkrustete Beschaffenheit der Winterdecke behinderte wintersportliche Aktivitäten wie Schlittschuhlaufen, Eishockey und Eisstockschießen. Zudem beschränkten sich die wenigen Wintersportler auf einen Bereich im Nordwesten des Teiches, sodass ein Grossteil der Teichfläche unberührt blieb. Eine störende Auswirkung des Wintersports auf die besenderten Karpfen, die sich in einer signifikanten Erhöhung der mittleren Positionsdistanzen in den Monaten Dezember 2001 und Jänner 2002 bemerkbar machen sollte, konnte nicht festgestellt werden (Abb. 67, Tab. 13). Die Positionspolygone der einzelnen besenderten Karpfen finden sich im Anhang.

Tab. 13: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Mitterhölteich, Winter 2001/2002. In Klammer die Anzahl der Fälle und bei den Mittelwerten zusätzlich die Standardabweichung

	<b>Karpfen 580</b>	<b>Karpfen 600</b>	<b>Mittelwerte</b>
<b>November</b>	59,6 m (n=15)	60,4 m (n=15)	60,0 (n=30, s=44,0)
<b>Dezember</b>	58,4 m (n=15)	60,5 m (n=17)	59,5 (n=32, s=45,0)
<b>Jänner</b>	57,9 m (n=16)	47,5 m (n=16)	52,6 (n=33, s=28,8)
<b>Februar</b>	38,5 m (n=13)	68,9 m (n=10)	51,7 (n=23, s=37,1)

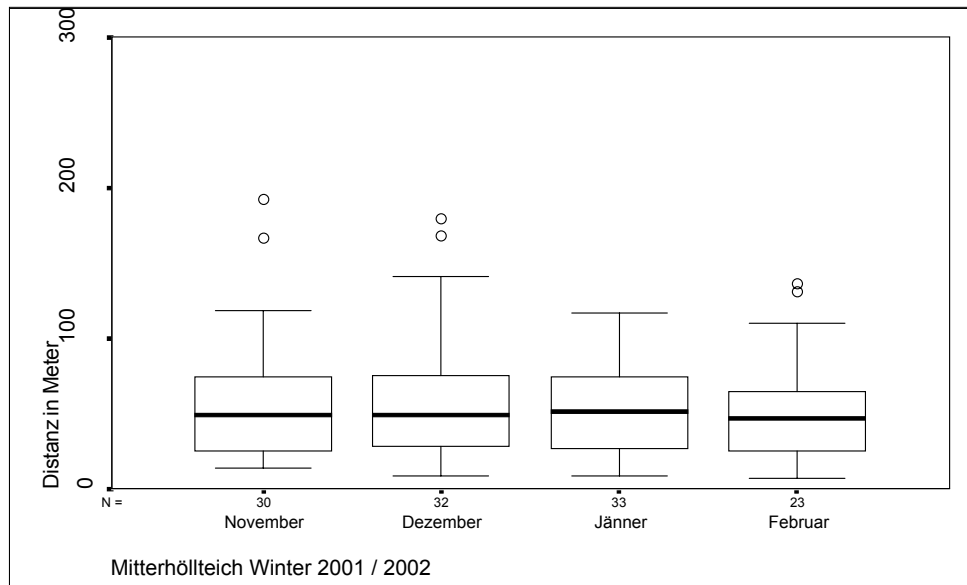


Abb. 67: Box-Whisker-Plot der Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Mitterhölteich im Winter 2001/2002, ° Ausreißer

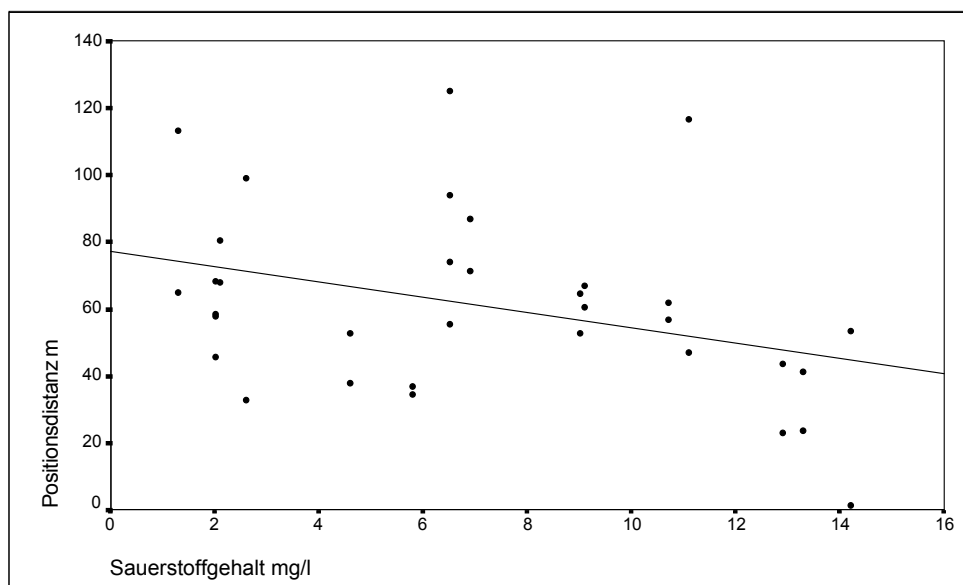


Abb. 68: Oben: Die Positionsdistanzen [m] aufgetragen gegen den Sauerstoffgehalt [mg/l] im Winter 2001/2002 im Mitterhölteich,  $r^2 = 0,126$ , lineare Regression  $p = 0,0392$

3.4.3.4. Vergleich von Streitteich, Kaltenbachteich und Mitterhölteich

Im Winter 2001/2002 wies der Kaltenbachteich gegenüber dem Streitteich die signifikant geringeren Positionsdistanzen auf (Mann – Whitney U – Test,  $p = 0,0000$ ). Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen zwischen Streitteich und Kaltenbachteich in den einzelnen Monaten November 2001, Dezember 2001, Jänner 2002 und Februar 2002 so zeigt sich, dass im Kaltenbachteich mit Ausnahme des Novembers stets die geringeren mittleren Positionsdistanzen zu beobachten waren (Abb. 69, Tab. 14). Einen signifikanten Unterschied der mittleren Positionsdistanz (t-Test) konnte für Dezember 2001 ( $p = 0,04$ ), für Jänner 2002 ( $p = 0,000$ ) und für Februar 2002 ( $p = 0,008$ ) nachgewiesen werden.

Vergleicht man die mittleren Positionsdistanzen zwischen Streitteich und Mitterhölteich in den Monaten November 2001 bis Februar 2002, so ergibt sich, dass in den Monaten November und Dezember 2001 die mittleren Positionsdistanzen im Mitterhölteich größer waren als im Streitteich. Im Jänner und Februar 2002 jedoch geringfügig geringer (Abb. 69, Tab. 14). Im Vergleich mit dem Kaltenbachteich wies der Mitterhölteich stets die größeren mittleren Positionsdistanzen auf (Abb. 69, Tab. 14).

Tab. 14: Mittlere Positionsdistanzen zwischen aufeinander folgende Peilungen im Winter 2001/2002. In Klammer die Anzahl der Fälle und die Standardabweichung

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbachteich</b>	<b>Mitterhölteich</b>
<b>November 2001</b>	41,5 m (n=53, s=17,6)	43,1 m (n=53, s=25,4)	60,0 m (n=30, s=44,0)
<b>Dezember 2001</b>	40,3 m (n=62, s=29,5)	27,6 m (n=60, s=16,0)	59,5 m (n=32, s=45,0)
<b>Jänner 2002</b>	55,6 m (n=62, s=50,8)	29,7 m (n=61, s=17,2)	52,6 m (n=33, s=28,8)
<b>Februar 2002</b>	55,6 m (n=49, s=36,2)	38,5 m (n=49, s=25,6)	51,7 m (n=23, s=37,1)

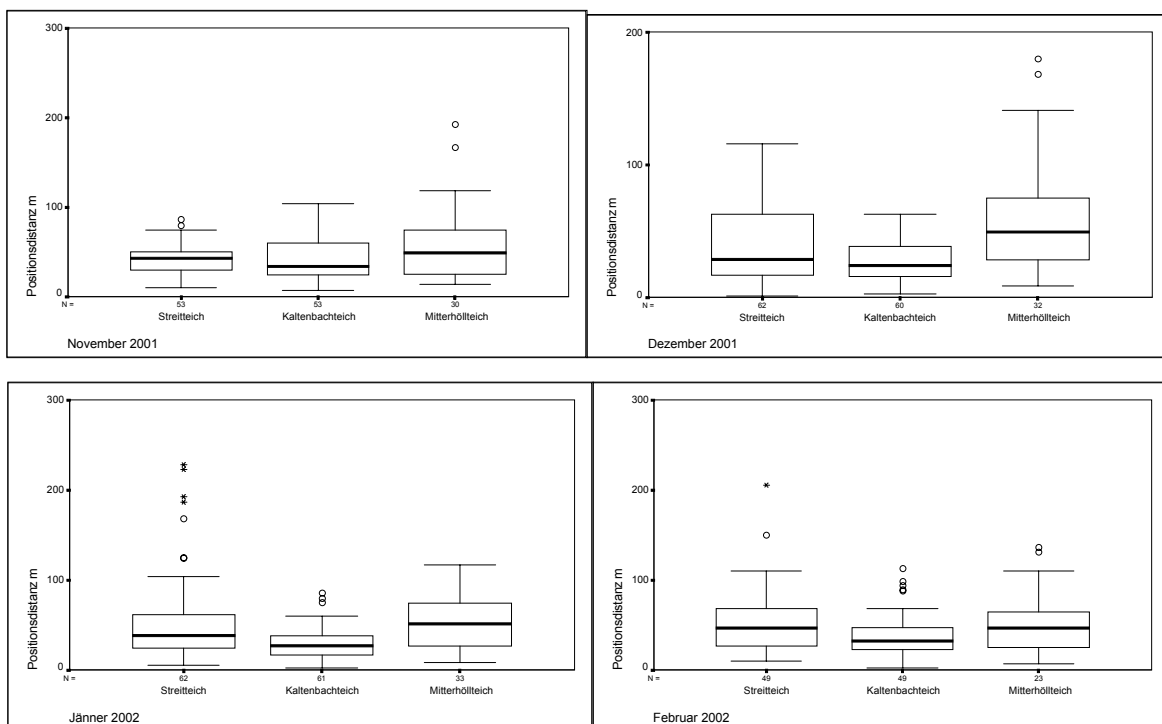


Abb. 69: Box-Whisker-Plots der mittleren Positionsdistanzen der besenderten Karpfen im Winter 1999/2000 im Streitteich, Kaltenbachteich und Mitterhölteich, ° Ausreißer, \* Extremwerte

### 3.5. Physikalisch/chemische Daten

#### 3.5.1. Die Winterteiche

Im Folgenden werden die wesentlichen physikalisch/chemischen Parameter der Versuchsteiche dargestellt. Die Tabellen 15, 16 und 17 zeigen Monatsmittelwerte sowie Minima und Maxima einiger Parameter. Die Daten für den Kaltenbacheich und den Streitteich sind Mittelwerte der Winter 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002. Die Daten für den Mitterhöllteich stammen aus dem Winter 2001/2002. Die vorhandenen Daten lassen einen Vergleich des Mitterhöllteichs am ehesten mit dem Streitteich zu. Grund ist der hohe Nährstoffgehalt in beiden Teichen. Der Gehalt an Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>) schwankte im Monatsmittel im Mitterhöllteich zwischen 121 und 172 µg/l (Tab. 18). Im Streitteich schwankte dieser Wert zwischen 116 und 252 µg/l und im Kaltenbacheich zwischen 30 und 60 µg/l. Der Gehalt an Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) war im Streitteich mit Monatsmittel zwischen 0,39 und 0,51 mg/l (Tab. 15) und im Mitterhöllteich mit Monatsmittelwerten zwischen 0,24 und 0,64 mg/l (Tab. 17) gegenüber dem Kaltenbacheich mit Monatsmittelwerten zwischen 0,03 und 0,11 mg/l (Tab. 16) deutlich höher. Mit dieser hohen Nährstoffbelastung einher ging auch die gegenüber dem Kaltenbacheich mit einem Monatsmittel von 1,2 bis 2,1 m (Tab. 16) geringe Sichttiefe im Streitteich, Monatsmittel 0,5 bis 1,1 m (Tab. 15) und im Mitterhöllteich, Monatsmittel 0,4 bis 0,8 m (Tab. 17). Die beiden letztgenannten Teiche zeichneten sich auch durch niedrigere Monatsmittelwerte beim Sauerstoffgehalt aus. Der minimale Sauerstoffgehalt betrug im Streitteich 0,6 mg/l und im Mitterhöllteich 1,1 mg/l (Tab. 15, 17). Der Kaltenbacheich war der Teich mit dem konstantesten und höchsten Gehalt an Sauerstoff. In den drei Wintern wurden 3,8 mg/l nicht unterschritten und die Monatsmittelwerte schwankten zwischen 7,4 und 12,1 mg/l. Als wärmster Teich erwies sich in den drei Wintern ebenfalls der Kaltenbacheich mit einem monatlichen Temperaturmittel zwischen 3,1 und 5,6 °C (Tab. 16). Der Streitteich war mit Monatsmittelwerten zwischen 1,9 und 4,6 °C der kältere Teich (Tab. 15). Im Mitterhöllteich schwankten die mittleren Monatstemperaturen zwischen 2,2 und 5,5 °C (Tab. 17). Der pH Wert war im Kaltenbacheich während der drei Winter im Monatsmittel 7,0 – 8,1 höher als im Streitteich, Monatsmittel 7,2 – 7,7 (Tab. 15, 16). Der Spitzenwert im Kaltenbacheich lag bei pH 9,0 (Tab. 16). Der Mitterhöllteich zeigt einen pH Wert von 7,0 bis 7,3 im Monatsmittel (Tab. 17). In Zusammenhang mit dem pH Wert muss das Säurebindungsvermögen oder die Alkalinität (SBV) gesehen werden. Der Kaltenbacheich erwies sich dabei als der schlechter gepufferte Winterteich mit einem SBV von 1,3 bis 1,4 mVal/l im Monatsmittel (Tab. 16). Der Streitteich wies ein SBV von 1,8 bis 2,4 im Monatsmittel auf (Tab. 15) und der Mitterhöllteich zeigte ein SBV von 1,7 bis 2,0 mVal/l (Tab. 17).

Tab. 15: Physikalisch/chemische Parameter des Streitteichs im Winter, Monatsmittelwerte, Minimum und Maximum

Monat	Sichttiefe [m]	T [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	O <sub>2</sub> [%]	pH	SBV [mval/]	NH <sub>4</sub> [mg/l]	Pges [µg/l]
Nov.	0,5	4,6	9,4	78	7,7	2,4	0,51	252
Dez.	0,6	1,9	11,3	87	7,7	2,4	0,46	186
Jan.	1,1	2,0	4,5	34	7,2	2,6	0,89	174
Feb.	0,9	1,9	11,9	92	7,4	1,8	0,39	116
Min.	0,3	0,2	0,6	4	6,9	1,0	0,04	65
Max.	1,4	7,8	16,6	129	8,4	3,4	1,39	405

Tab. 16: Physikalisch/chemische Parameter des Kaltenbacheichs im Winter, Monatsmittelwerte, Minimum und Maximum

Monat	Sichttiefe [m]	T [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	O <sub>2</sub> [%]	pH	SBV [mval/]	NH <sub>4</sub> [mg/l]	Pges [µg/l]
Nov.	1,2	5,6	10,7	91	8,1	1,4	0,06	60
Dez.	1,5	3,4	12,1	97	8,0	1,3	0,03	40
Jan.	1,6	3,1	7,4	59	7,2	1,5	0,11	36
Feb.	2,1	3,4	7,6	61	7,0	1,4	0,07	30
Min.	0,8	1,0	3,8	30	6,3	0,6	0,01	20
Max.	2,5	8,2	13,0	106	9,0	1,9	0,27	87

Tab. 17: Physikalisch/chemische Parameter des Mitterhölleichs im Winter, Monatsmittelwerte, Minimum und Maximum

Monat	Sichttiefe [m]	T [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	O <sub>2</sub> [%]	pH	SBV [mval/]	NH <sub>4</sub> [mg/l]	Pges [µg/l]
Nov.	0,4	5,5	8,8	74	7,3	1,8	0,24	172
Dez.	0,8	2,3	9,2	72	7,2	1,7	0,42	139
Jan.	0,9	2,2	6,1	47	7,0	2,0	0,65	146
Feb.	0,8	2,9	11,6	92	7,3	1,9	0,35	121
Min.	0,3	0,7	1,1	9	6,9	1,4	0,07	105
Max.	1,0	7,3	13,3	102	7,1	2,2	1,49	290

### 3.5.2. Winter 1999/2000

Bei Streitteich und Kaltenbacheich war ab dem 25.11.1999 eine geschlossene Winterdecke vorhanden. Beim Kaltenbacheich bestand diese Winterdecke durchgehend bis zum 14. März 2000. Beim Streitteich war um den 6. Dezember die Winterdecke kurzfristig geöffnet, schloss sich jedoch wieder. Ab dem 10. Februar begann sich die Winterdecke zu öffnen und schließlich war der Streitteich ab dem 1. März eisfrei. Bei beiden Teichen bestand während des Winters nur ein sehr geringer Zufluss, was Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt in den Teichen hatte. Abbildung 70 zeigt den Verlauf der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes, unter Berücksichtigung der Winterdecke, während der Wintermonate 1999/2000.

Aufgrund der extrem angespannten Sauerstoffsituation im Streitteich wurden um den 3. Jänner 2000 an drei Stellen Wuhnen geschnitten und damit die Winterdecke geöffnet. Der niedrigste Sauerstoffgehalt wurde im Jänner 2000 mit 0,6 mg/l, das entspricht einer Sättigung von 4 % (Tab. 18), gemessen. Ab dem 11. Jänner kam zusätzlich ein Belüfter wechselweise in den Wuhnen zum Einsatz. Der Gehalt an Sauerstoff stieg aufgrund dieser Maßnahmen an. Die Wassertemperatur sank jedoch und erreichte mit 0,4 °C ihren tiefsten Wert Anfang Februar 2000 (Abb. 70, Tab. 18). Maßnahmen, die eine Verbesserung des

Sauerstoffgehaltes zum Ziel hatten, waren im Kaltenbacheich nicht notwendig. Im Mittel betrug der Gehalt an Sauerstoff 8,8 mg/l und die Sättigung 72 % (Tab. 18). Die Wassertemperaturen waren im Mittel mit 4,3 °C ebenfalls deutlich höher als im Streitteich und sanken im Minimum auf 2,5 °C ab (Tab. 18).

Abbildung 71 zeigt den Sauerstoffgehalt in der Tiefe und die Menge an Gesamtphosphor im Streitteich während des Winters 1999/2000. Auffallend ist, dass die Spitzen des Gehaltes an Gesamtphosphor und die Minima des Sauerstoffgehaltes zusammenfallen. Im Streitteich erreichte der Gehalt an Gesamtphosphor Spitzenwerte von 348 µg/l und der Mittelwert lag bei immerhin 233 µg/l. Im Kaltenbacheich hingegen schwankten der Gehalt an Gesamtphosphor im Winter 1999/2000 zwischen 20 – 61 µg/l, der Mittelwert betrug 41 µg/l (Tab. 18).

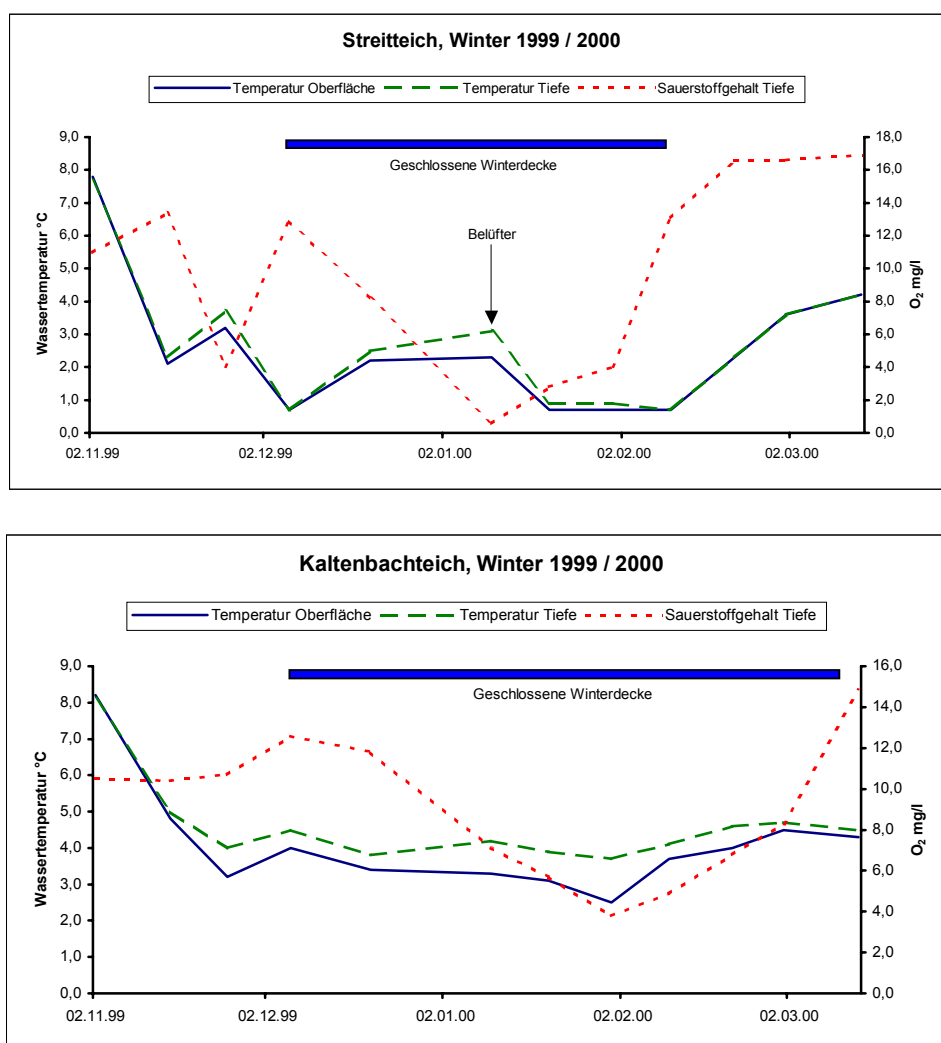


Abb. 70: Verlauf von Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt im Streitteich und Kaltenbacheich in den Wintermonaten 1999/2000

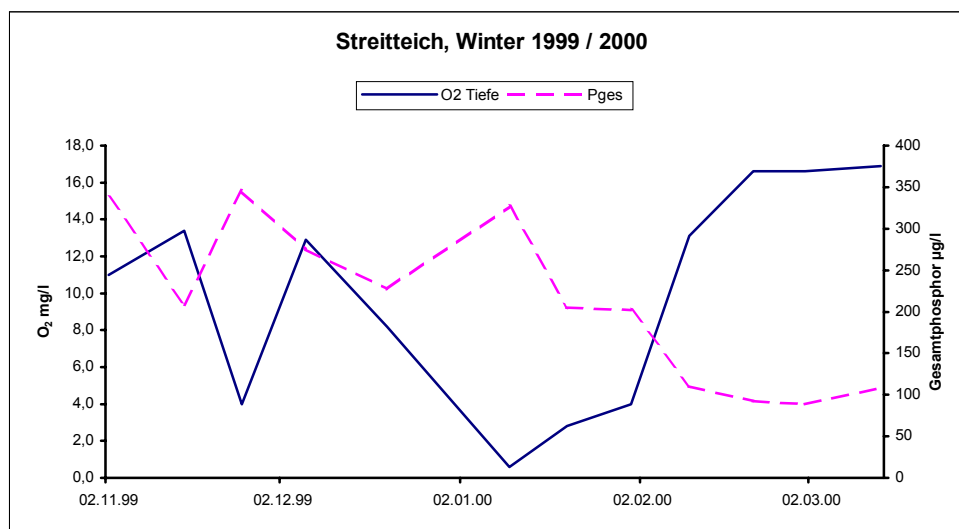


Abb. 71: Verlauf von Gesamtphosphor und Sauerstoffgehalt im Streitteich in den Wintermonaten 2000/2001

Tab. 18: Monatsmittelwerte, Maxima und Minima ausgewählter Parameter im Winter 1999/2000

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbachteich</b>
<b>Wassertemperatur °C</b>	Nov.: 4,5 Dez.: 1,5 Jan.: 1,1 Feb.: 1,5 Min./Max.: 0,4 – 7,9	Nov.: 5,6 Dez.: 3,9 Jan.: 3,4 Feb.: 4,1 Min./Max.: 2,5 – 8,2
<b>Sauerstoffgehalt mg/l</b>	Nov. 9,6 Dez.: 10,8 Jan.: 2,3 Feb.: 14,8 Min./Max.: 0,6 – 16,6	Nov.: 10,6 Dez.: 12,6 Jan.: 5,6 Feb.: 6,5 Min./Max.: 3,8 – 12,9
<b>Sauerstoffsättigung %</b>	Nov.: 80 Dez.: 82 Jan.: 17 Feb.: 113 Min./Max.: 4 – 129	Nov.: 90 Dez.: 102 Jan.: 47 Feb.: 53 Min./Max.: 30 – 104
<b>Gesamtphosphor µg/l</b>	Nov.: 297 Dez.: 251 Jan.: 245 Feb.: 101 Min./Max.: 92 – 348	Nov.: 54 Dez.: 37 Jan.: 35 Feb.: 24 Min./Max.: 20 – 61 (41)

### 3.5.3. Winter 2000/2001

Am Streitteich und Kaltenbachteich erfolgte die Vereisung gleichzeitig um den 18. Dezember 2000. Eisfrei waren beide Teiche wieder gleichzeitig um den 19. März 2001. Abbildung 72 zeigt den Verlauf der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes, unter Berücksichtigung der Winterdecke, während der Wintermonate 2000/2001.

Wie im Winter 1999/2000 wurden auch im Winter 2000/2001 vom Bewirtschafter im Streitteich drei Wuhnen geschnitten. Das geschah um den 30. Jänner 2001. Der niedrige Sauerstoffgehalt von im Minimum 2,5 mg/l und einer Sättigung von 19 % Ende Jänner

2001, machten diese Maßnahme unumgänglich (Tab. 19). Ab dem 1. Februar wurde zusätzlich in der Einfahrt zur Fischgrube vom Ufer aus belüftet, um den drohenden Sauerstoffmangel zu beheben. Das Öffnen der Winterdecke und das Belüften bewirkten ein Ansteigen des Sauerstoffgehaltes. Im Gegenzug sank die Wassertemperatur auf ein Minimum von 0,4 °C Anfang Februar (Abb. 72, Tab. 19). Der negative Zusammenhang von Sauerstoffgehalt und Gesamtphosphor ist vorhanden, aber bei weitem nicht so deutlich ausgeprägt wie im Winter 1999/2000 (Abb. 73). Der Gehalt an Gesamtphosphor schwankte im Streitteich zwischen 111 – 264 µg/l und der Mittelwert war mit 165 µg/l deutlich geringer als im Winter 1999/2000. Im Kaltenbacheich lag der mittlere Gehalt an Gesamtphosphor bei 52 µg/l (Tab. 19). Die mittlere Wassertemperatur betrug im Kaltenbacheich 4,2 °C mit einem Minimum von 2,2 °C (Tab. 19). Der Sauerstoffgehalt schwankte zwischen 5,5 und 11,9 mg/l (Tab. 19).

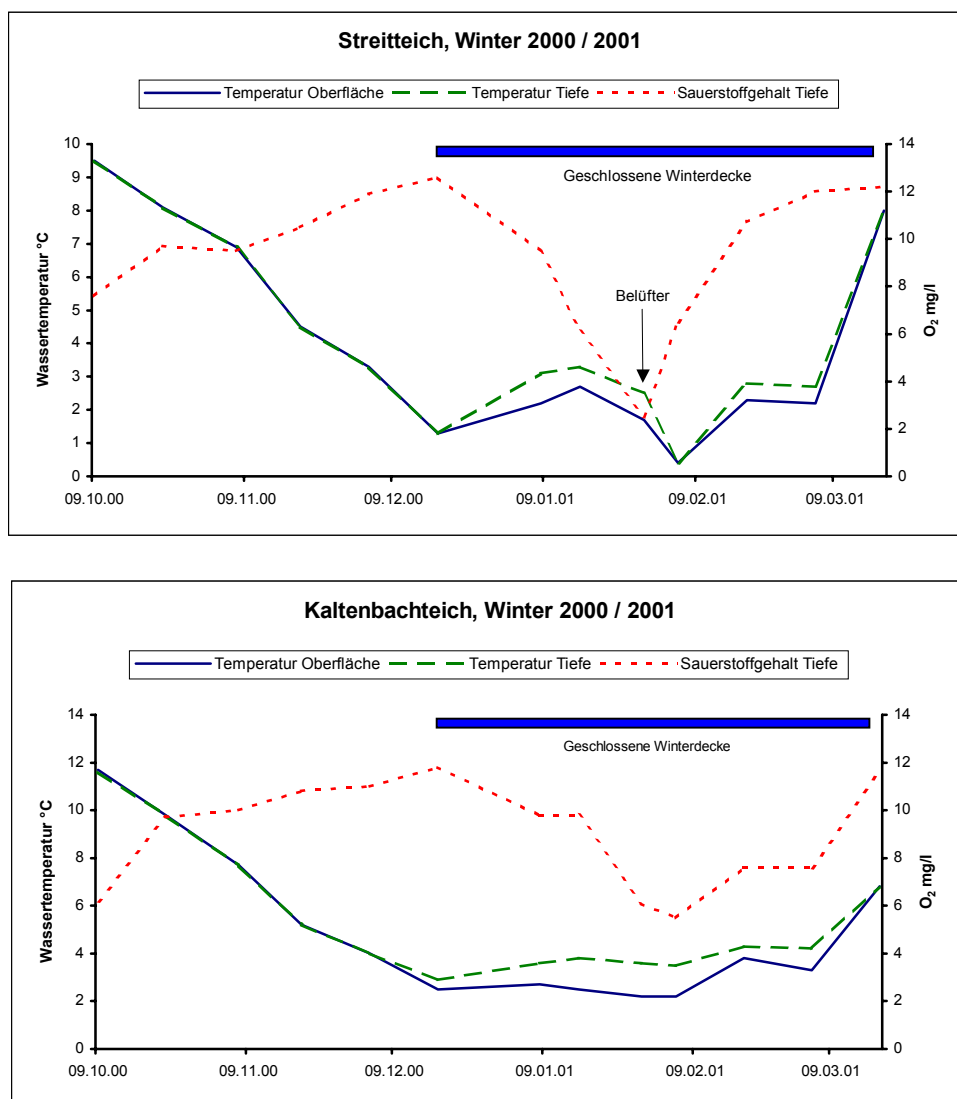


Abb. 72: Verlauf von Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt im Streitteich und Kaltenbacheich in den Wintermonaten 2000/2001



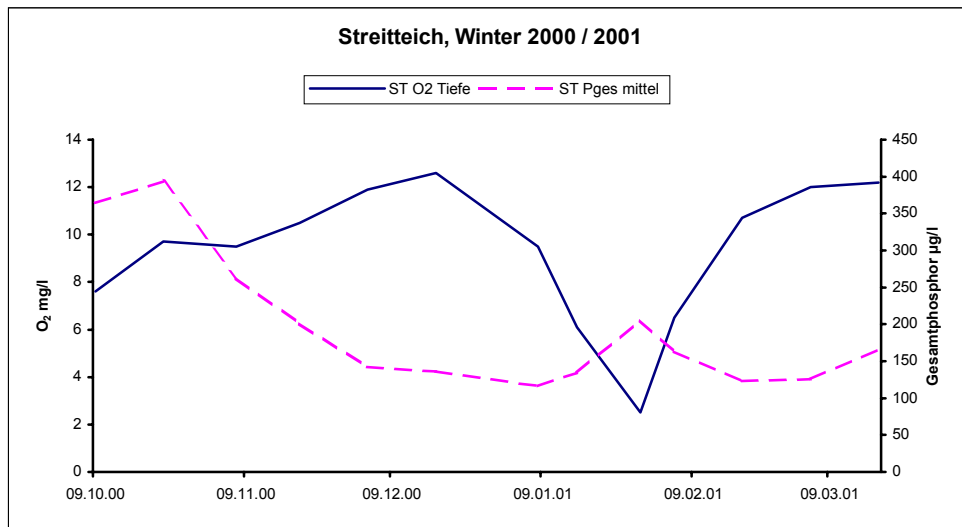


Abb. 73: Verlauf von Gesamtphosphor und Sauerstoffgehalt im Streitteich in den Wintermonaten 2000/2001

Tab. 19: Monatsmittelwerte, Minima und Maxima ausgewählter Parameter im Winter 2000/2001

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbachteich</b>
<b>Wassertemperatur °C</b>	Nov.: 5,7 Dez.: 2,3 Jan.: 3,5 Feb.: 1,5 Min./Max.: 0,4 – 6,9	Nov.: 6,4 Dez.: 3,4 Jan.: 3,1 Feb.: 3,5 Min./Max.: 2,2 – 7,7
<b>Sauerstoffgehalt mg/l</b>	Nov.: 10,0 Dez.: 12,2 Jan.: 4,0 Feb.: 8,9 Min./Max.: 2,5 – 12,6	Nov.: 10,6 Dez.: 11,3 Jan.: 9,1 Feb.: 7,3 Min./Max.: 5,5 – 11,9
<b>Sauerstoffsättigung %</b>	Nov.: 84 Dez.: 95 Jan.: 57 Feb.: 68 Min./Max.: 19 – 95	Nov.: 92 Dez.: 91 Jan.: 72 Feb.: 59 Min./Max.: 44 – 96
<b>Gesamtphosphor µg/l</b>	Nov.: 232 Dez.: 139 Jan.: 152 Feb.: 143 Min./Max.: 111 – 264	Nov.: 75 Dez.: 39 Jan.: 45 Feb.: 40 Min./Max.: 36 – 87

#### 3.5.4. Winter 2001/2002

Der Eisschluss erfolgte am Streitteich, Kaltenbacheich und Mitterhöllteich gleichzeitig um den 15. November 2001. Ende November 2001, um den 27. ,bis etwa den 6. Dezember 2001 war die Winterdecke aller drei Teiche teilweise eisfrei. Ein neuerlicher Eisschluss war ebenfalls bei allen drei Teichen gleichzeitig ab etwa dem 10. Dezember 2001 zu beobachten. Bei Streit- und Kaltenbacheich begann sich die Winterdecke um den 6. Februar 2002 zu öffnen, um schließlich mit dem 12. Februar (Streitteich) bzw. 14. Februar (Kaltenbacheich) vollständig verschwunden zu sein. Das Eis am Mitterhöllteich öffnete sich schon um den 28. Jänner 2002 und war mit 12. Februar verschwunden. Abbildung 74 zeigt den Verlauf der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes, unter Berücksichtigung der Winterdecke, während der Wintermonate 2001/2002.

Wie Abbildung 74 zeigt, zeichnete sich im Streit- und Mitterhöllteich gegen Ende Jänner 2002 eine Sauerstoffknappheit ab. Der Sauerstoffgehalt im Streitteich sank im Jänner 2002 auf 1,5 mg/l, das entspricht einer Sättigung von 12 %. Im Mitterhöllteich sank der Sauerstoffgehalt auf 1,1 mg/l, das entspricht einer Sättigung von 9 % (Tab. 20). Es wären wohl auch Maßnahmen seitens der Bewirtschafter notwendig geworden, hätte nicht eine Tauwetterperiode ab der zweiten Jännerhälfte für deutliche Entspannung gesorgt (Abb. 74). Zusätzlich wirkte sich der ungewöhnlich große Zufluss in diesem Winter bei beiden Teichen günstig auf die Sauerstoffversorgung aus. Im Kaltenbacheich konnten derartig niedrige Sauerstoffgehalte, wie auch schon in den Vorwintern, nicht beobachtet werden. Die Werte betragen im Mittel 9,8 mg/l und die Sättigung im Mittel 78 % (Tab. 20). Die Wassertemperaturen betragen im Streitteich im Mittel 2,7 °C, im Kaltenbacheich 3,3 °C und im Mitterhöllteich 3,0 °C (Tab. 20). Das gleichzeitige Auftreten von Sauerstoffminima und Gesamtposphormaxima konnte im Streitteich nicht beobachtet werden (Abb. 74). Die Schwankungsbreite war in diesem Winter mit 65 – 390 µg/l breiter als in den vorigen Wintern. Der mittlere Gehalt an Gesamtposphor lag mit 177 µg/l zwischen dem Winter 1999/2000 und 2000/2001 (Tab. 20). Im Kaltenbacheich war der Gehalt an Gesamtposphor mit einem Mittelwert von 24 µg/l und einer Schwankungsbreite von 19 – 33 µg/l am niedrigsten von allen drei Versuchswintern (Tab. 20). Der Mitterhöllteich wies einen mittleren Gehalt an Gesamtposphor von 189 µg/l auf (Tab. 20).

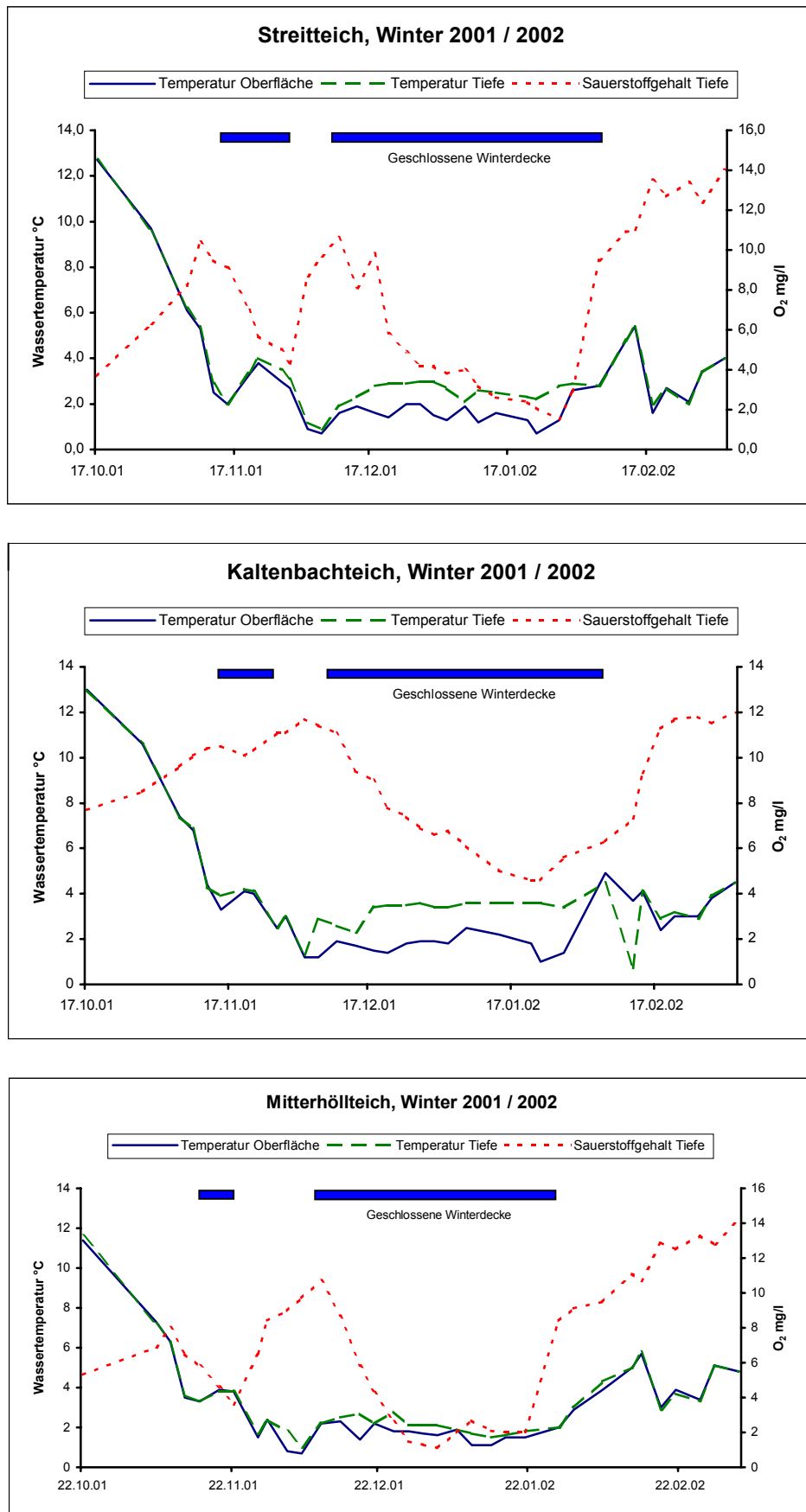


Abb. 74: Verlauf von Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt im Streitteich, Kaltenbacheich und Mitterhölleiteich in den Wintermonaten 2001/2002

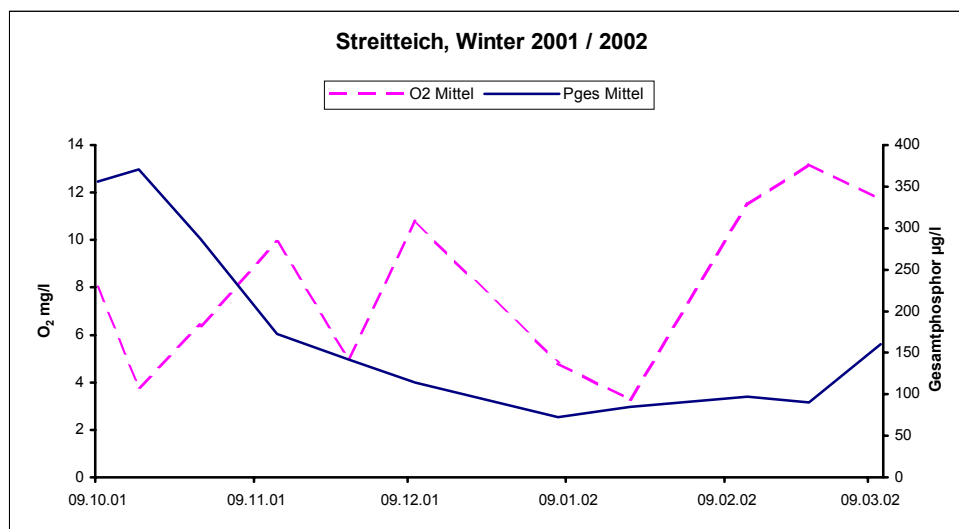


Abb. 75: Verlauf von Gesamtphosphor und Sauerstoffgehalt im Streitteich in den Wintermonaten 2001/2002

Tab. 20: Monatsmittelwerte, Minima und Maxima ausgewählter Parameter im Winter 2001/2002

	<b>Streitteich</b>	<b>Kaltenbachteich</b>	<b>Mitterhölteich</b>
<b>Wassertemperatur °C</b>	Nov.: 3,6 Dez.: 1,9 Jan.: 2,0 Feb.: 3,3 Min./Max.: 0,7 – 6,2	Nov.: 4,6 Dez.: 2,3 Jan.: 2,6 Feb.: 3,5 Min./Max.: 1,0 – 7,4	Nov.: 4,0 Dez.: 1,9 Jan.: 1,8 Feb.: 4,2 Min./Max.: 0,7 – 7,3
<b>Sauerstoffgehalt mg/l</b>	Nov.: 8,0 Dez.: 8,6 Jan.: 3,8 Feb.: 12,0 Min./Max.: 1,5 – 13,7	Nov.: 10,5 Dez.: 10,4 Jan.: 6,7 Feb.: 9,8 Min./Max.: 4,6 – 12,2	Nov.: 7,2 Dez.: 7,0 Jan.: 4,3 Feb.: 11,8 Min./Max.: 1,1 – 13,3
<b>Sauerstoffsättigung %</b>	Nov.: 65 Dez.: 66 Jan.: 30 Feb.: 96 Min./Max.: 12 – 106	Nov.: 87 Dez.: 81 Jan.: 53 Feb.: 79 Min./Max.: 37 – 98	Nov.: 59 Dez.: 54 Jan.: 33 Feb.: 97 Min./Max.: 9 – 107
<b>Gesamtphosphor µg/l</b>	Nov.: 158 Dez.: 114 Jan.: 77 Feb.: 94 Min./Max.: 65 – 390	Nov.: 32 Dez.: 22 Jan.: 22 Feb.: 24 Min./Max.: 19 – 33	Nov.: 236 Dez.: 175 Jan.: 127 Feb.: 135 Min./Max.: 105 – 290

## 4. Diskussion

### 4.1. Allgemeiner Gesundheitszustand nach der Winterung

Wie wichtig eine gute Kondition der Karpfen im Herbst für eine erfolgreiche Überwinterung ist, wird in der einschlägigen Literatur einhellig betont (z.B. HOFMANN et al. 1987, BOHL 1999). Ein Maß für die Kondition eines Karpfens ist der Korpulenzfaktor. Er gilt als Qualitätskriterium bei Zuchtfischen. Der optimale Bereich, in dem sich der Korpulenzfaktor befinden sollte, variiert von Spezies zu Spezies und liegt für den Karpfen zwischen 2,0 und 2,5 (HAAS 1982) bzw. 2,0 und 2,2 (SCHWARZ 1998). Ergibt die Berechnung einen Korpulenzfaktor von unter 1,5, so besteht beim Karpfen akute Lebensgefahr (LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Die Abnahme des Korpulenzfaktors während der Winterung sollte möglichst gering bleiben, da es sonst zu erhöhten Winterverlusten und/oder Problemen im Frühjahr kommen kann. Eine Abnahme des Korpulenzfaktors von 15 - 20 % während der Winterung würde bedeuten, dass die Fische starkem Stress unterliegen und anfällig für Parasiten und Krankheiten sind (LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Bezüglich des Korpulenzfaktors, der erforderlich ist, um den Winter zu überstehen, gibt es Untersuchungen und Empfehlungen für einsömmrige Karpfen (K1), die von Korpulenzfaktoren zwischen 1,6 und 2,0 sprechen, die unbedingt notwendig sind (SIGOW nach STEFFENS 1964).

In diesem Lichte wurden die besenderten Karpfen durchaus erfolgreich überwintert. Im Winter 1999/2000 lag die durchschnittliche Veränderung des Korpulenzfaktors bei -2,3 %, im Winter 2000/2001 bei -1,7 % und im Winter 2001/2002 bei -0,7 %. Weit davon entfernt, in einen gefährlichen Bereich abzugleiten. Gerade im Winter 1999/2000 erscheint dieses Ergebnis sehr zufriedenstellend, da bereits vor der Einwinterung die Hälfte der Karpfen einen Korpulenzfaktor von unter 2,0 aufwies. Trotzdem verursachte die Überwinterung 1999/2000 keinerlei Probleme. Es sei hier angemerkt, dass erfahrene Fischzüchter beim Waldviertler Karpfen einen Korpulenzfaktor von 1,9 vor der Überwinterung auch als ausreichend erachten (persönliche Mitteilung GRATZL).

Da in die Berechnung des Korpulenzfaktors auch das Gesamtgewicht des Fisches eingeht, liegt einer Abnahme des Korpulenzfaktors, bei gleichbleibender Totallänge, natürlich eine Gewichtsabnahme zu Grunde. Diese Gewichtsabnahmen betragen im Durchschnitt 2,3 % im Winter 1999/2000, 1,6 % im Winter 2000/2001 und 0,7 % im Winter 2001/2002. Vergleicht man diese Werte mit Angaben in der Literatur, dann darf man ebenfalls von einer erfolgreichen Überwinterung sprechen. So berichtet beispielsweise STEFFENS (1980) von Gewichtsabnahmen bei K2 und älteren Karpfen von durchschnittlich 6 % und MANN (1960) von Gewichtsabnahmen bei überwinterten Karpfen zwischen 1,1% – 15,6%. HOFMANN et al. (1987) und BOHL (1999) legen die gewöhnlichen Gewichtsverluste über den Winter mit 5 – 10 % fest, während SCHÄPERCLAUS (1961) und ZOBEL (1991) von 5 – 15 % ausgehen. Bei jungen Karpfen können die Gewichtsverluste über den Winter noch erheblich höher liegen. So berichtet WŁODEK (1959) von durchschnittlichen Gewichtsverlusten bei K1 von 16,5 % und PROKEŠ et al. (1994) von Gewichtseinbußen zwischen 13,3 und 24,5 %. Die Gewichtsverluste rühren daher, dass die Karpfen während der Wintermonate aufgrund der niedrigen Wassertemperaturen einerseits einen geringeren Stoffumsatz haben, aber andererseits die Möglichkeiten der Nahrungsaufnahme und Verwertung eingeschränkt sind. Verluste an Körpersubstanz können so nur ungenügend ausgeglichen werden. Das trifft insbesondere

dann zu, wenn die Tiere zu erhöhter Aktivität gezwungen sind. Dies kann der Fall sein, wenn die Fische übermäßig beunruhigt werden, sei's durch negative Umweltbedingungen - wie etwa Sauerstoffmangel - oder Störungen durch Räuber, um hier nur zwei mögliche Ursachen zu nennen. Dass die besenderten Karpfen darüber hinaus sehr sensibel auf Aktivitäten auf dem Eis reagierten, konnte in der vorliegenden Arbeit nachgewiesen werden. Darauf wird noch zurückzukommen sein.

Gewichtsabnahmen scheinen während des Winters natürlich. Es traten jedoch auch sechs Fälle auf, in denen die Versuchstiere entweder kein Gewicht verloren oder sogar geringfügige Gewichtszunahmen zwischen 0,2 und 1,9 % aufwiesen. Dementsprechend änderte sich auch der Korpulenzfaktor nicht oder nahm ebenfalls geringfügig zu. Die Tatsache, dass die Fische im Frühjahr unmittelbar nach dem Auftauen der Eisdecke und noch vor der Frühjahrsabfischung vom Teichbewirtschafter mit hochwertigem Futter gefüttert wurden und das Futterangebot auch annahmen, könnte eine mögliche Erklärung sein. Stellt sich nur die Frage, warum dann nicht mehr Versuchsfische Gewichtszunahmen zeigten. Als Indiz für die ausgleichende Wirkung der Frühjahrsfütterung, die den Mangel an Naturnahrung überbrücken und die Kondition der überwinterten Karpfen stärken soll, könnte der generell niedrige Gewichtsverlust der Versuchsfische gelten. Die Fütterung zeitig im Frühjahr wird ja nicht von ungefähr von verschiedener Seite empfohlen (z.B.: LASSLEBEN 1964, KOCH et al. 1982). Gewichtszunahmen über den Winter sind auch in der Literatur nicht unbekannt. WŁODEK (1959 und dort zitierte Autoren) berichten von Gewichtszunahmen bei K1 von bis zu 4,5 % und führen das darauf zurück, dass K1 generell noch lange in den Herbst hinein Nahrung aufnehmen und zeitig im Frühjahr wieder mit dem Fressen beginnen. Auch von einem K4, der eine Gewichtszunahme von 0,6 % aufwies, weiß WŁODEK (1959) zu berichten. Er führte diesen Umstand auf besonders günstige Winterungsbedingungen zurück.

## 4.2. Der Karpfen im Winter

### 4.2.1. Verhalten im Winter - das Winterlager

Nach MORGAN (1939, zitiert in ULTSCH 1989) gehört der Karpfen in Hinblick auf sein Überwinterungsverhalten zu jenen Süßwasserfischen der nördlichen Hemisphäre, die ihre Aktivität im Winter einschränken und wenig bis gar keine Nahrung aufnehmen. Unter 10 °C Wassertemperatur, so schreibt ALBRECHT (1966a) in seiner Arbeit über die Winterruhe und den Kohlehydratstoffwechsel des Karpfens, werden die Karpfen inaktiver und gehen schließlich in einen lethargieähnlichen Zustand über. Von dieser Einschränkung der Aktivität gehen auch die maßgeblichen deutschsprachigen Werke der Teichwirtschaft aus (z.B. HOFMANN et al. 1987, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Auch Untersuchungen aus dem angloamerikanischen Raum (z.B. OTIS & WEBER 1982, BROWN et al. 2001) und aus Russland (OSIPOVA 1979) stellen eine Einschränkung der Aktivität fest. Bei einem direkten Vergleich ist allerdings Vorsicht geboten. Zum einen ist zumindest im deutschsprachigen Europa die Theorie vom sogenannten Winterlager - als ein relativ eng begrenzter Bereich im Teich, an dem sich die Fische dichtgedrängt sammeln - verbreitet (z.B. STEFFENS 1980, REICHLER 1998), welches außerhalb Europas nirgends Erwähnung findet. Zum anderen beziehen sich die Untersuchungen in Europa, auch jene der vorliegenden Arbeit, auf Winterteiche, d.h. speziell für den Zweck der Karpfenwinterung verwendete künstliche Gewässer. Die Arbeiten außerhalb Europas

hingegen, abgesehen von den nur teilweise erschlossenen Aufsätzen, welche die russische Karpfenzucht im Blick haben, beziehen sich auf Fließgewässer (BROWN et al. 2001), große Stauseen (OSIPOVA 1979) und kleinere Staue (OTIS & WEBER 1982). Niemals handelt es sich dabei jedoch um zum Zwecke der Karpfenzucht angelegte Gewässer. Will man sich ein Bild von der Aktivität der Karpfen während des Winters machen, dann ist es zweckmäßig, zunächst von dem Fall auszugehen, dass die Karpfen ohne Störung und unter günstigen Umweltbedingungen, d.h. beispielsweise ohne Sauerstoffmangel, überwintern können. Andernfalls ist nämlich mit einer erhöhten Aktivität der Karpfen zu rechnen. Das zeigen unter anderem die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung. Die Notwendigkeit der Störungsfreiheit und von optimalen Umweltbedingungen für eine ruhige und erfolgreiche Überwinterung werden nicht umsonst in der einschlägigen Literatur besonders betont (SCHMELLER 1988, ZOBEL 1992, HAAS 1997, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Aus diesem Grund werden an dieser Stelle die Ergebnisse aus dem Streitteich nicht berücksichtigt. Der zeitweilig große Sauerstoffmangel im Streitteich veranlasste die Karpfen zu erhöhter Aktivität, wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen und weiter unten noch darzustellen sein wird. Im Kaltenbachteich traten Probleme mit dem Sauerstoffgehalt nie auf. Bis auf gelegentliche Besuche des Fischotters (*Lutra lutra*) verliefen die Winter nahezu störungsfrei. Dieser Umstand zeigte sich in den Wintern 2000/2001 und 2001/2002, als der Kaltenbachteich gegenüber dem Streitteich die signifikant geringeren Positionsdistanzen aufwies (Mann-Witney U-Test,  $p = 0,0006$  bzw.  $p = 0,0000$ ). Was bedeutet, dass die Versuchsfische wesentlich weniger aktiv waren als im Streitteich. Im Winter 1999/2000 war der Unterschied in den Positionsdistanzen zwar nicht für den gesamten Winter signifikant (Mann-Witney U-Test,  $p = 0,0640$ ), im Jänner 2000 jedoch wies der Kaltenbachteich die signifikant geringere Positionsdistanzen auf (t-Test,  $p = 0,003$ ). In jenem Monat also, in dem im Streitteich der bedrohliche Sauerstoffmangel auftrat und die Karpfen zu erhöhter Aktivität zwang. Als weiteres Indiz der ruhigen und störungsfreien Überwinterung im Kaltenbachteich kann auch die gleichmäßige Verteilung der Aktivität auf die Positionsbestimmungen innerhalb eines Tages und zwischen den einzelnen Tagen, an denen Positionsbestimmungen stattfanden, gewertet werden (Wilcoxon-Wilcox-Test, Winter 2000/2001:  $p = 0,2045$ , Winter 2001/2002:  $p = 0,1965$ ). Die Überwinterung der Karpfen im Kaltenbachteich kann demnach zur Untersuchung einer nahezu idealen und komplikationslosen Überwinterung herangezogen werden. Im Kaltenbachteich zeigten die Versuchskarpfen in den drei Versuchswintern während der Monate November bis Februar eine mittlere Positionsdistanz von 27,6 bis 67,9 m. Bedenkt man, dass die Karpfen das Winterlager ab einer Wassertemperatur von 4 °C (SCHMELLER 1988) bzw. 6 °C (REICHLE 1998) aufsuchen sollen und lässt man daher die Werte für die Monate November 1999 (mittlere Wassertemperatur 5,6 °C), Februar 2000 (mittlere Wassertemperatur 4,1 °C), November 2000 (mittlere Wassertemperatur 6,5 °C) und November 2001 (mittlere Wassertemperatur 4,6 °C) mit der Begründung, dass noch keine Einlagerung ins Winterlager erfolgt war bzw. dass die Versuchsfische dieses bereits wieder verlassen hatten, unberücksichtigt, so bleibt immer noch eine mittlere Positionsdistanz im Dezember, Jänner und Februar von 27,6 bis 44,8 m. Dieser Wert scheint zu hoch, möchte man die Karpfen reglos am Grund verharren sehen, wie die Theorie vom Winterlager vermutet (WUNDER 1962, STEFFENS 1980, SCHMELLER 1988, GELDHAUSER 1996, REICHLE 1998). Allenfalls jeweils kurzfristige Einlagerungen der Fische an wechselnden Orten könnten angenommen werden. Das würde bedeuten, dass das Winterlager, wenn überhaupt, nur kurzfristig Bestand hätte und die Karpfen ständig den Lagerplatz wechselten. Gegen diese Annahme spricht allerdings, dass

sich im Kaltenbacheich die Positionsdistanzen die innerhalb eines Tages ermittelt wurden, nicht signifikant von jenen unterschieden (Wilcoxon-Wilcox-Test, Winter 2000/2001:  $p = 0,2045$ , Winter 2001/2002:  $p = 0,1965$ ), die sich auf aufeinander folgende Tage bezogen. Bei einem temporären Winterlager würde man erwarten, dass die Positionsdistanzen innerhalb eines Tages, wenn sich die Fische im Lager befinden, kleiner sind als zwischen aufeinander folgenden Tagen, währenddessen der Standort des Lagers möglicherweise gewechselt wurde. Das Kartenmaterial mit den eingezeichneten Positionen der Karpfen spricht ebenfalls eher gegen ein oder mehrere stationäre oder temporäre Winterlager. Die Positionen der einzelnen Versuchsfische im Kaltenbacheich und dem Streitteich außerhalb der Sauerstoffkrisen variieren dafür zu sehr. Die Ergebnisse legen vielmehr nahe, dass die Karpfen im Winter zwar nur einen begrenzten Teil des Teiches in Anspruch nehmen und andere Bereiche, vor allem das seichte Ufer, meiden. Innerhalb dieser Bereiche kommt es jedoch zu gewissen Bewegungen. Ja, der Aufenthaltsbereich selbst ist nichts Statisches, sondern unterliegt örtlichen Veränderungen während des Winters. Die Ergebnisse aus dem Mitterhölteich unterstützen diese Annahme ebenfalls. Einschränkungen der Lebensraumnutzung im Winter auf bestimmte Gebiete des Gewässers sind auch von anderen Untersuchungen bekannt. OTIS & WEBER (1982) stellten fest, dass der im Winter genutzte Lebensraum nur etwa ein Drittel des im Sommer genutzten Lebensraumes ausmachte. Dass sich die Karpfen während des Winters in bestimmten Bereichen des Gewässers sammelten berichten auch JOHNSEN & HASLER (1977). In einem großen russischen Stausee konnte OSIPOVA (1979) ebenfalls die Beobachtung machen, dass sich die Karpfen in bestimmten Bereichen sammelten. PRIEGEL (1982) hingegen fand nur schwache Anzeichen für eine Ansammlung der Karpfen und eine Beschränkung auf bestimmte Bereiche des Gewässers. Möglicherweise, so führt er weiter aus, waren die Störungen auf dem Eis in Gestalt von Schneemobilen die Ursache. Wir werden darauf noch zurückkommen. Eine Untersuchung aus einem Fischteich liefert GUSAR et al. (1989). Seine Arbeitsgruppe beobachtete während der Monate November 1985 bis April 1986 die Bewegungen von vier, mit akustischen Sendern versehene Karpfen. Die Untersuchung wurde in einem Winterteich von 10 ha Größe durchgeführt. Da alle bis auf einen Sender im Laufe der Untersuchungsperiode versagten, lieferte lediglich ein besonderer Karpfen einen Datensatz über den gesamten Untersuchungszeitraum. Dieser bestand allerdings nur aus 15 Positionsbestimmungen. Wie die Datenauswertung von GUSAR et al. (1989) zeigten, verteilten sich die Positionen der Karpfen auf einen großen Teil des Teiches und teilweise betrug die Distanz zwischen zwei aufeinander folgende Positionsbestimmungen 100 m und mehr. Lediglich von Mitte Jänner bis Mitte Februar wähen GUSAR et al. (1989) einen Karpfen während dreier Positionsbestimmungen an der selben Stelle und führen das auf die niedrige Wassertemperatur von 1,2 °C zurück. In der übrigen Zeit verteilten sich die Karpfen auf den breiteren Mittelteil des Teiches bis zum Damm und mieden die seichten Zonen. Berichte, nach denen sich Karpfen im Winter an bestimmte Stellen zurückziehen, stammen auch aus Fließgewässern (BROWN et al. 2000, 2001). Trotz dieser Lebensraumbeschränkung kommt es innerhalb der winterlichen Einstände zu Bewegung der Karpfen, auch bei ungestörter Überwinterung. Die Ergebnisse aus dem Kaltenbacheich zeigen das, und es wurde weiter oben bereits darauf hingewiesen. Von Wanderungen innerhalb der winterlichen Rückzugsgebiete weiß auch OSIPOVA (1979) zu berichten und auch BROWN et al. (2001) spricht von Bewegung innerhalb der winterlichen Einstände, die allerdings immer unter insgesamt 250 m pro Woche blieben. Der Ansammlung und Gruppenbildung der Karpfen im Winter, die sogar in Überlegungen zur fischereilichen Nutzung einbezogen wurden (JOHNSEN & HASLER 1977), sollen



noch einige Sätze gewidmet werden. Für eine gewisse Sammlung und Gruppenbildung spricht schon allein die Tatsache der Lebensraumbeschränkung im Winter gegenüber dem Sommer. Ein weiteres Indiz könnten die Schwankungen der relativen Signalstärke der Sender in den Karpfen im Gegensatz zu den unbewegten, sich in konstanter Tiefe befindlichen Referenzsendern sein. Die Signalschwankungen könnten ihre Ursache in der Bewegung der Fische innerhalb der Gruppe und der Abschirmung durch andere Fischkörper in der Gruppe haben. Wenn es zu Gruppenbildungen kommt, dann handelt es sich im Falle der vorliegenden Untersuchung jedenfalls um mehrerer Gruppen, deren Zusammensetzungen auch wechselte oder um ausgedehnte großflächig Schwärme. Das jedenfalls muss man annehmen, wenn man die Positionen der Versuchsfische während der drei Winter heranzieht. Die daraus gefertigten Karten zeigen mal diesen und mal jenen Karpfen in räumlicher Nähe. Man könnte sagen, diese Versuchsfische halten sich jetzt in der selben Gruppe auf und jene in einer anderen. Berichte für dichtgedrängte winterliche Gruppenbildung gibt es auch aus Hälteranlagen. Der Autor der vorliegenden Untersuchung hatte selbst die Gelegenheit, überwinternde Karpfen in einer Hälteranlage zu beobachten. Die Fische sammelten sich zu einer großen Gruppe in der Mitte des jeweiligen Hälterbeckens. Sie hatten in den Hälterbecken ja auch nicht viele andere Möglichkeiten. Innerhalb dieser Gruppe war immer eine gewisse Bewegung vorhanden. Die ganze Gruppe machte keinen statischen, sondern einen bewegten Eindruck. Ein Bericht über ähnliche dynamische Vorgänge in einer Gruppe von überwinternden Karpfen stammt von WALTER (1904). Der weiß zu berichten, dass es bei Karpfen immer wieder unruhige Geister gibt, die aus dem Lager schlüpfen und dann mitten durch den Haufen schwimmen. Warum kommt es zu dieser Gruppenbildung im Winter? Suchen die Karpfen aktiv ihre Artgenossen oder ist die Gruppenbildung eine Begleiterscheinung, die mit der Wahl des günstigsten Aufenthaltsortes im Teich einhergeht? Eine mögliche Erklärung bietet ULTSCH (1989 und dort zitierte Autoren). Eine der Strategien, wie Fische den Anforderungen des Winters begegnen können, ist die gezielte Wahl von Mikrohabitaten, welche die günstigsten Bedingungen bieten. Da diese Plätze im Gewässer begrenzt sind, sammeln sich die Fische an diesen Stellen. Natürlich können sich die Bedingungen im jeweiligen Mikrohabitat derart verändern, dass die Karpfen gezwungen sind, andere günstigere Plätze zu suchen. Speziell in Zusammenhang mit dem Sauerstoffmangel des Winters 1999/2000 und 2000/2001 konnte dieser Umstand im Streitteich beobachtet werden. Die Gruppenbildung könnte ein Nebenprodukt dieser Mikrohabitatwahl darstellen. In Hälteranlagen dürfte allein schon der Platzmangel zur Gruppenbildung führen. Mikrohabitat können hier schwerlich zur Erklärung herangezogen werden.

Das klassische Winterlager soll sich an einer tiefen Stelle des Teiches (z. B. SCHMELLER 1988) oder zumindest in der Mittelzone (HAAS 1982, 1997) befinden. Auch andere Untersuchungen sprechen davon, dass sich die Ansammlungen der Karpfen in den tieferen Zonen des Gewässers fanden. OSIPOVA (1979) berichtet, dass die Überwinterungsplätze eine Tiefe von 8 – 12 m aufwiesen. Dass die Karpfen während des Winters tiefere Zonen bevorzugen, bestätigen auch OTIS & WEBER (1982). Mit einer Tiefe von 5 – 7 m beschreiben JOHNSEN & HASLER (1977) die winterlichen Sammelplätze der Karpfen. Die charakteristischen Winterteich des Waldviertels, so auch die Versuchsteiche, weisen selten größere Tiefen als 3 m auf. Trotzdem war zu beobachten, dass im Kaltenbachtich wie im Streitteich vor den Sauerstoffkrisen die Karpfen vor allem in den Monaten Dezember bis Februar die Bereiche ab 1 m Tiefe im Teich bevorzugten. Dass sich die Karpfen in den tieferen Zonen des Gewässers sammeln bedeutet noch nicht, dass sie sich tatsächlich knapp über dem Grund aufhalten. Beobachtungen in Hälteranlagen (z.B.

STEFFENS 1980) lassen zwar darauf schließen, zwingend ist das jedoch nicht. Der Vorteil, den die Karpfen in größeren Wassertiefen gegenüber seichten Zonen oder generell den obersten Wasserschichten haben könnten, steht möglicherweise in Zusammenhang mit der geringfügig höheren Wassertemperatur in der Tiefe. Um 4 °C hat Wasser bekanntlich seine größte spezifische Dichte. Während des Winters bei niedrigen Lufttemperaturen, wenn kein Wind den Teich durchmischt bzw. unter dem Eis, sind die unteren Wasserschichten wärmer als die oberen. Die Temperaturmessungen aus den Versuchsteichen bestätigen das. Da der Karpfen mit einer Vorzugstemperatur von deutlich über 20 °C (z.B. COUTANT 1977, SCHMELLER 1988) als Warmwasserfisch zu bezeichnen ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Karpfen die wärmere Tiefe gezielt aufsuchen. Freilich darf es dabei zu keinen Störungen oder zu Sauerstoffmangel kommen, der ihnen den Aufenthalt am Grund des Teiches verleidet. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass bei Sauerstoffmangel die Karpfen in die seichten, besser mit Sauerstoff versorgten Bereiche beim Zufluss des Teiches wanderten und dabei niedrigere Temperaturen in Kauf nahmen. Diesbezüglich weiß auch PRIEGEL (1982) zu berichten, dass Karpfen, die fortwährenden Störungen durch Schneemobile auf dem Eis ausgesetzt waren, sich in unterschiedlichen Bereichen des Gewässers verteilten, ohne eine Präferenz für eine bestimmte Tiefenzone erkennen zu lassen.

Als ein weiteres Indiz für das Winterlager werden Strukturen am Teichgrund genannt, die bei der Abfischung im Frühjahr zum Vorschein kommen können. Diese Gruben oder Mulden im Schlamm sollen von den Karpfen im Zuge der Einlagerung geschaffen werden (PLANASKY 1961, KOCH et al. 1982, REICHLE 1998). In keinem der untersuchten Teiche konnten nach der Frühjahrsabfischung Strukturen gefunden werden, die groß genug waren, um als Winterlager interpretiert zu werden. Denkbar ist allerdings, dass im Zuge des Ablassens der Teiche derartige Strukturen weggespült bzw. von Schlamm bedeckt worden sein könnten. Auch die Wühltätigkeit der nahrungssuchenden Karpfen könnte derartige Strukturen beseitigen. Diese, als Reste von Winterlagern von zahlreichen Autoren (PLANASKY 1961, KOCH et al. 1982, REICHLE 1998) beschriebenen Strukturen, konnten weder bestätigt noch aufgeklärt werden.

Im Prinzip könnte man das Winterlager als eine Extremform dieser Lebensraumbeschränkung ansehen. Es soll sich ja durch eine dichte Ansammlung von Fischen auszeichnen, die relativ stabil an einem bestimmten Platz am Teichgrund verharren. Der Grund könnte darin liegen, dass in kleinen Gewässern naturgemäß jene Bereiche, welche die günstigsten Überwinterungsbedingungen bieten, eine entsprechende räumliche Beschränkung aufweisen. Diese Extremform ist wohl am ehesten in sehr kleinen Teichen und in Hälteranlagen, in denen Karpfen überwintert werden, zu beobachten. Möglicherweise stammen die Beobachtungen dieser großen Gruppen von Karpfen wie sie von manchen Autoren als Winterlager beschrieben werden, ursprünglich aus Hälteranlagen (SCHMELLER 1988, GELDHAUSER 1996, REICHLE 1998). Explizit angegeben wird das jedoch nur bei (STEFFENS 1980). Dass es in Hälteranlagen zur Bildung dichtgedrängter Gruppen von Karpfen kommt, wurde weiter oben bereits ausgeführt. Das reglose Verharren der Karpfen im vermeintlichen Winterlager (z. B. MEHRING 1934, STEFFENS 1980), das den Karpfen höchstens ein schwaches Fächeln mit dem Schwanz zugesteht (SCHMELLER 1988), konnte jedenfalls nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stützen eher die gegenteilige Ansicht. Die Front um das Winterlager, welches mindestens bis HORÁK (1869) zurückverfolgt werden kann, war ohnehin schon am Abbröckeln. Wusste doch BOHL (1999), sonst noch ganz dem

Winterlager verbunden, einschränkend zu berichten, dass Karpfen auch ohne jeglichen Grund unter dem Eis umherziehen können.

Bleibt also festzustellen, dass das klassische Winterlager, außerhalb Europas ohnehin nie ein Thema, sich als Extremform einer Lebensraumeinschränkungen der überwinterten Karpfen erweist. Begründet ist diese Einschränkung in der Begrenztheit der günstigsten Überwinterungsplätze im Teich und der Aktivitätseinschränkung der Karpfen aus energetischer Sicht, wie weiter unten noch auszuführen sein wird. Es ist weiterhin festzustellen, dass auch ungestört überwinterte Karpfen aktiv bleiben und einen Teil des Teiches als Lebensraum nutzen. Dieser Teil ist freilich kleiner als im Sommer und kann bei einer entsprechenden räumlichen Begrenztheit der Überwinterungsmöglichkeiten, wie bereits ausgeführt, als Winterlager im klassischen Sinn verstanden werden. Wobei jedoch anzumerken ist, dass auch dann noch mehr Aktivität in diesem Lager stattfindet als bisweilen angenommen wurde.

#### 4.2.2. Umweltbedingungen und Störungen

Mit einer Temperaturpräferenz von 25 – 30 °C (STEFFENS 1980) bzw. nach anderen Autoren zwischen 28,2 und 32 °C (zitiert nach COUTANT 1977), ist der Karpfen als Warmwasserfisch zu bezeichnen. Er ist aber auch in der Lage, Wassertemperaturen unter 0,5 °C unbeschadet zu überstehen, wenn er Gelegenheit zur Akklimatisation hat (STEFFENS 1964, 1980). Nachdem der Karpfen zu den ektothermen Tieren zählt, seine Körpertemperatur also aufs Engste mit der Umgebungstemperatur verknüpft ist, kommt es außerhalb seines optimalen Temperaturbereiches zu mehr oder weniger großen Funktionseinschränkungen im Organismus. Diese physiologischen Einschränkungen hängen mit den engen Temperaturbereichen zusammen, die für eine Fülle von Enzymsystemen bestehen. Zudem bedingen niedrige Wassertemperaturen eine niedrigere Reaktionsgeschwindigkeit in diesen Enzymsystemen (REYNOLDS & CASTERLIN 1980, HAZEL 1993). Die Auswirkungen niedriger Wassertemperaturen auf die Nahrungsaufnahme werden weiter unten noch besprochen werden. Im Folgenden wird die Temperatur in Zusammenhang mit der Aktivität der Karpfen betrachtet. Es war schon mehrfach von einer Aktivitätseinschränkung während des Winters infolge der niedrigen Wassertemperaturen die Rede. Diese Aktivitäts- oder Bewegungseinschränkung, die nach althergebrachter Ansicht den Karpfen ins Winterlager führt, soll bei Wassertemperaturen zwischen 4 °C (SCHMELLER 1988) und 6 °C (REICHLE 1998) auftreten. Mittlerweile wurde auch festgestellt, dass das klassische Winterlager wohl eher die Ausnahme ist, wie sie etwa in sehr kleinen Teichen oder in Hälteranlagen auftritt. Dass es jedoch bei niedrigen Wassertemperaturen zu einer Aktivitätseinschränkung kommt ist unbestritten. Dies zeigt etwa die Untersuchung von OTIS & WEBER (1982), die, wie schon erwähnt, den Karpfen im Winter nur die Nutzung von einem Drittel des im Sommer genutzten Lebensraumes zugesteht. Verwiesen sei diesbezüglich auch auf JOHNSEN & HASLER (1977), OSIPOVA (1979) und GUSAR et al. (1989), die Ähnliches berichten, wie schon an anderer Stelle erwähnt wurde. In den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit kommt diese Aktivitätseinschränkung darin zum Ausdruck, dass sich die Karpfen im Winter nur in bestimmten Bereichen des Teiches aufhalten. Darüber hinaus ließ sich im Kaltenbachtich in den Wintern 2000/2001 und 2001/2002 ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und der Wassertemperatur feststellen (lineare Regression, Winter 2000/2001:  $p = 0,0000$ , Winter 2001/2002:  $p = 0,0000$ ). Das bedeutet, je höher die Wassertemperatur umso größer waren die Positionsdistanzen und umso größer daher die Aktivität der Karpfen. Der Grund, warum im Winter 1999/2000 kein derartiger

Zusammenhang im Kaltenbacheich festzustellen war, könnte daran liegen, dass in diesem Winter die Datenaufnahme erst Ende November 1999 begann. Das bedeutet, dass ein Großteil des Novembers 1999 unberücksichtigt blieb, obwohl in diesem Monat die höheren Wassertemperaturen zu verzeichnen sind. BROWN et al. (2001) konnte in einem Fließgewässer allerdings keinen signifikanten Zusammenhang der Aktivität mit der Wassertemperatur feststellen, wohl aber mit der Wasserführung. Je höher die Wasserführung umso aktiver waren die Karpfen. Dass diese Einschränkung der Aktivität kein absolutes Diktat der Temperatur ist, zeigen auch die Ergebnisse aus dem Streitteich. Infolge des Sauerstoffmangels kam es dort zu einer höheren Aktivität der Karpfen, sodass kein signifikanter Zusammenhang zwischen Positionsdistanzen und Wassertemperatur festgestellt werden konnte. Obwohl im Vergleich zum Kaltenbacheich die Wassertemperatur im Streitteich im Winter 2000/2001 aufgrund der Belüftungsmaßnahmen auf Werte unter 1 °C sank, zeigte das keine signifikante Auswirkung auf die Karpfen. Die Aktivitätseinschränkung als Energiesparstrategie während des Überwinterns (ULTSCH 1989) kommt nur dann voll zum Tragen, wenn keine anderen vitalen Bedürfnisse, etwa der Sauerstoffbedarf, beeinträchtigt werden. Diese ideale Situation war im Kaltenbacheich in allen drei Wintern gegeben, im Streitteich hingegen nicht. Auch andere Störungen können dazu führen, dass die Karpfen zu höherer Aktivität veranlasst werden. Etwa indem der Fluchtinstinkt angesprochen wird. PRIEGEL (1982) berichtet, dass Schneemobile auf dem Eis des Gewässers die Karpfen davon abhielten, sich zu sammeln und statt dessen zu einer Verteilung über den ganzen Teich führten. Es ist ja eine alte Forderung, dass auf Winterteichen jegliche Art von Wintersport, sei's Eislaufen oder Eisstockschießen, zum Wohle der Karpfen zu unterbleiben hat (HUET 1986, HOFMANN et al. 1987, SCHMELLER 1988, ZOBEL 1992, HAAS 1997, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Man befürchtet, dass die gejagten Karpfen die hohen Energieverluste nicht kompensieren können, zu stark abmagern und noch im Winter verenden oder in schlechtem Zustand aus dem Winter kommen und somit sehr stress- und krankheitsanfällig sind. In der vorliegenden Arbeit konnten ebenfalls starke Hinweise auf die Empfindlichkeit der Karpfen unter dem Eis gewonnen werden. Bei Versuchen, die Position der Versuchskarpfen direkt vom Eis aus zu ermitteln, wurde festgestellt, dass die Tiere auf die Schritte auf dem Eis reagierten und man sie beim Versuch, die Position festzulegen, gleichsam vor sich hertrieb. Es konnte auch beobachtet werden, dass während des Schneidens von Wuhnen am Streitteich und Probennahmen am Kaltenbacheich die relative Signalstärken einzelner Versuchsfische stärker zu schwanken begannen, was ebenfalls als ein Zeichen der Beunruhigung gewertet werden kann. Die Untersuchung der Auswirkungen von Wintersport auf die überwinterten Karpfen im Mitterhölteich blieb mangels Wintersportler leider ergebnislos. Die Frage nach den tatsächlichen gesundheitlichen Auswirkungen von Störungen lässt sich mit den vorliegenden Ergebnissen nicht beantworten. Zum einen werden sporadische Störungen, wie das gelegentliche Betreten des Eises, zu keiner schwerwiegenden Beeinträchtigung der Karpfen führen. Der gute konditionelle Zustand der überwinterten Karpfen in den drei Wintern lässt das vermuten. Sogar der Sauerstoffmangel im Streitteich hat zu keinen Ausfällen oder übermäßigen Konditionsverlusten unter den besenderten Karpfen geführt. Zum anderen gibt es sicher Störungen, an die sich die Karpfen gewöhnen können. Das zeigte der Einsatz von Belüftern am Streitteich, der die Karpfen nicht davon abhielt, sich zeitweise in der Nähe der Wuhnen aufzuhalten. GUSAR et al. (1989) wissen ebenfalls zu berichten, dass die Karpfen von eingesetzten Belüftern nicht sonderlich beeindruckt waren. Es stellt sich beispielsweise die Frage, ob Karpfen aus dem ruhig gelegenen

Kaltenbachteich die sich ins Wasser fortpflanzenden Vibrationen der schweren LKW, die direkt über den Damm des Streitteichs donnern, anfangs nicht auch als Störung empfinden würden, um sich dann aber daran zu gewöhnen. Wenn also teilweise sogar vom Aufschneiden der Eisdecke zur Verbesserung der Sauerstoffversorgung gewarnt wird, um die Karpfen nicht zu stören (SCHÄPERCLAUS 1961, HUET 1986, ZOBEL 1992), dann kann man mit gutem Gewissen sagen, dass diese geringe Beunruhigung wohl weit weniger Schaden anrichten wird als ein schwerer Sauerstoffmangel im Teich.

Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist ein weiterer wichtiger Faktor bei der sicheren Überwinterung der Karpfen, der zu erheblichen Beeinträchtigungen während der Winterung führen kann. Im Gegensatz zu Salmoniden, die im Allgemeinen einen höheren Sauerstoffbedarf haben (z.B. REICHENBACH – KLINKE 1980, AMLACHER 1981, SCHÄPERCLAUS 1990), kommt der Karpfen mit geringeren Mengen aus. Da er aber nicht über die Fähigkeit verfügt - wie beispielsweise die Karausche (*Carassius carassius* L.), die dank einer Stoffwechselbesonderheit unter winterlichen Bedingungen mehrere Monate in gänzlich sauerstofffreiem Wasser überleben kann (BLAZKA 1958, HYVARINEN et al. 1985, HOLOPAINEN et al. 1986) - ist ein Minimum an Sauerstoff für ihn überlebensnotwendig. Nach SCHÄPERCLAUS (1990) benötigt der Karpfen einen Sauerstoffgehalt von 4 mg/l zur Erhaltung normaler Lebensbedingungen und eine Sauerstoffsättigung von 50 % um den normalen Sauerstoffgehalt im Blut aufrecht zu erhalten. Ein Sauerstoffgehalt von 3 - 3,5 mg/l beeinträchtigt das Wohlbefinden der Karpfen, führt zur Futtermittelverweigerung und lässt die Fische in sauerstoffreicherem Wasser abwandern, wo dies möglich ist. Der kritische Wert für Karpfen liegt bei 0,5 mg/l Sauerstoffgehalt. Ab diesem Wert kommt es zur sogenannten Notatmung, d.h. die Fische nehmen an der Wasseroberfläche Luft auf und können diese Situation nur kurzzeitig überleben (SCHÄPERCLAUS 1990). Bei diesen Angaben muss man sich bewusst sein, dass sie für sommerliche Temperaturen gelten. Bei niedrigen Temperaturen liegt auch der Sauerstoffbedarf der Karpfen niedriger. HAAS (1982, 1997) vertritt beispielsweise die Ansicht, dass die Karpfen bei niedrigen Temperaturen und langsamen Absinken ein Sauerstoffgehalt von 0,6 – 0,7 mg/l noch keine unmittelbare Gefährdung darstellt. Für STEFFENS (1964) hingegen ist ein Sauerstoffgehalt von 3 – 4 mg/l bereits kritisch. In der vorliegenden Arbeit wurden im Streitteich folgende Sauerstoffminima gemessen: im Winter 1999/2000 0,6 mg/l, 4 % Sättigung; im Winter 2000/2001 2,5 mg/l, 19 % Sättigung und im Winter 2001/2002 1,5 mg/l, 12 % Sättigung. In Zusammenhang mit den niedrigen Gehalten an Sauerstoff stand eine erhöhte Aktivität der Karpfen. Im Winter 1999/2000 und 2000/2001 war dieser negative Zusammenhang zwischen Positionsdistanzen und Sauerstoffgehalt signifikant (lineare Regression, Winter 1999/2000  $p = 0,0000$ , Winter 2000/2001  $p = 0,0005$ ). Die Reaktionen der Karpfen waren eindeutig anhand der Positionspolygone nachzuvollziehen. Im Winter 2000/2001 konnte eine Ansammlung von Karpfen beim Zulauf des Teiches, die in Zusammenhang mit dem niedrigen Sauerstoffgehalt stand, direkt beobachtet werden. Im Winter 2001/2002 bahnte sich zwar eine Sauerstoffkrise an und die kurzzeitige Wanderungen der Karpfen Richtung Zulauf könnten als Reaktion darauf interpretiert werden. Allerdings besserte einsetzendes Tauwetter die Situation sehr rasch und die kurzfristige Abwanderung der Karpfen reichte nicht aus, um einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Positionsdistanzen und dem Sauerstoffgehalt feststellen zu können. Die Reaktion der Karpfen auf den niedrigen Sauerstoffgehalt bestand im Streitteich in allen drei Wintern in der Wanderung zum Zufluss. In der unmittelbaren Umgebung des Zuflusses ist durch das einströmende Frischwasser der Gehalt an Sauerstoff höher als in zuflussferneren Bereichen des Teiches.

Dafür nahmen die Fische niedrigere Wassertemperaturen in Kauf. Gegenüber dem Sauerstoffmangel sind Änderungen der Wassertemperatur der relativ mildere Stressor (TANCK et al. 2000). Erst nach Erhöhung des Sauerstoffgehaltes im gesamten Teich, sei es durch Maßnahmen des Bewirtschafters wie das Schneiden von Wuhnen und das Belüften oder das Einsetzen von Tauwetter, welches den Wasserdurchfluss durch den Teich verstärkt und das Eis zum Schmelzen bringt, kehrten die Karpfen in die zuflussfernere Bereiche des Teiches zurück. Dieses Abwandern der Fische in Bereiche des Teiches mit höherem Sauerstoffgehalt ist allgemein bekannt (z.B. SCHMELLER 1988, SCHÄPERCLAUS 1990, GELDHAUSER 1996). Dass die Karpfen dabei durch ihre Bewegung das wärmere Tiefenwasser mit dem kälteren Oberflächenwasser vermischen und das Eis zum Schmelzen bringen, wie es im Zuflussbereich des Streitteiches im Winter 2000/2001 der Fall war, wurde ebenfalls beobachtet (z.B. KOCH et al. 1982). Im extremsten Fall erscheinen die Karpfen sogar notatmend in den Wuhnen (PLANASKY 1963). Im Kaltenbachtich wurde in keinem Winter ein Sauerstoffgehalt gemessen, der mit 3 – 3,5 mg/l nach SCHÄPERCLAUS (1990) in jenen Bereich fallen würde, in dem die Karpfen in sauerstoffreicheres Wasser abzuwandern beginnen. Es konnten auch in keinem Winter derartige Zusammenhänge beobachtet werden. Im Mitterhöllteich wurden im Jänner 2002 mit einem Minimum von 0,7 mg/l zwar niedrige Sauerstoffgehalte gemessen, eine Reaktion der besenderten Karpfen konnte jedoch nicht festgestellt werden. Es kam zu keiner signifikanten Erhöhung der Aktivität und zu keiner eindeutigen Wanderung in den Zuflussbereich.

#### 4.2.3. Nahrungsaufnahme

Umstritten ist die Frage der Nahrungsaufnahme der Karpfen im Winter bei niedrigen Wassertemperaturen und damit einhergehend die Möglichkeiten einer Fütterung. Obwohl diese Frage kein direktes Ziel der vorliegenden Arbeit war, sondern nur einzelne Versuche in diese Richtung durchgeführt wurden, soll trotzdem etwas auf die Thematik eingegangen werden. Die Frage der Fütterung entscheidet nämlich nicht zuletzt über die Kondition der Karpfen und damit über den Gesundheitszustand und die Krankheitsanfälligkeit. Für die Qualität des Besatzmaterials im Frühjahr ist das von entscheidender Bedeutung. Gemeinhin besteht in der teichwirtschaftlichen Literatur die Annahme, dass die Karpfen bei niedrigen Wassertemperaturen kein Nahrungsbedürfnis haben und die Nahrungsaufnahme so gut wie einstellen (GELDHAUSER 1996, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Der Glaube an die fehlende Nahrungsaufnahme der Fische während des Winters führte sogar dazu, dass Untersuchungen, die sich mit dem Gewichtsverlust der Fische während der „Winterruhe“ beschäftigten, die Experimente so anlegten, dass den Tieren erst gar keine Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme zugestanden wurde. Für Schleien (*Tinca tinca*) ist das etwa von BRUNNER & ENDRES (1929) durchexerziert worden. An Grenztemperaturen für die Nahrungsaufnahme werden Werte zwischen 4 und 12 °C genannt (ALBRECHT 1966b, HUET 1986, SCHMELLER 1988, LUKOWICZ & GERSTNER 1998, REICHLE 1998). Bei diesen niedrigen Temperaturen soll nicht nur das Nahrungsbedürfnis fehlen, sondern die aufgenommene Nahrung soll auch keiner richtigen Verwertung zugeführt werden können. Diese Ansicht teilen allerdings nicht alle Autoren und so ist GASCH (1955, 1957) der Überzeugung, dass insbesondere K1 den ganzen Winter über Nahrung aufnehmen und fordert seichte Bereiche im Winterteich, die als Weidegründe dienen können. Es gibt Berichte, wonach Karpfen noch bei wesentlich geringeren Temperaturen als den oben angegebenen gefressen haben sollen. STEFFENS (1964 und dort zitierte Autoren) nennt diesbezüglich Wassertemperaturen zwischen 0,5 –

2,8 °C. Noch bei 3 °C nahmen K1 und K2 Fertigfuttermittel auf (STREMPPEL 1972) und (BOHL 1999) berichtet von K1, die noch bei 1,7 °C Wassertemperatur unter dem Futterspender gefressen hatten. Dass die kleinen Karpfen nicht nur bei Wassertemperaturen von 3 – 8 °C gefressen hatten, sondern die Nahrung im Darm auch verwertet wurde, weiß BILLARD (1999) zu berichten. Im Zuge der vorliegenden Arbeit konnten mehrmals Karpfen (K2 und K3) gefangen werden, die Futterstellen zum Fressen aufsuchten und darüber hinaus noch Chironomidenlarven, Copepoden und Cladoceren im Darm aufwiesen. Die Wassertemperatur war dabei teilweise bei 4 °C. Nur die Karpfen, die beim Zulauf des Streitteiches im Zuge der Sauerstoffkrise im Winter 2000/2001 gefangen wurden, wiesen einen vollkommen leeren Darm auf. Nach SCHÄPERCLAUS (1990) stellen Karpfen ab einem Sauerstoffgehalt von 3 – 3,5 mg/l die Nahrungsaufnahme ein. Es ist allgemein bekannt, dass Karpfen unter Stress eine nur eingeschränkte Nahrungsaufnahme und Verwertung aufweisen (z.B. SCHRECKENBACH 2002). Dass jedoch die Nahrungsaufnahme des Karpfens grundsätzlich auch während des Winters anhält, nur in eingeschränkter Intensität, wissen ZIEMIANKOWSKY & CRISTEA (1961) zu berichten. Sie betonen, dass eine Generalisierung des Ernährungsverhaltens während des Winters nicht möglich ist. Geben aber an, dass eben der Karpfen einer jener Fische ist, bei dem sie während des ganzen Winters und in den verschiedensten Altersklassen, eine Nahrungsaufnahme feststellen konnten und das bei Wassertemperaturen von 0,5 – 7 °C. Eine kurzzeitige Einstellung der Nahrungsaufnahme erfolgt nach ZIEMIANKOWSKY & CRISTEA (1961) lediglich im Zuge einer starken Abkühlung des Wassers, wird aber dann bei gleichmäßigen, wenn auch niedrigen Wassertemperaturen wieder aufgenommen. POWLES et al. (1983) haben in einer Untersuchung über die saisonale Nahrungsaufnahme von Karpfen in Kanada festgestellt, dass die Nahrungsaufnahme im Winter zwar eingeschränkt wird, aber nicht völlig zum Erliegen kommt. „Carp feed under ice in Winter“ lautet ein zentraler Satz diesbezüglich. SCHWARTZ (1987) weiß Ähnliches für die Vereinigten Staaten zu berichten.

Es kommt daher vielleicht nicht von ungefähr, dass Autoren, die dem Karpfen bei niedrigen Temperaturen ein Nahrungsbedürfnis absprechen, trotzdem eine vorsichtige Fütterung bei niedrigen Wassertemperaturen unter bestimmten Umständen empfehlen. Bis in den Herbst hinein und ab dem zeitigen Frühjahr zu füttern, um die Kondition der Karpfen zu verbessern, steht z.B. für SCHÄPERCLAUS (1964), SCHMELLER (1988), BOHL (1999) außer Frage. WUNDER (1949, 1962) und SCHMELLER (1988) sprechen sich neben anderen daher für seichte Bereiche im Winterteich aus. Diese können den Karpfen im Spätherbst und Frühjahr als Weidegründe dienen. In diesem Sinn lassen sich Beobachtungen die im Zuge der vorliegenden Untersuchung am Streitteich im Februar 2002 gemacht wurden interpretieren. Die besenderten Karpfen die in diesem Monat die seichten, verkrauteten Bereiche des Streitteichs aufsuchten, könnten das zum Zweck der Nahrungssuche getan haben. HUET (1986) empfiehlt eine Fütterung generell ab 4 °C Wassertemperatur. Auch in längeren Wärmeperioden sollte eine leichte Fütterung erfolgen (HAAS 1982, 1997, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Letztere mahnen allerdings zur Vorsicht, da eine übermäßige Futtergabe negative Auswirkungen auf die Wasserqualität haben kann. KOCH et al. (1982) empfehlen neben einer Fütterung im Herbst, die sofortige vorsichtige Fütterung nach Aufgehen des Eises, auch wenn das mitten im Winter stattfinden sollte. Überhaupt sehen KOCH et al. (1982) die Fütterung der Karpfen etwas weiter. Sie empfehlen generell, beim Fischaufstand zu füttern und räumen ein, dass unter gewissen Umständen eine leichte Fütterung während des ganzen Winters notwendig sein kann, etwa wenn Quellen die Fresslust der Karpfen wach halten. Karpfen, die sich nicht

oder nicht mehr in Winterruhe befinden, sollten leicht gefüttert werden, wobei die Wassertemperatur vollkommen egal ist und als einziges Kriterium die Annahme des Futters durch die Karpfen gelten kann, meint GELDHAUSER (1996). Einer Fütterung in Wärmeperioden ablehnend gegenüber steht hingegen REICHLER (1998). Auch SCHMELLER (1988) hält eine Fütterung der Karpfen nach einem winterlichen Aufstand aus der Winterung für nicht angebracht, da damit höchstens der Organismus des Fisches belastet wird ohne eine fördernde Wirkung zu erzielen. Für den passionierten Angler steht die Nahrungsaufnahme auch kapitaler Karpfen außer Frage. GIBBINSON (1970) gibt in seinem Buch zum Angelsport an, dass des öfteren im Winter Karpfen an den Hacken gehen, und zwar auch bei Wassertemperaturen um 2 °C und das dies nichts Ungewöhnliches sei. Ähnliche Aussagen werden auch von Waldviertler Anglern getroffen (persönliche Mitteilung GRATZL).

Geht man davon aus, dass Karpfen auch während des gesamten Winters in eingeschränkter Form Nahrung zu sich nehmen, mit Ausnahmen jener Wochen, in denen es zu starken Temperaturveränderungen im Wasser kommt, dann stellt sich die Frage, wie es trotzdem zu den Gewichtsverlusten, die jedoch nicht zwingend sind, wie unter Punkt 4.1.2. bereits ausgeführt wurde, kommt. Zum einen dürfte das daran liegen, dass natürlich das Verdauungssystem des Karpfens nicht optimal auf niedrige Temperaturen abgestimmt ist und eine ähnlich gute Futtermittelverwertung der gesamten Nahrung wie im Sommer nicht zu erwarten ist. Das bestätigen indirekt die Berichte der Angler, die angeben, dass Karpfen im Winter wählerischer bezüglich des Köders sind (persönliche Mitteilung GRUBER). Trotz Nahrungsaufnahme könnte der Energieverbrauch möglicherweise nicht zur Gänze gedeckt werden. Vor allem wenn dieser infolge von Störungen, Krankheiten oder schlechter Wasserqualität erhöht ist. Zum anderen muss man natürlich die Möglichkeit des schlichten Nahrungsmangels im Winter in Betracht ziehen. Wenn es wenig oder nichts zu fressen gibt, da kann der Stoffwechsel noch so sparsam arbeiten, wird es zu Gewichtsverlusten kommen. ULTSCH (1989) nennt ja Nahrungsmangel als einen der Gründe von winterlicher Aktivitätseinschränkung, neben niedrigen Wassertemperaturen, Sauerstoffmangel und anderen. Viele Nährtiere des Karpfens stehen im Winter nicht oder in geringerer Menge zur Verfügung bzw. sind in Lehrbuchwinterteichen, die den Sommer über trockengelegt, von jeglicher Vegetation befreit und gekalkt wurden von vornherein nicht vorhanden. Beim normalen Besatz eines Winterteiches kann es daher sehr schnell eng werden am kalten Buffet der Naturnahrung. Prinzipiell kann es aber in den Wintermonaten, vor allem im Jänner und Februar, durchaus zu Maximalwerten an Biomasse im Zooplankton kommen, die mit jenen im Frühjahr und Herbst zu vergleichen sind (SCHLOTT 1986). Dass die Naturnahrung auch bei niedrigen Wassertemperaturen wichtig ist, zeigen die bescheidenen Nahrungsuntersuchungen der vorliegenden Studie, berichtet BILLARD (1999) und ist auch bei WUNDER (1962) nachzulesen. Wobei letzterer besonderes Gewicht auf die Bodennahrung legt. Nicht umsonst fordern WUNDER (1949) und GASCH (1957) seichte Stellen im Teich als Weidegründe und mahnt (HUET 1986) das frühzeitige Überstauen der Winterteiche im Oktober ein, damit sich Naturnahrung in genügender Menge entwickeln kann. Vielleicht sind die geringen Gewichtsverluste der Versuchskarpfen während der drei Winter auf das Vorhandensein von reichlich Naturnahrung im Plankton (persönliche Information SCHLOTT) in den, den Sommer über bespannten Winterteichen zurückzuführen. In den Därmen untersuchter Fische fand sich, wie schon berichtet, jedenfalls auch Zooplankton. Zusätzlich zur umsichtigen Bewirtschaftung des zuständigen Fischereimeisters, der stets für eine



Konditionsstärkung der Karpfen vor dem Winter und unmittelbar danach, vor der Frühjahrsabfischung, sorgte.

### 4.3. Die Winterteiche

Im Folgenden soll ein Vergleich von Streitteich und Kaltenbachteich hinsichtlich ihrer Eignung als Winterteich für Karpfen vorgenommen werden. Zunächst einmal ist festzustellen, dass sowohl der Streitteich als auch der Kaltenbachteich nicht als klassische Winterteiche im Sinne der Lehrbücher gelten können. Das hat den Grund, dass ein Winterteich üblicherweise über den Sommer aus hygienischen bzw. seuchenbiologischen Gründen und zur Reduktion der organischen Belastung trockenliegen und erst im Herbst bespannt werden sollte (HUET 1986, GELDHAUSER 1996, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Solche Teiche sind im Waldviertel kaum zu finden. Auch bei den beiden Versuchsteichen ist dies nicht möglich. Das liegt zum einen daran, dass beide als Streckteiche dienen und zum anderen, dass das notwendige Wasser zum Bespannen im Herbst nicht vorhanden wäre. Auf die Unterschiede in der Topographie der Teiche wurde bereits in Abschnitt 2 eingegangen. Wesentlich sind hier die Unterschiede, die in physikalisch/chemischer Hinsicht die Überwinterung der Karpfen beeinflussen. Einer wesentlichen Bedeutung kommt hierbei der organischen Belastung und dem Gehalt an Phosphor zu. Der Gehalt an Phosphor ist für gewöhnlich der limitierende Faktor der autotrophen Primärproduktion im Gewässer. Die autotrophe Primärproduktion, die mikrobiellen Prozesse, die organische Belastung des Teiches, der Gehalt an Phosphor im Freiwasser und gebunden im Sediment, sowie der Gehalt an Sauerstoff stehen in komplexen Wechselwirkungen und können in einem Winterteich die Lebensqualität der Karpfen erheblich beeinflussen. Wenn beispielsweise die Winterdecke aus Eis und Schnee den Wasserkörper vom Gasaustausch mit der Atmosphäre abschließt und kein Licht für die Photosynthese durchkommt, kann das zu einer dramatischen Sauerstoffzehrung führen. Diese kann aus dem Teich eine für Karpfen und Fische allgemein lebensfeindliche Umgebung machen. Die kritischen Werte für den Sauerstoffgehalt und die Konsequenzen wurden bereits in Abschnitt 4.3.2. behandelt. Jedes Jahr fallen Tonnen von Fischen diesen Vorgängen zum Opfer, oftmals aus Unachtsamkeit oder Nachlässigkeit des jeweiligen Teichbewirtschafters. Zur Darstellung der komplexen Wechselwirkungen im physikalisch/chemische Bereich sei auf einschlägige Lehrbücher verwiesen (z.B. LAMPERT & SOMMER 1993, SCHWOERBEL 1993, DOKULIL et al. 2001). Die beiden Versuchsteiche unterscheiden sich nun eben gerade was die organische Belastung und den Gehalt an Gesamtphosphor angeht. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) gibt einen wichtigen Hinweis auf die organische Belastung des Gewässers. Der Streitteich wies mit einem Monatsmittel von 0,39 – 0,89 mg/l in den Monaten November bis Februar gegenüber dem Kaltenbachteich mit einem Monatsmittel von 0,03 – 0,11 mg/l, den deutlich höheren Gehalt an Ammonium auf. Nach SCHLOTT (1986) stellt ein Gehalt von  $\text{NH}_4^+$ -N von größer als 1 mg/l ein erstes Warnsignal auf eine drohende Sauerstoffzehrung dar. Im Streitteich wurde diese Grenze bei 6 Messungen im Jänner 2000 und bei insgesamt 6 Messungen im November 2001, Dezember 2001 und Jänner 2002 überschritten. Im Kaltenbachteich kam es hingegen in keinem Winter zu einer Überschreitung der 1 mg/l Grenze. Nach SCHLOTT-IDL & SCHLOTT (in Druck) besteht in Teichen ein positiver Zusammenhang zwischen dem Ammoniumgehalt und dem Gehalt an Gesamtphosphor. Das konnte auch in den Versuchsteichen beobachtet werden. So wies der Streitteich mit

einem Monatsmittel von 116 – 252 µg/l gegenüber dem Kaltenbacheich mit einem Monatsmittel von 30 – 60 µg/l den deutlich höheren Gehalt an Gesamtphosphor auf. Der hohe Gehalt an Gesamtphosphor vor allem im Streitteich wäre nach einschlägigen Systemen zur Bewertung der Trophie eines Gewässers als eutroph, ja gar als hypertroph zu werten. Nach VOLLENWEIDER & KERKES (1982) ist beispielsweise die höchste Trophiestufe mit Werten >100 µg/l erreicht. Ein solches System, welches in erster Linie für natürliche Gewässer entwickelt wurde, lässt sich jedoch bei einem zum Zweck der Fischzucht angelegten Teich nur mit großem Vorbehalt anwenden. Fischteiche sind von ihrer Bestimmung her eutrophe Gewässer. Ja, sie müssen es sein, um einen entsprechenden Zuwachs bei den Fischen zu erreichen. SCHLOTT-IDL & SCHLOTT (in Druck) haben zahlreiche physikalische und chemische Parameter von rund 3600 Probenahmen aus 700 Teichen in den Jahren 1985 bis 2000 ausgewertet und errechneten Monatsmittelwerte des Gesamtphosphors von 84 – 325 µg/l. Dieser sehr hohe Gehalt an Gesamtphosphor, der ja auch besonders im Streitteich auftritt, birgt in Kombination mit einer geschlossenen Winterdecke, wie schon erwähnt, das Risiko einer für die Karpfen bedrohlichen Sauerstoffzehrung. Der Gehalt an Sauerstoff betrug im Streitteich im Monatsmittel 4,5 – 11,9 mg/l, im Minimum 0,6 mg/l. Im Kaltenbacheich betrug der Sauerstoffgehalt im Monatsmittel 7,4 – 12,1 mg/l, im Minimum 3,8 mg/l. Bezüglich des Gehalts an Sauerstoff erwies sich der Streitteich in jedem Winter als der ungünstigere Teich. Diese Bedrohung durch eine auftretende Sauerstoffzehrung ist auch der Grund, warum empfohlen wird darauf zu achten, dass Winterteiche möglichst arm an Nährstoffen und an organischem Material sind (SCHMELLER 1988, GELDHAUSER 1996). Aus dem selben Grund ist Drainagewasser als Zufluss ungünstig, da es hohe Frachten an Phosphat und organische Belastungen aus landwirtschaftlicher Düngung in den Teich eintragen kann (HOFMANN et al. 1987, LUKOWICZ & GERSTNER 1998). Wenig Nährstoffe wirken sich zwar günstig auf die Sauerstoffversorgung der Karpfen über den Winter aus, kann aber andererseits ein geringes winterliches Nahrungsangebot zur Folge haben, wie bereits in Abschnitt 4.3.3. erwähnt wurde. Im Streitteich traten diese gefährlichen Sauerstoffzehrungen in jedem der Versuchswinter auf, und zwar jeweils ab Ende Dezember oder noch später gegen Ende Jänner. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, immer in ursächlichem Zusammenhang mit einer Winterdecke aus Eis und Schnee. Wurden vom Bewirtschafter Maßnahmen ergriffen, um die Situation im Teich etwa durch Belüftung zu verbessern oder setzte Tauwetter ein, dann entspannte sich die Lage relativ rasch und der Sauerstoffgehalt stieg an. Im Kaltenbacheich hingegen kam es trotz stabiler Winterdecke nicht annähernd zu solch einer dramatischen und für die Karpfen bedrohlichen Abnahme des Sauerstoffgehalts. Der geringe Gehalt an Gesamtphosphor dürfte hier eine größere Zehrung verhindert haben. An dieser Stelle sei nochmals auf den Abschnitt 4.3.2. verwiesen.

In Zusammenhang mit dem Nährstoffgehalt und damit der autotrophen Primärproduktion eines Teiches steht die Sichttiefe. Sie wird von der Dichte des Planktons, vornehmlich von der Abundanz des Phytoplanktons beeinflusst und kann als Hinweis auf den Nährstoffreichtum eines Gewässers gelten. In Fischteichen gilt dies grundsätzlich ebenso wie in natürlichen Gewässern, wobei allerdings einige Faktoren berücksichtigt werden müssen. So wird die Sichttiefe unter anderem von der Wühltätigkeit der nahrungssuchenden Karpfen beeinflusst und auch die Fütterung durch den Bewirtschafter kann sich auswirken. Verschmähen beispielsweise die Karpfen die Naturnahrung zu Gunsten des Futters kann es vorkommen, dass ein an sich nährstoffreicher Teich eine unverhältnismäßig hohe Sichttiefe aufweist. Der Grund liegt in der hohen

Zooplanktonabundanz, welche das Phytoplankton stark reduziert. Bedenkt man die bisherige Beurteilung der beiden Teiche, so ist natürlich zu erwarten, dass die Sichttiefe im Streitteich geringer ist als im Kaltenbacheich. Tatsächlich lagen im Streitteich die Monatsmittelwerte mit 0,5 – 1,1 m niedriger als im Kaltenbacheich mit 1,2 – 2,1 m Monatsmittel.

Ein weiterer Parameter, der für die Winterung von Karpfen von Bedeutung ist, ist der pH-Wert des Teichwassers. Karpfen die über längere Zeit Wasser mit einem pH-Wert von 4,8 – 5 ausgesetzt sind, zeigen allmählich die typischen Erscheinungen der Säurekrankheit und gehen daran zugrunde (nach SCHÄPERCLAUS 1990 und dort zitierten Autoren). Nach REICHENBACH – KLINKE (1980) liegt der letale pH-Wert für Karpfen bei 5 und 10,8. Im Winter besteht vor allem die Gefahr, dass huminsäurereiche Schmelzwässer aus den Fichtenforsten den pH-Wert der Teiche ungünstig beeinflussen. Zudem sind die kalkarmen Waldviertler Teiche aufgrund ihres sauren Untergrunds aus Granitgesteinen schlecht gepuffert. Das Säurebindungsvermögen schwankte im Monatsmittel im Streitteich zwischen 1,8 – 2,6 mVal/l und 1,3 – 1,5 mVal/l im Kaltenbacheich. Gerade beim Kaltenbacheich, dessen unmittelbares Einzugsgebiet aus Fichtenforsten besteht und der auch Drainagewasser aus diesen empfängt, besteht potentiell die Gefahr eines niedrigen pH-Wertes. Das gilt insbesondere für die Zeit der Schneeschmelze, wenn verstärkt Wasser aus den Nadelwäldern zufließt. Beim Streitteich besteht dieses Problem nicht in diesem Ausmaß, da sein Einzugsgebiet etwas anders beschaffen ist. In keinem der Versuchswinter wurde der pH-Wert zu einem Faktor, der die Karpfen in ihrer Überwinterung beeinträchtigt hätte. Bei beiden Teichen, insbesondere beim Kaltenbacheich, sorgte der Bewirtschafter durch eine wohldosierte Kalkgabe am Zufluss dafür, dass Probleme erst gar nicht auftraten. Die pH-Werte von im Monatsmittel 7,2 – 7,7 im Streitteich und 7,0 – 8,1 im Kaltenbacheich zeigten dies. Ein bedeutender Faktor, der vor allem in den Sommermonaten zu Fischsterben führen kann, ist der ab einer Konzentration von 0,02 mg/l für Karpfen schädliche Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Seine Konzentration im Wasser ist weitgehend pH-abhängig. Mit zunehmendem pH-Wert nimmt der Anteil der dissoziierten Ammoniummoleküle ab und der Anteil der undissoziierten Ammoniakmoleküle zu. Vorsicht ist bei pH-Werten ab 9 geboten (nach SCHÄPERCLAUS 1990). Aufgrund der pH-Werte und des Gehaltes an Ammonium in den Teichen, bestand zu keiner Zeit und in keinem Teich eine Gefahr für die Karpfen. Das gilt auch für den Kaltenbacheich, der zwar zeitweise einen pH-Wert bis 9 aufwies, dessen Gehalt an Ammonium selbst mit dem Spitzenwert von 0,27 mg/l jedoch nie Ammoniakgehalte im kritischen Bereich ermöglicht hätte.

Den Einfluss der Wassertemperatur auf die Aktivität bzw. die Nahrungsaufnahme der überwinternden Karpfen wurden bereits in den Abschnitten 4.3.2. und 4.3.3. behandelt. Die Unterschiede in der Wassertemperatur zwischen den beiden Teichen hängt zum einen mit der Sauerstoffzehrung zusammen und zum anderen mit der Lage der Teiche. Der Streitteich zeigte in den drei Wintern einen Monatsmittelwerte von 1,9 – 4,6 °C. Der Kaltenbacheich zeigte Monatsmittelwerte von 3,1 – 5,6 °C. Als tiefste Temperaturen wurden für den Streitteich 0,4 °C im Winter 2000/2001 und für den Kaltenbacheich 1,0 °C im Winter 2001/2002 ermittelt. Die Sauerstoffzehrung im Streitteich macht, wie schon erwähnt, Maßnahmen seitens des Teichbewirtschafters nötig, die für eine Durchmischung des Wasserkörpers sorgten und damit zu einer Temperaturerniedrigung führten. Zum anderen liegt der Streitteich in sehr windexponierter Lage. Dieser mitunter recht heftige Wind bricht eine dünne Eisdecke auf bzw. findet in den Wuhnen genug Angriffsfläche, um den Wasserkörper zu durchmischen. Die Eisdecke verschwindet ganz oder teilweise und

ein Absinken der Wassertemperatur ist die Folge. Erst bei entsprechenden Lufttemperaturen und wenig Wind kommt es zu einem erneuten Eisschluss. Der Kaltenbacheich hingegen liegt vom Wald gut geschützt in einer Senke und ist dem Wind in viel geringerem Maße ausgesetzt, was eine viel stabilere Winterdecke zur Folge hat. Diese bestand weit länger ins Frühjahr hinein als jene am Streitteich. Eine höhere und stabilere Wassertemperatur im Kaltenbacheich war die Folge. Der Einfluss der Schmelzwässer im Frühjahr führte ebenfalls zu einem Absinken der Wassertemperatur. Davon waren jedoch beide Teiche in gleichem Maße betroffen.

Die störungsfreiere und sicherere Überwinterungsmöglichkeit bietet zweifellos der Kaltenbacheich. Sein niedriger Gehalt an Gesamtphosphor und die geringere organische Belastung machen ihn weniger anfällig für gefährliche, die Karpfen bedrohende Sauerstoffzehrungen. Das und die geschützte Lage gewährleisteten relativ stabile Wassertemperaturen während des Winters. Der einzige Schwachpunkt ist das Zuflusswasser aus den Fichtenwäldern, das vor allem bei hoher Wasserführung einen negativen Einfluss auf den pH-Wert zeigen könnte. Wie schon erwähnt, könnte sich der geringere Nährstoffgehalt auch auf die Nahrungsverfügbarkeit auswirken. Der Streitteich hingegen ist schon allein aufgrund seiner relativ hohen Nährstoffbelastung ein Winterteich für den Bewirtschafter mit dem Hang zum Risiko. In jedem der drei Versuchswinter kam es zu bedrohlichen Sauerstoffzehrungen und nur das zeitige Tauwetter im Winter 2001/2002 erübrigte ein Eingreifen seitens des Bewirtschafters wie in den beiden Wintern zuvor.

Wie ist hier abschließend der Mitterhölleich einzuordnen? Die organische Belastung im Mitterhölleich lag im Monatsmittel zwischen 0,24 und 0,65 mg/l Ammonium. Die Grenze von 1 mg/l wurde dabei bei zwei Messungen überschritten. Damit lag der Mitterhölleich knapp hinter dem Streitteich. Der Gehalt an Gesamtphosphor betrug im Monatsmittel zwischen 121 – 172 µg/l und lag damit ebenfalls hinter dem Streitteich. Der Sauerstoffgehalt betrug im Monatsmittel 6,1 – 11,6 mg/l, war damit höher bzw. in etwa auf dem Niveau des Streitteichs und sank im Minimum auf 1,1 mg/l ab. Die Sichttiefe betrug im Monatsmittel lediglich 0,4 – 0,9 m und war damit etwas geringer als im Streitteich. Der pH-Wert schwankte im Monatsmittel um 7,0 – 7,3 und das Säurebindungsvermögen zwischen 0,24 und 0,65 mVal/l. Die Wassertemperatur betrug im Monatsmittel 2,2 – 5,5 °C, im Minimum 0,7 °C. Der Mitterhölleich liegt geschützter als der Streitteich und verfügte im Versuchswinter über einen mengenmäßig großen Durchfluss, begünstigt durch die Lage innerhalb einer Teichkette. Dieser große Durchfluss gemeinsam mit dem Tauwetter im zeitigen Frühjahr wendete noch niedrigere Gehalte an Sauerstoff ab. Sicher ein Winterteich, den man während des Winters sorgfältig im Auge haben muss und der nicht so problemlos ist wie der Kaltenbacheich. Letztlich lässt sich aber mit den Daten eines Winters ohne Vergleichswerte nur eine beschränkte Aussage machen.

Es versteht sich von selbst, dass noch eine ganze Reihe von Parametern bei der Winterung von Karpfen zu berücksichtigen sind. Über diese Parameter, z.B. CO<sub>2</sub> auf der physikalisch/chemischen Seite oder generell die Beschaffenheit von Winterteichen und die spezifischen Anforderungen an diese, sowie über Tipps und Tricks, geben die meist sehr guten und von erfahrenen Praktikern verfassten Bücher zum Thema. Die gängigsten wurden im Text zitiert und die vollständigen Quellenangaben finden sich im Abschnitt 5.

## 5. Literatur

- ADAMS, N. S., RONDORF, D. W., SCOTT, D. E., KELLY, J. E. & PERRY, R. W. (1998): Effects of surgically and gastrically implanted radio transmitters on swimming performance and predator avoidance of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 55: 781-787.
- ALBRECHT, M. L. (1966a): Winterruhe und Kohlehydratstoffwechsel des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.). *Deutsche Fischereizeitung* 13: 106-109.
- ALBRECHT, M. L. (1966b): Das Hungervermögen des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.). *Deutsche Fischereizeitung* 13: 340-344.
- AMLACHER, E. (1981): Taschenbuch der Fischkrankheiten, 4. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 474 S.
- BALON, E. K. (1964): Verzeichnis und ökologische Charakteristik der Fische der Donau. *Hydrobiologia* 24: 441-451.
- BALON, E. K. (1968): Urgeschichte der Donau – Ichthyofauna (vor dem Einfluß des Menschen). *Archiv für Hydrobiologie (Suppl. Donauforschung 3)* 34: 204-227.
- BALON, E. K. (1969): Studies on the wild carp *Cyprinus carpio carpio* Linnaeus, 1758. I. New opinions concerning the origin of the carp. *Práce Laboratória rybárstva* 2: 99-120.
- BALON, E. K. (1995): Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. In: BILLARD, R. & GALL, G. A. E. (eds.): *The carp – Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Aquaculture-sponsored Symposium held in Budapest, Hungary, 06. – 09. September 1993*. *Aquaculture* 129: 3-48.
- BARUŠ, V., PEŇÁZ, M. & KOHLMANN, K. (2001): *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). In: BĂNĂRESCU, P. & PAEPKE, H. J. (eds.), *The Freshwater Fishes of Europe*. Vol. 5 Cyprinidae – 2, Part 3 Carassius to Gasterosteidae. Aula-Verlag, Wiebelsheim: 84-179.
- BAUER, CH. (2002): Radiotelemetrische Untersuchungen am Zuchtkarpfen, *Cyprinus carpio carpio* morpha *domestica*, während der Winterung, unter Berücksichtigung der Bewegungsaktivität der besenderten Karpfen, der biotelemetrischen Methode, sowie deren Auswirkungen auf die Versuchsfische. Dissertation an der Universität Wien: 154 S.
- BILLARD, R. (1999): *Carp. Biology and culture*. Springer – Praxis series in aquaculture and fisheries, 342 S.
- BILLARD, R. & GALL, G. A. E. eds. (1995): *The Carp. Proceedings of the 2nd Aquaculture-sponsored Symposium, Budapest, Hungary, 6.-9. September 1993*. *Aquaculture* 129, 485 pp.
- BLAŽKA, P. (1958): The anaerobic metabolism of fish. *Physiological Zoology* 31: 117-128.
- BOHL, M. (1999): *Zucht und Produktion von Süßwasserfischen*. Verlags Union Agrar, Frankfurt, 719 S.
- BROWN, R. S., POWER, G., BELATOS, S., BEDDOW, T. A. (2000): Effects of hanging ice dams on winter movements and swimming activity of fish. *Journal of Fish Biology* 57: 1150 – 1159.

- BROWN, R. S., POWER, G., BELATOS, S. (2001): Winter movements and habitat use of riverine brown trout, white sucker and common carp in relation to flooding and ice break – up. *Journal of Fish Biology* 59: 1126-1141.
- BRUNNER, CH. & ENDRESS, H. (1929): Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf den Ernährungszustand der Fische bei der Winterruhe. *Zeitschrift für Biologie* 89: 85-113.
- COUTANT, C. C. (1977): Compilation of temperature preference data. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 739-745.
- DECKERT, K. & DECKERT, G. (1991): *Urania Tierreich: Fische, Lurche, Kriechtiere. Urania – Verlag Leipzig, Jena, Berlin: Seite 135.*
- DOKULIL, M., HAMM, A. & KOHL, J.-G. (Hersg.) 2001: *Ökologie und Schutz von Seen. Facultas Universitäts Verlag, Wien: 499 S.*
- GASCH, A. (1955): Schonende Abfischung der einsömmrigen Karpfen. *Österreichs Fischerei* 8: 106-109.
- GASCH, A. (1957): Die Zatorer Methode der wirksamen Bekämpfung der Bauchwassersucht der Karpfen. *Österreichs Fischerei* 10: 80-90.
- GELDHAUSER, F. (1996): Aktuelle Probleme der Winterung. *Fischer & Teichwirt* 47(3): 105-106.
- GIBINSON, J. A. (1970): *Der Karpfen – Verhaltensweise und sportlicher Fang. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 152 S.*
- GUSAR, A. G., BARUS, V., PAVLOV, D. S., GAJDUSEK, J. & HALACKA, K. (1989): The results of ultrasonic telemetry of the carp, *Cyprinus carpio*, in a wintering pond during the winter period. *Folia Zoologica Brno* 38: 87-95.
- HAAS, E. (1982): *Der Karpfen und seine Nebenfische. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 195 S.*
- HAAS, E. (1997): *Der Karpfenteich und seine Fische. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 195 S.*
- HAZEL, J. R. (1993): Thermal Biology. In: EDWARDS, D. H. (ed.): *The physiology of fishes. CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: 427-467.*
- HEIDER, V. (1992): Schlittschuh-Karpfen-Schlaflied. *Bausteine Kindergarten* 13/2: 43.
- HEEZEN, K. L. & TESTER, J. R. (1967): Evaluation of radio-tracking by triangulation with special reference to deer movements. *Journal of Wildlife Management* 31: 124-141.
- HOFMANN, J., GELDHAUSER, F. & GERSTNER, P. (1987): *Der Teichwirt, 6. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 253 S.*
- HOLOPAINEN, I. J., HYVARINEN, H. & PIIRONEN, J. (1986): Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.) – II. Metabolic products. *Comparative Biochemistry and Physiology* 83A: 239-242.
- HORÁK, W. (1869): *Die Teichwirthschaft mit besonderer Rücksicht auf das südliche Böhmen. I. G. Salve'sche Universitätsbuchhandlung, Prag, 207 S.*
- HUET, M. (1986): *TEXTBOOK OF FISH CULTURE, Breeding and Cultivation of Fish, 2<sup>nd</sup> edition. – FISHING NEWS BOOKS, Blackwell Scientific Publ. LTD., 438 S.*
- HYVARINEN, H., HOLOPAINEN, I. J. & PIIRONEN, J. (1985): Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.) – I. Annual dynamics of glycogen reserves in nature. *Comparative Biochemistry and Physiology* 82A: 797-803.
- JOHNSON, P. B. & HASLER, A. D. (1977): Winter aggregations of carp (*Cyprinus carpio*) as revealed by ultrasonic tracking. *Transactions of the American Fisheries Society* 106: 556-559.

- KASELOO, P. A., WEATHERLEY, A. H., LOTIMER, J. & FARINA, M. D. (1992): A biotelemetry system recording fish activity. *Journal of Fish Biology* 40: 165-179.
- KOCH, W., BANK, O. & JENS, G. (1982): *Fischzucht*, 5. Auflage. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 235 S.
- LAMPERT, W. & SOMMER, U. (1993): *Limnoökologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 440 S.
- LASSLEBEN, P. (1964): Zur Karpfenwinterung. *Fischwirt* 14: 12-16.
- LUKOWICZ, M. & GERSTNER, P. (1998): Hältern und Wintern. In: SCHÄPERCLAUS, W. & LUKOWICZ, M. (Hersg.), *Lehrbuch der Teichwirtschaft*, 4. neubearbeitete Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg: 495-503.
- MANN, H. (1960): Gewichtsverluste bei überwinternden Karpfen und Schleien. *Fischwirt* 10: 302-304.
- MARTINELLI, T. L., HANSEL, H. C. & SHIVELY, R. S. (1998): Growth and physiological responses to surgical and gastric radio transmitter implantation techniques in subyearling chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). In: LAGARDERE, J. P., BEGOUT ANRAS, M. L. & CLAIREAUX, G. (eds.), *Advances in Invertebrates and Fish Telemetry*. *Hydrobiologia* 371/372: 79-87.
- McCRIMMON, H. R. (1968): Carp in Canada. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 165: 94 pp.
- MEHRING, H. (1934): Karpfenzucht. *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, Band 3, DEMOLL, R. & MAIER, H. N. (eds.), E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 406 S.
- MIKSCHI, E. & WOLFRAM-WAIS, A. (1999): Rote Liste ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs, Fische und Neunaugen (Pisces, Cyclostomata). Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Naturschutz und Abt. Agrarrecht, St. Pölten: 136 S.
- MOORE, A., RUSSELL, I. C. & POTTER, E. C. E. (1990): The effects of intraperitoneally implanted dummy acoustic transmitters on the behaviour and physiology of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Fish Biology* 37: 713-721.
- MORGAN, A. H. (1939): *Field book of animals in winter*. G. P. Putnam's Sons, New York.
- MULFORD, C. J. (1984): Use of a skin stapler to quickly close incisions in striped bass. *North American Journal of Fisheries Management* 4: 571-573.
- NELSON, J. S. (1994): *Fishes of the world*. 3<sup>rd</sup> ed. Wiley & Sons, Inc. New York, 600 S.
- NEMETZ, T. G. & MACMILLAN, J. R. (1988): Wound healing of incisions closed with a cyanoacrylate adhesive. *Transactions of the American Fisheries Society* 117: 190-195.
- OBERLE, M. J. (1995): Einfluss von Fütterungsmaßnahmen auf Fettgehalt und Fettsäuremuster und deren Auswirkungen auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität von Karpfen (*Cyprinus carpio*, L.). Dissertation, Technische Universität München, 214 S.
- OSIPOVA, V. B. (1979): A Contribution to the Ecology of the Carp, *Cyprinus carpio*, in the Cheremshan Arm of Kuybyshev Reservoir. *Voprosy Ikhtiologii* 19(5): 151-154.
- OTIS, J. K. & WEBER, J. J. (1982): Movement of carp in the Lake Winnebago system determined by radio telemetry. *Wisconsin Department of Natural Resources Technical Bulletin* 134: 16 p.

- OUYANG – HAI & SU – ZHIFENG (1991): Transport and wintering of live fish. In: ZHONG, L. (ed.), Pond fisheries in China. Pergamon Press, Oxford, New York: 231-252.
- PEDERSEN, B. H. & ANDERSEN, N. G. (1985): A surgical method for implanting transmitters with sensors into the body cavity of cod (*Gadus morhua* L.). Dana 5: 55-62.
- PIWERNETZ, D. (1999): Karpfen sind „Bioprodukte“ vom Feinsten. Fischer & Teichwirt 50(9): 340-341.
- PLANANSKY, A. (1961): Beobachtungen bei überwinternden und laichenden Karpfen. Österreichs Fischerei 14: 49-51.
- PLANANSKY, A. (1963): Das unmittelbare Zeugnis eines Züchters (A. Planansky) über die Zustände an Waldviertler Karpfenteichen während des schweren Winters 1962/63. Österreichs Fischerei 16: 26-27.
- POWLES, P. M., McCRIMMON, H. R. & MACRAE, D. A. (1983): Seasonal feeding of carp, *Cyprinus carpio*, in the Bay of Quisite watershed, Ontario. Canadian Field Naturalist 97: 293-298.
- PRIEGEL, P. R. (1982): Winter ultrasonic tracking of carp in lakes Kegonsa, Koshkonong and Puckaway, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Fisheries Management Report 113: 7 p.
- PROKEŠ, M., SPURNY, P. & MAREŠ, J. (1994): Length – weight relationship of young carp (*Cyprinus carpio*) in the course of wintering. Folia Zoologica 43: 267-278.
- REICHENBACH – KLINKE, H. – H. (1980): Krankheiten und Schädigung der Fische, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 472 S.
- REICHLE, G. (1998): Die Karpfenwinterung. Fischer & Teichwirt 49(11): 439-440.
- REYNOLDS, W. W., CASTERLIN, M. E. (1980): The role of temperature in the environmental physiology of fishes. In: ALI, M. A. (ed.): Environmental physiology of fishes. Advanced study institutes series, Plenum Press, New York, London: 497-518.
- RITTER, J. & SCHMITZ, S. (1986): Die Fisch-Uhr. Ellermann Verlag, München, 38 S.
- ROSS, M. J. & KLEINER, C. F. (1982): Shielded needle technique for surgically implanting radio-frequency transmitters in fish. Progressive Fish-Culturist 44: 41-42.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1961): Lehrbuch der Teichwirtschaft, 2. völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 582 S.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1990): Fischkrankheiten, 5. bearbeitete Auflage. Akademie Verlag Berlin: 1123 S.
- SCHÄPERCLAUS, W. & LUKOWICZ, M. (eds.) (1998): Lehrbuch der Teichwirtschaft, 4. neubearbeitete Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 590 S.
- SCHLOTT, K. (1986): Zum Problem der Überwinterung in Karpfenteichen. Österreichs Fischerei 12/1986: 345-347.
- SCHLOTT, G. & SCHLOTT-IDL, K. (1994): Fütterungsprojekt Waldviertel. Abschlußbericht. Ökologische Station Waldviertel, 109 S.
- SCHLOTT-IDL, K. & SCHLOTT, G. (in Druck): Synopse 2000 – Ergebnisse aus Wissenschaft und Praxis 1982-2000, 89 S.
- SCHMELLER, H. B. (1988): Die Überwinterung des Karpfens. Fischer & Teichwirt 39(3): 66-75.

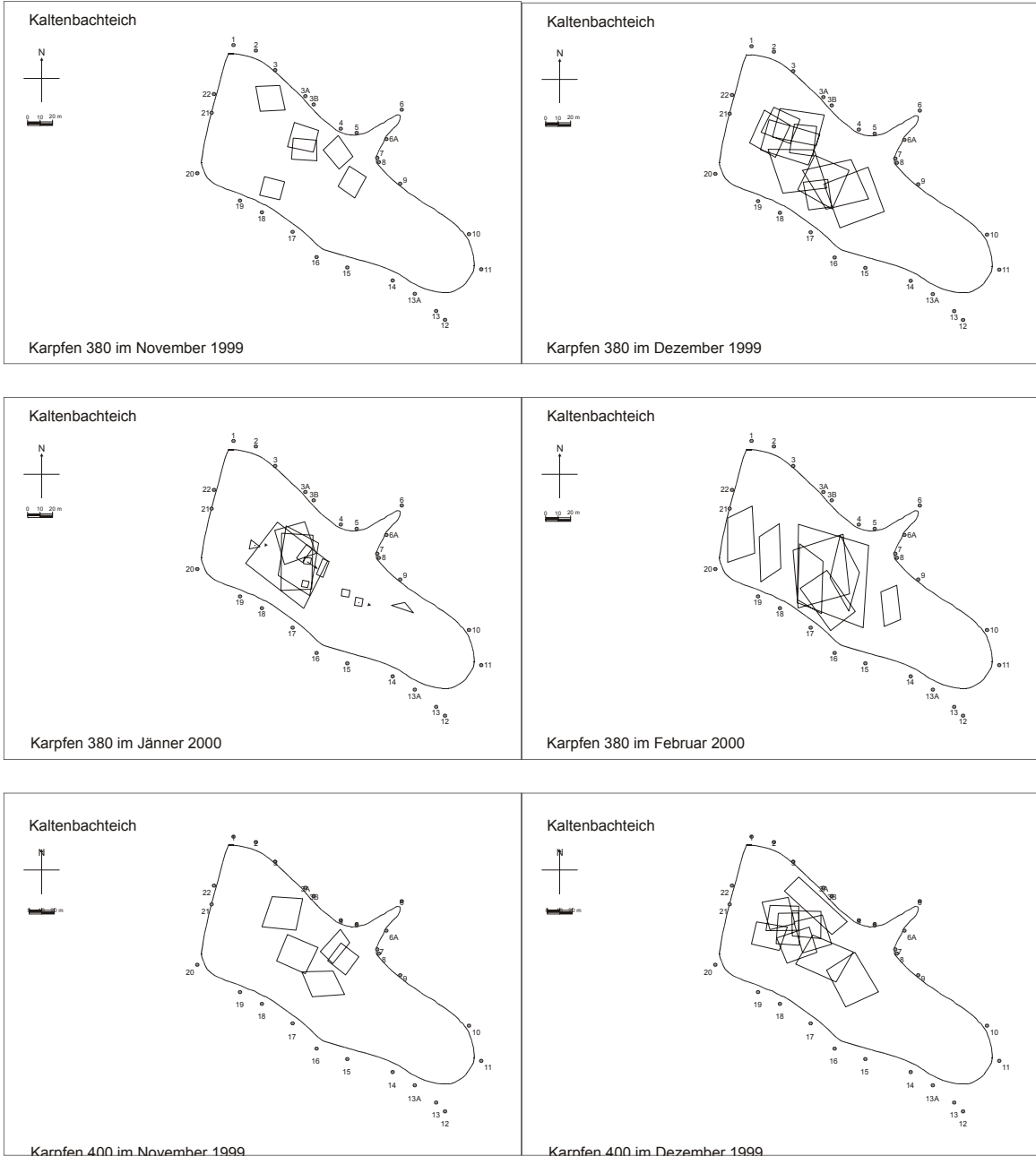


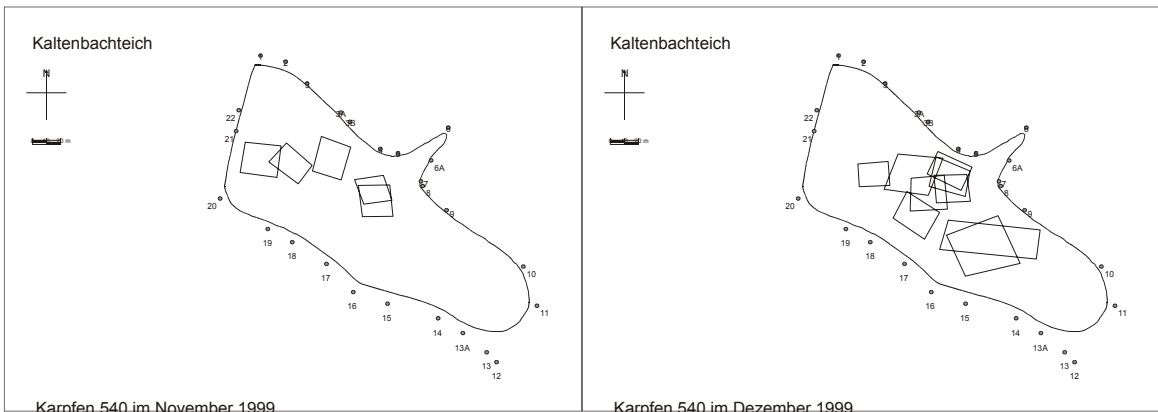
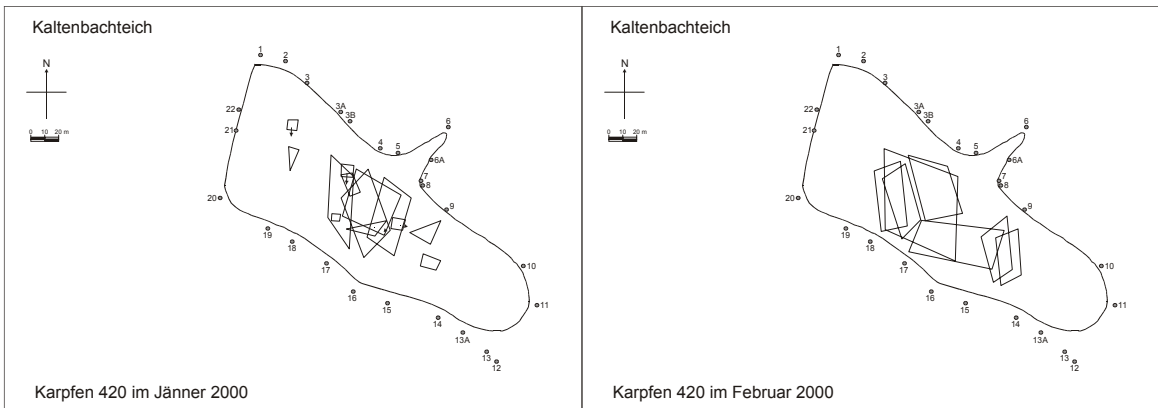
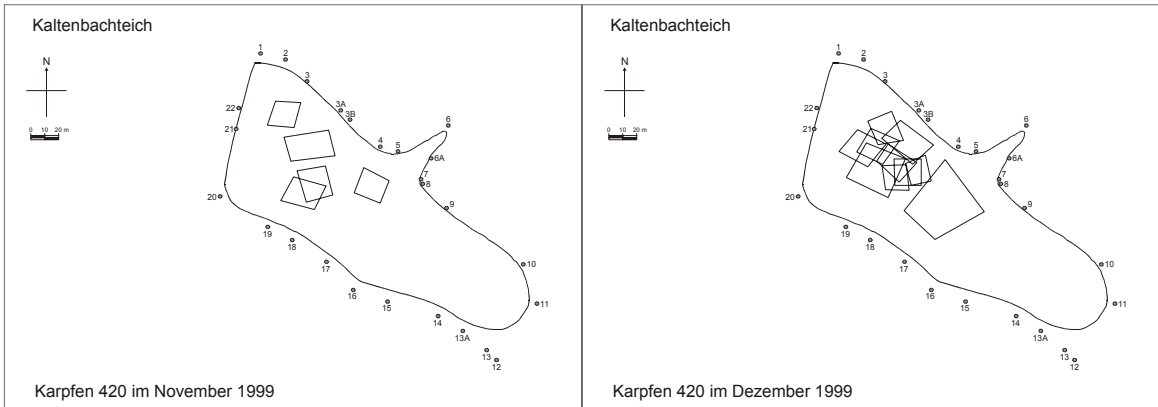
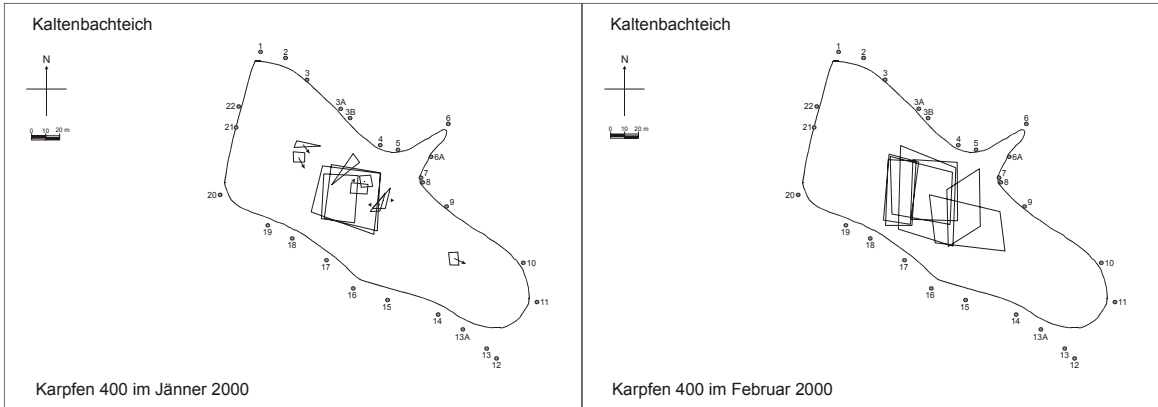
- SCHRAMM, H. L. & BLACK, D. J. (1984): Anesthesia and surgical procedures for implanting radio transmitters into grass carp. *Progressive Fish-Culturist* 46: 185-190.
- SCHRECKENBACH, K. (2002): Einfluss von Umweltbedingungen auf Karpfen. *Fischer & Teichwirt* 53(6): 207-208.
- SCHWARTZ, F. J. (1987): Homing behaviour of tagged and displaced carp, *Cyprinus carpio*, in Pymatuning Lake, Pennsylvania / Ohio. *Ohio Journal of Science* 87: 15-22.
- SCHWARZ, F. J. (1998): Fischernahrung. In: SCHÄPERCLAUS, W. & LUKOWICZ, M. (eds.), *Lehrbuch der Teichwirtschaft*, 4. neubearbeitete Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg: 105-156.
- SCHWOERBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie, 7. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 387 S.
- SISAK, M. M. & LOTIMER, J. S. (1998): Frequency choice for radio telemetry: the HF vs. VHF conundrum. In: LAGARDERE, J. P., BEGOUT ANRAS, M. L. & CLAIREAUX, G. (eds.), *Advances in Invertebrates and Fish Telemetry*. *Hydrobiologia* 371/372: 53-59.
- SPRINGER, J. T. (1979): Some sources of bias and sampling error in radio triangulation. *Journal of Wildlife Management* 43: 926-935.
- STEFFENS, W. (1964): Die Überwinterung des Karpfens (*Cyprinus carpio*) als physiologisches Problem. *Zeitschrift für Fischerei NF* 12: 97-153.
- STEFFENS, W. (1980) *Der Karpfen, Cyprinus carpio*, 5. Auflage. Die Neue Brehm – Bücherei 203, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 215 S.
- STEFFENS, W. (1999): Die europäische Karpfenteichwirtschaft an der Schwelle des neuen Jahrtausends. *Fischer & Teichwirt* 50(10): 388-391.
- STEFFENS, W. & WIRTH, M. (1999): Süßwasserfisch gegen Bluthochdruck. *Fischer & Teichwirt* 3: 85-87.
- STEINBACH, P. (1986): Essai de radio-pistage sur la carpe. *Bulletin français de la peche et de la pisciculture* 302: 118-121.
- STREMPEL, K. M. (1972): Karpfenfütterung mit Fertig-Futtermittel. *Österreichs Fischerei* 25: 99-103.
- SUMMERFELT, R. C. & SMITH, L. S. (1990): Anesthesia, Surgery and related techniques. In: SCHRECK, C. B. & MOYLE, P. B. (eds.): *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, US: 213-272.
- ŠUSTA, J. (1905): *Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen*, 2. Auflage. Herrcke & Lebeling, Stettin, 251 S.
- TANCK, M. W. T., BOOMS, G. H. R., EDING, E. H., WENDELAAR BONGA, S. E. & KOMEN, J. (2000): Cold shocks: a stressor for common carp. *Journal of Fish Biology* 57: 881-894.
- ULTSCH, G. R. (1989): Ecology and physiology of hibernation and overwintering among freshwater fishes, turtles and snakes. *Biological Review of the Cambridge Philosophical Society* 64(4): 453-516.
- VOLLENWEIDER, R. & KEREKES, J. (1982): *Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control*. OECD, Paris.
- WALTER, E. (1903): *Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirtes und Forstmannes*. Neudamm Verlag, 801 S.
- WALTER, E. (1904): *Die Schleienzucht. Anweisungen zur Zucht und Pflege der Schleie in Teichen, Tümpeln und Seen*. Verlag Neudamm: 105 S.

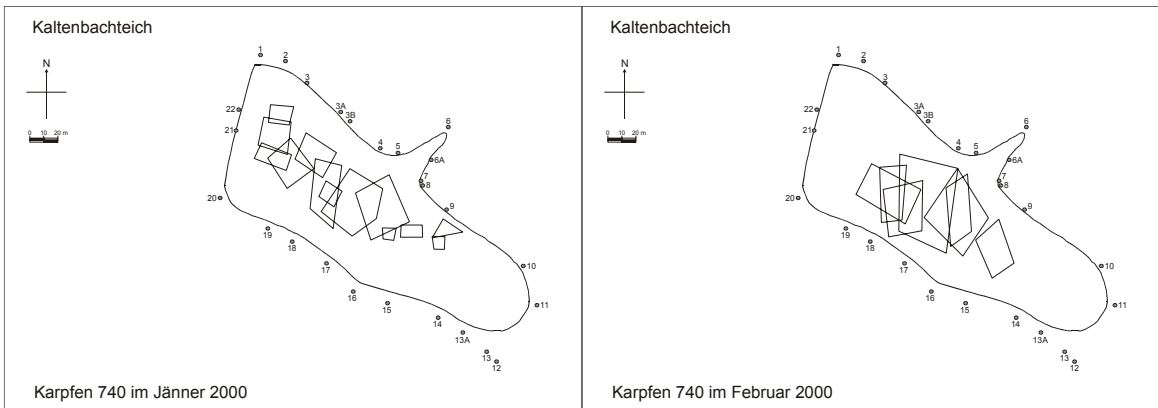
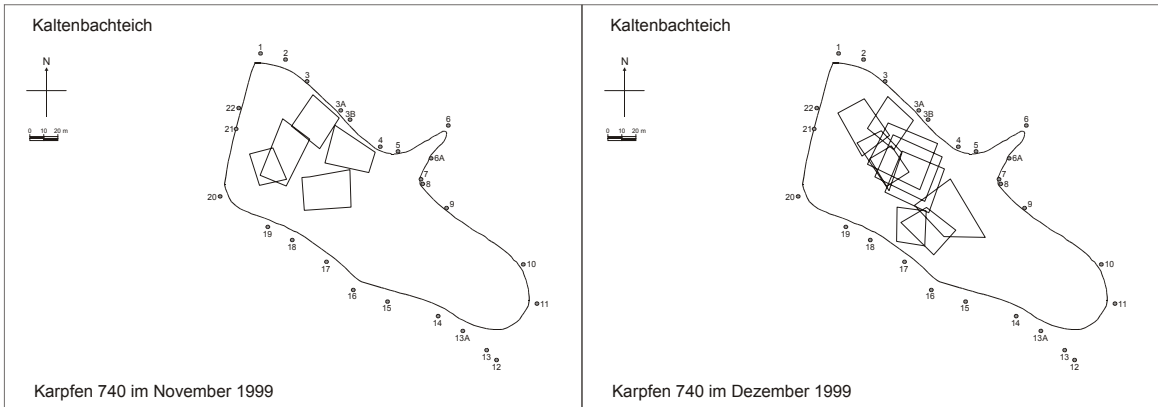
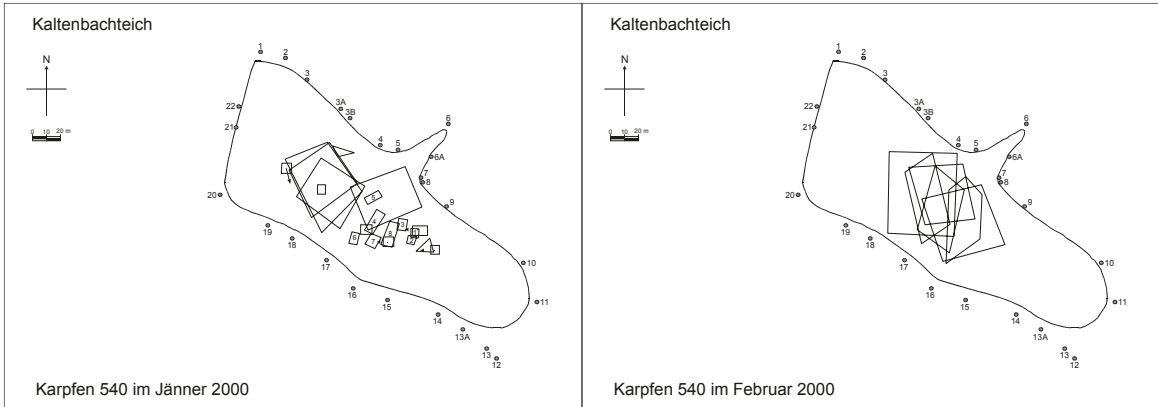
- WEBER, J. J. & OTIS, K. J. (1984): Life history of carp in the Lake Winnebago system, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources Research Report 131: 27 pp.
- WŁODEK, J. M. (1959): Biometrische Untersuchungen an den überwinternden Karpfen. *Acta Hydrobiologica* 1: 215-220.
- WUNDER, W. (1949): Fortschrittliche Karpfenteichwirtschaft. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 385 S.
- WUNDER, W. (1962): Beobachtungen und Betrachtungen zur Überwinterung der einsömmrigen und zweisömmrigen Karpfen. *Fischbauer* 13: 647-652.
- ZIEMIANKOWSKI, W. B. & CRISTEA, E. (1961): Beobachtungen zur Ernährungsdynamik der Fische während des Winters. *Zeitschrift für Fischerei* 10 N.F.: 275-298.
- ZOBEL, H. (1992): Kleinteiche und ihre Bewirtschaftung. DLV Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 224 S.

## 6. Anhang - Positionspolygone

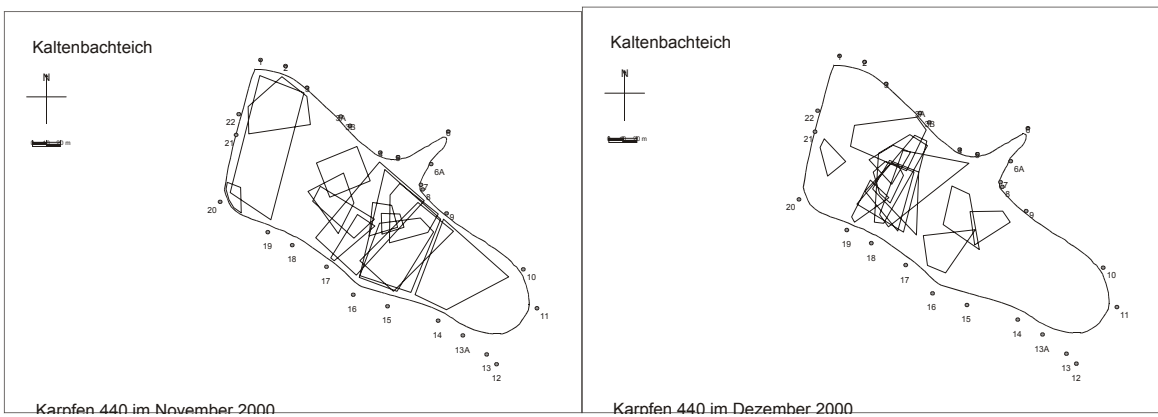
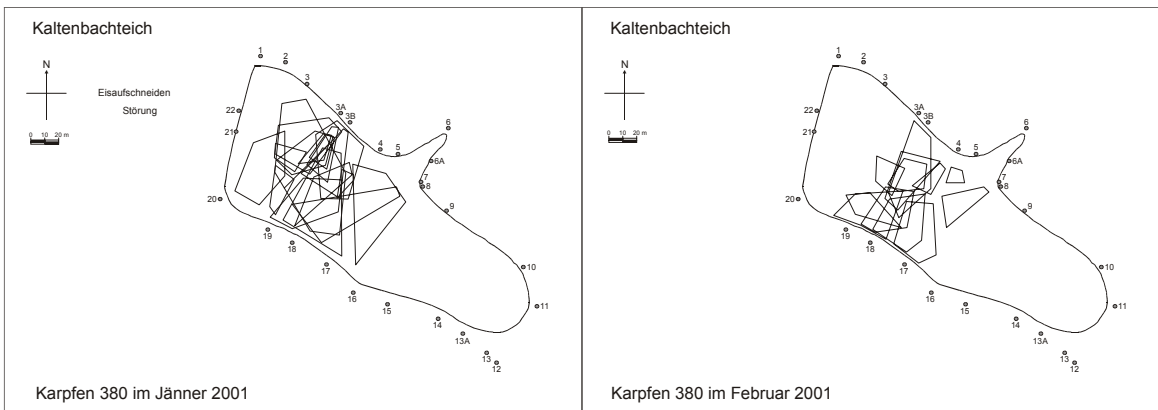
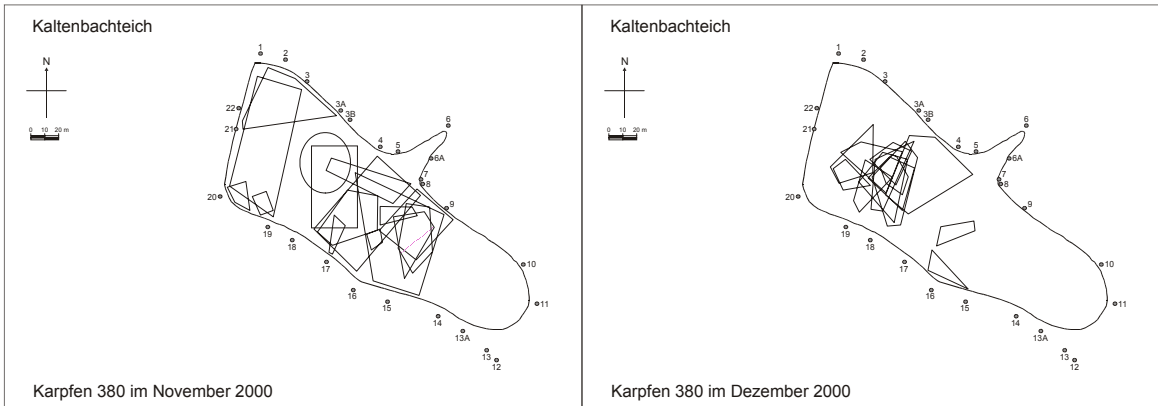
### 6.1. Kaltenbachteich, Winter 1999/2000

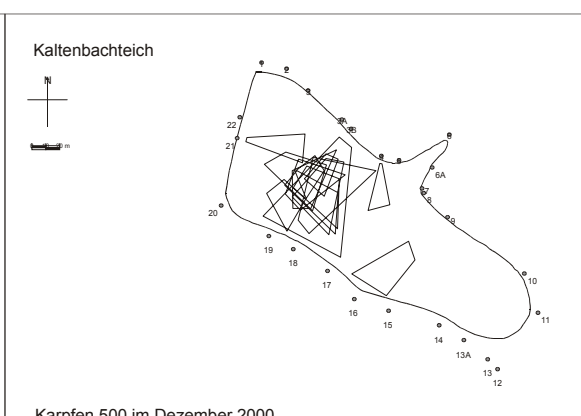
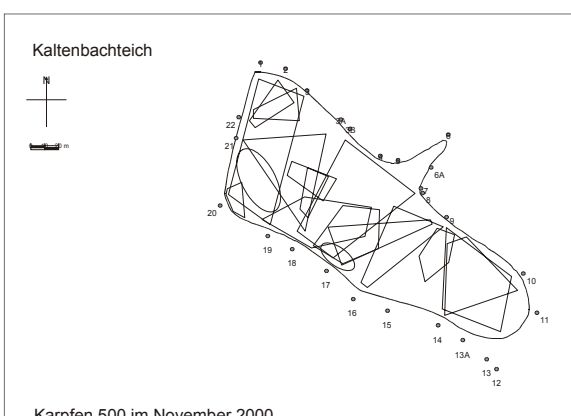
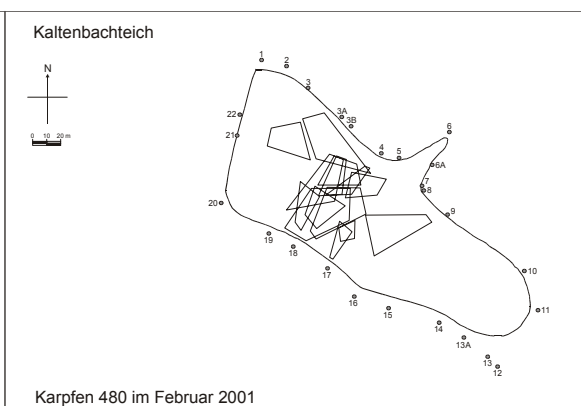
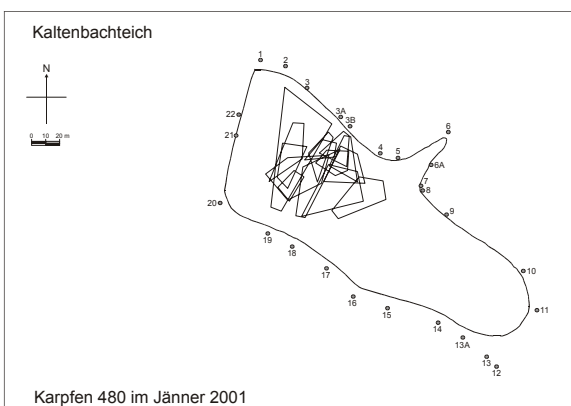
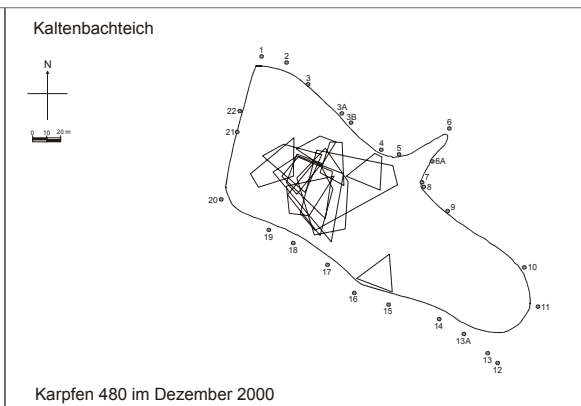
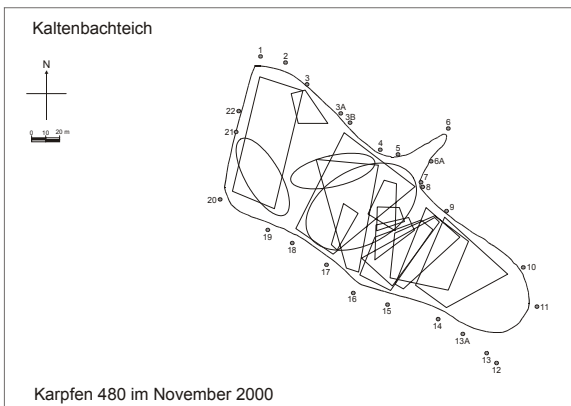
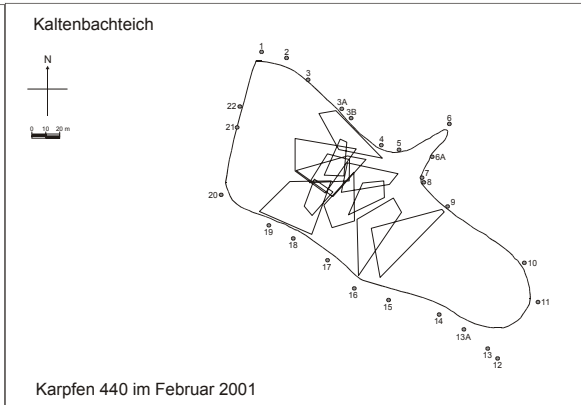
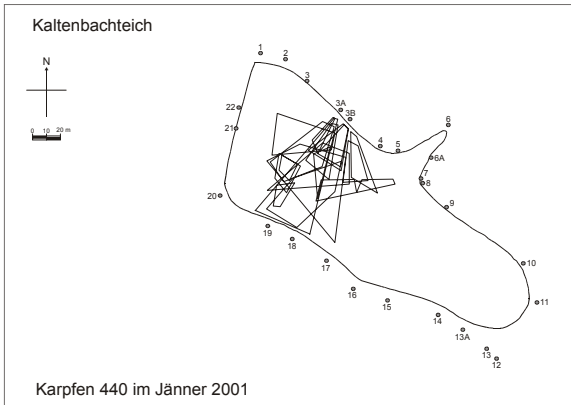


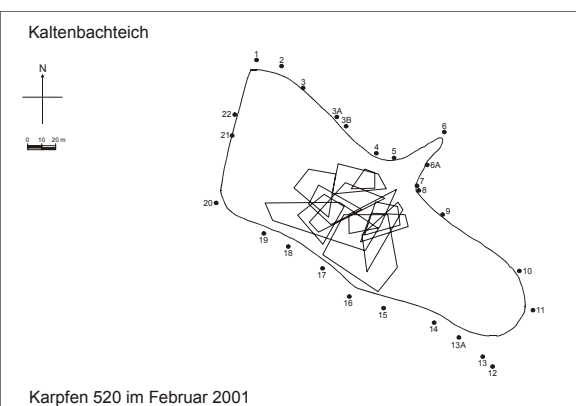
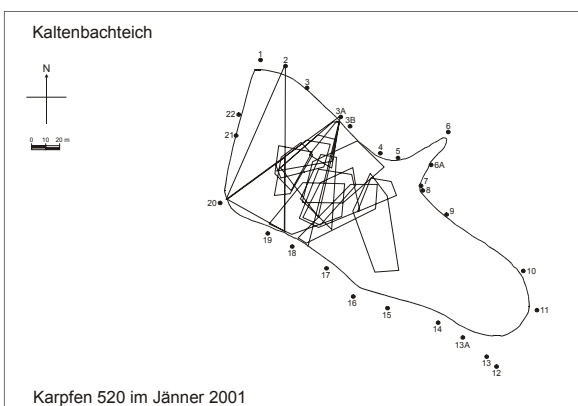
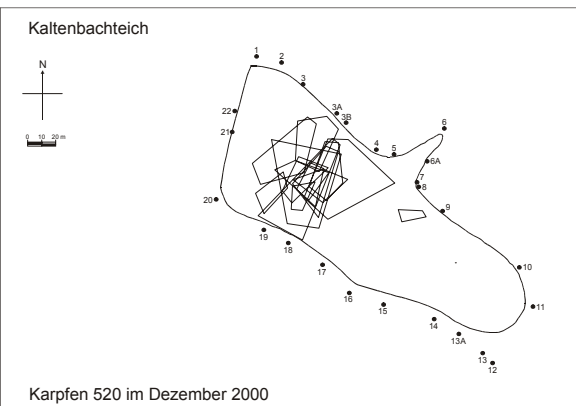
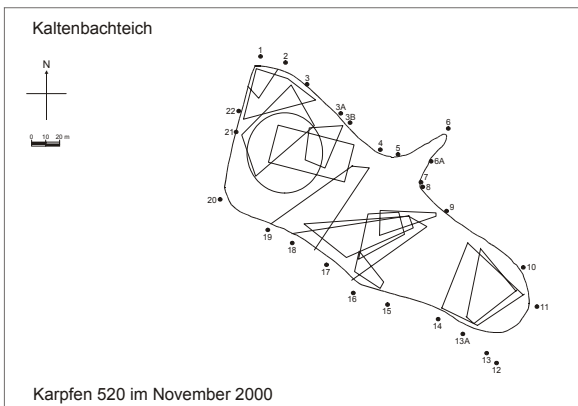
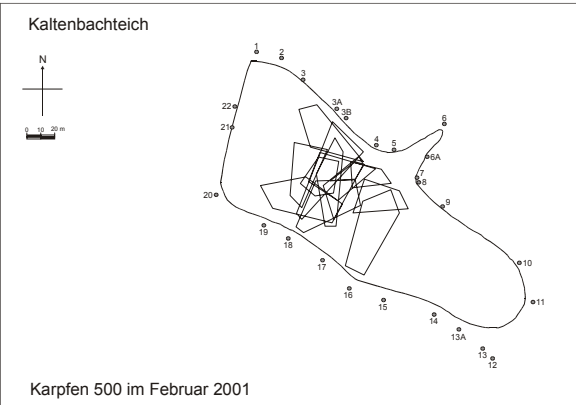
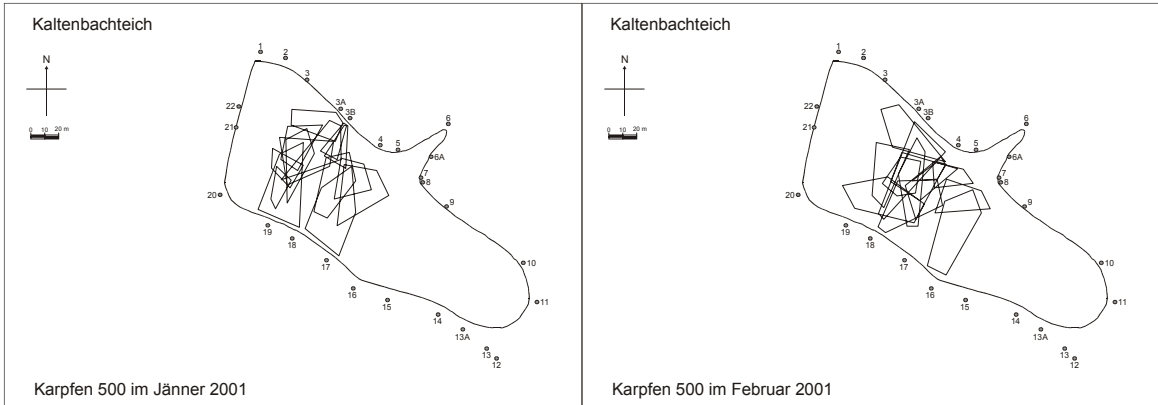




### 6.2. Kaltenbachteich, Winter 2000/2001

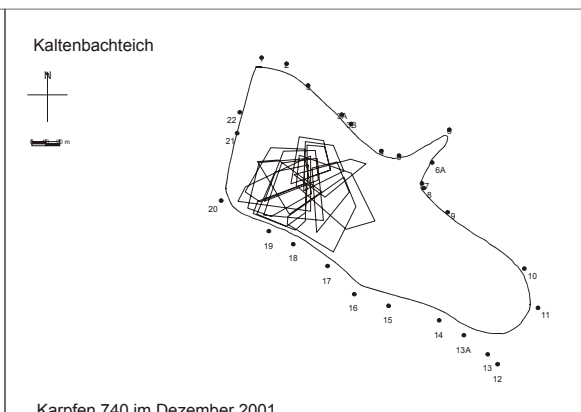
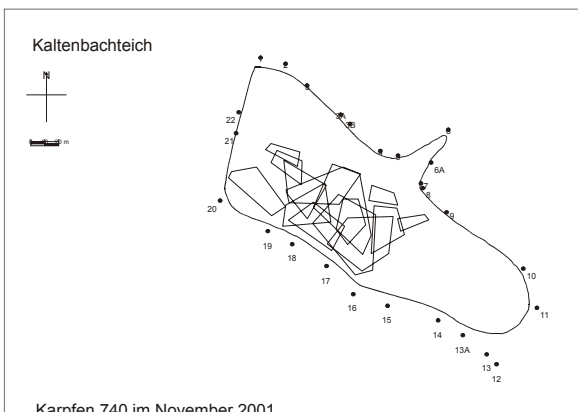
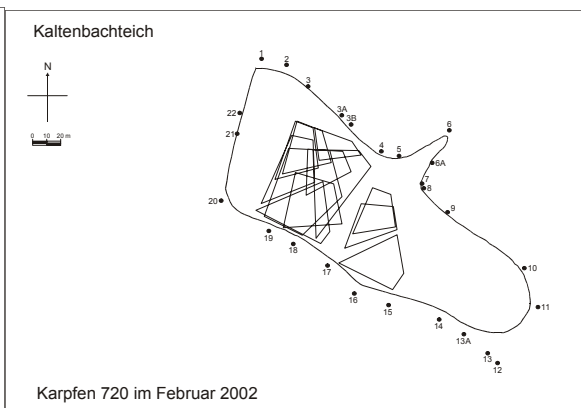
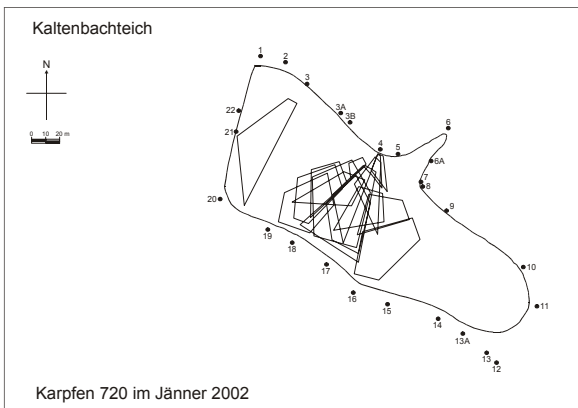
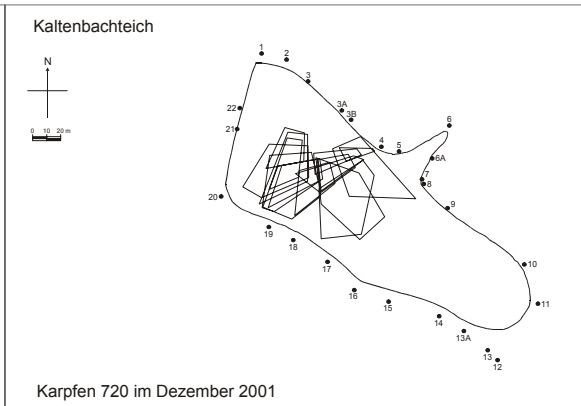
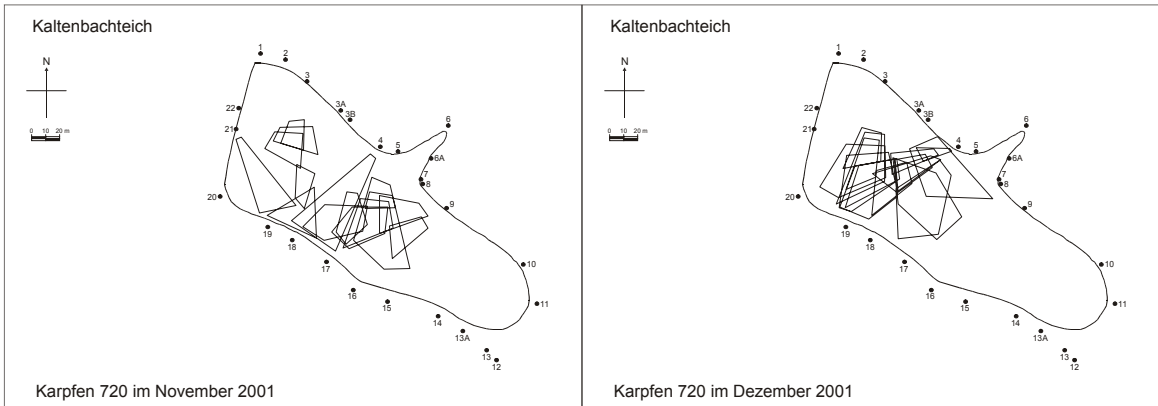


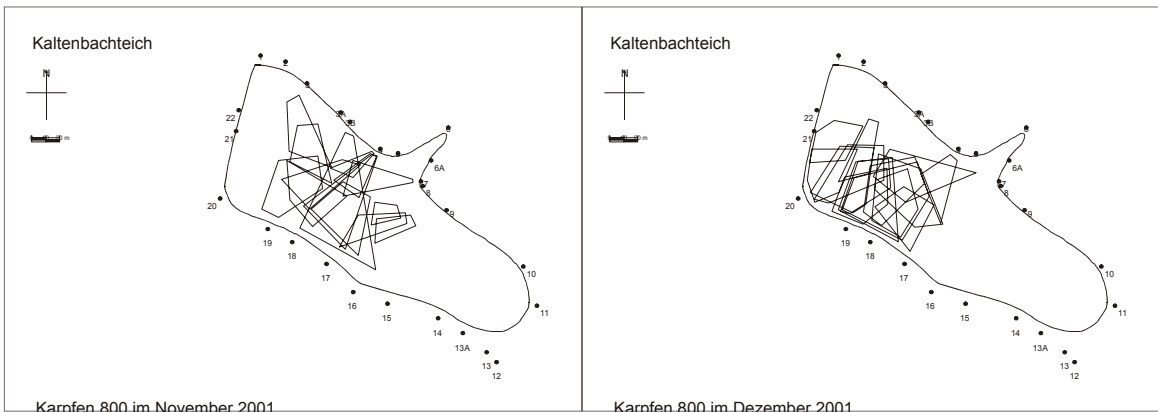
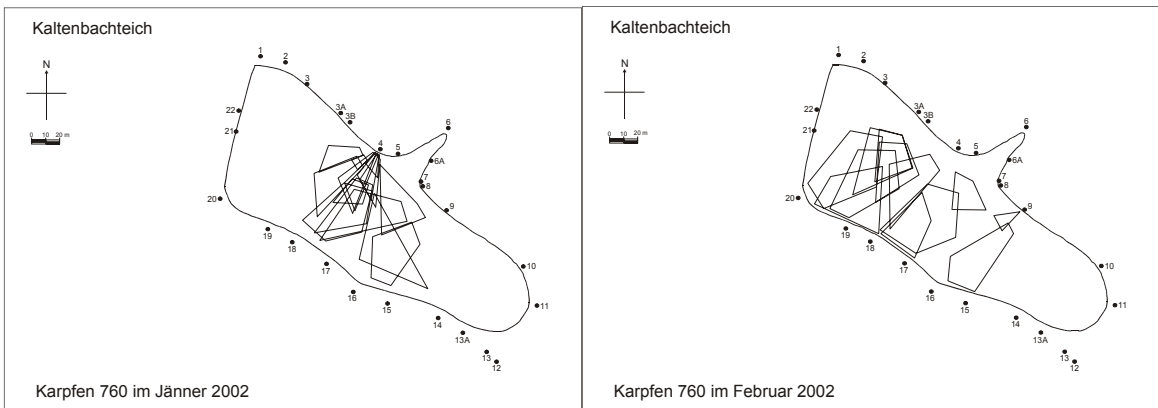
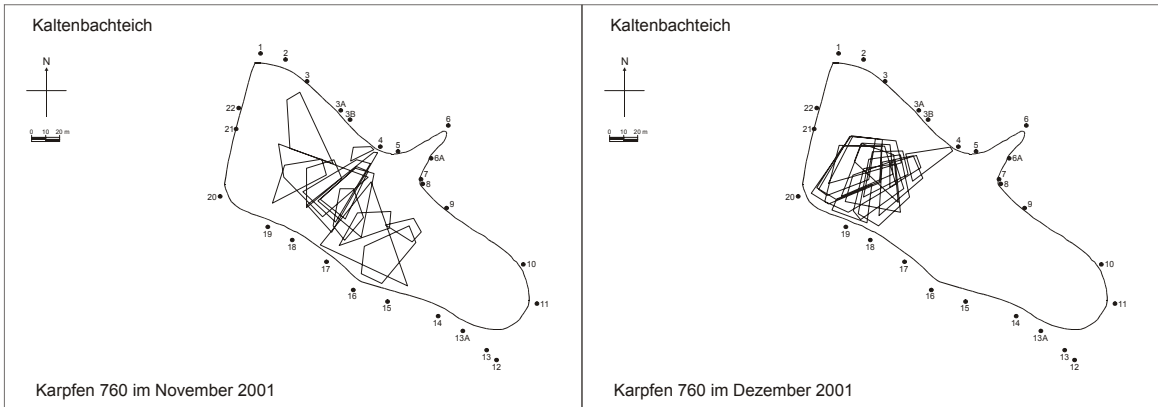
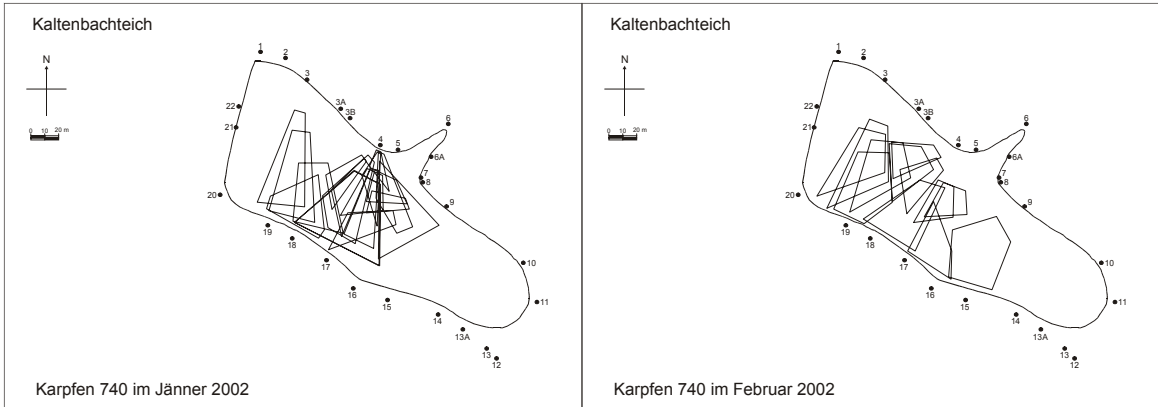


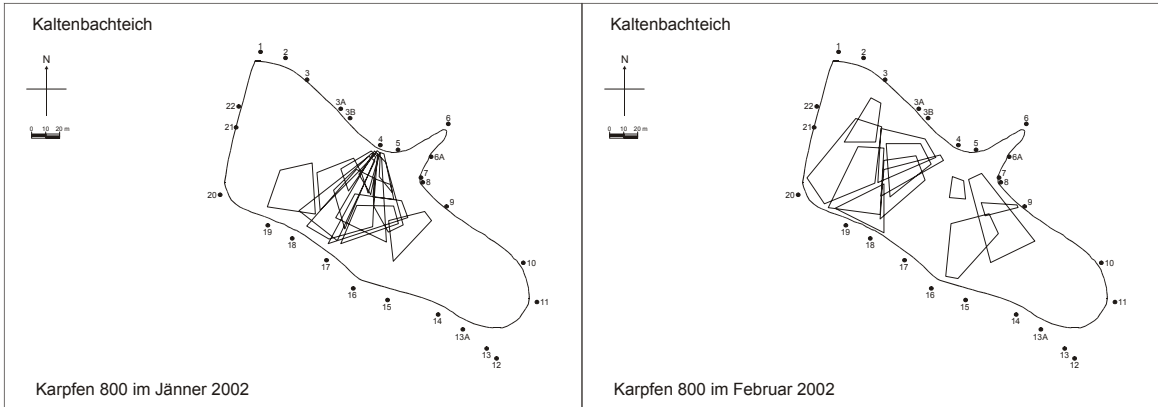




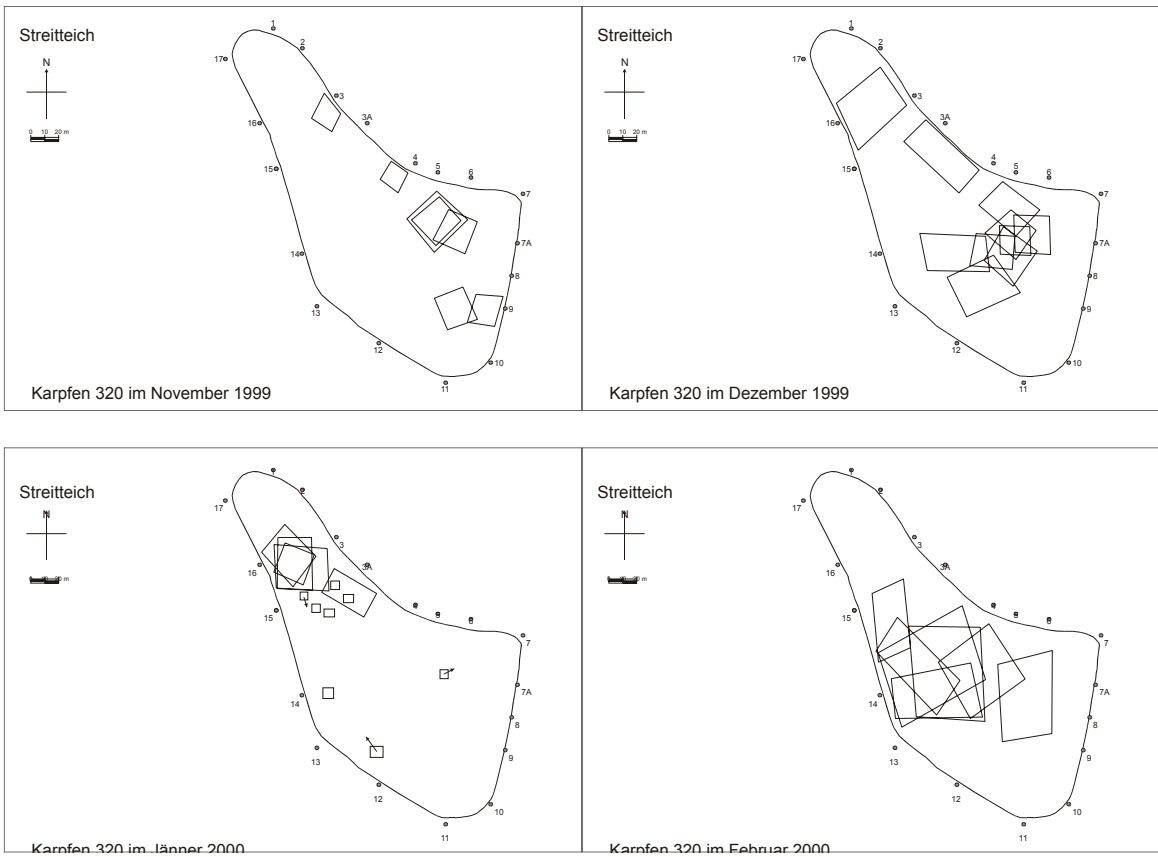
### 6.3. Kaltenbachteich, Winter 2001/2002

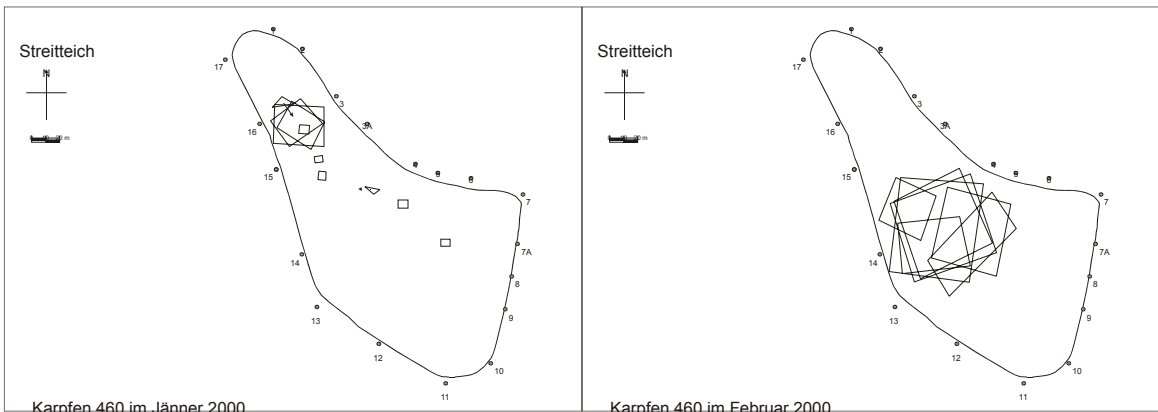
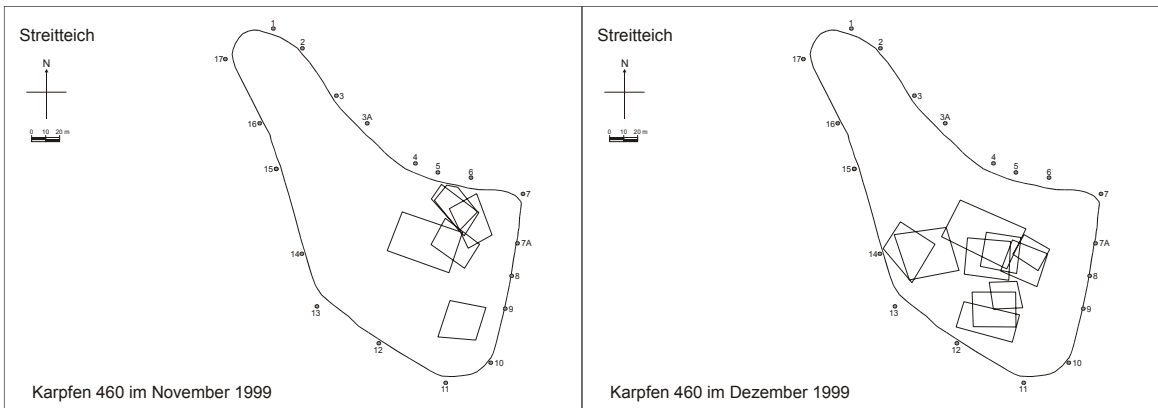
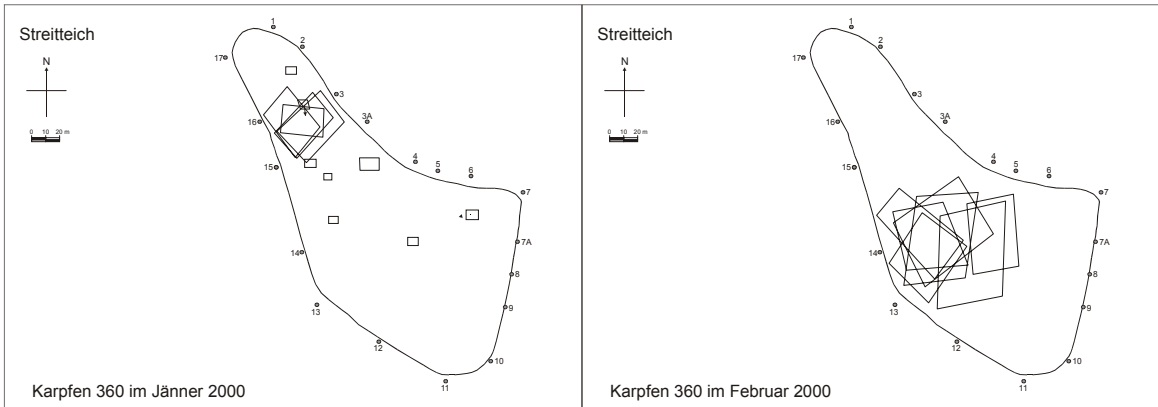
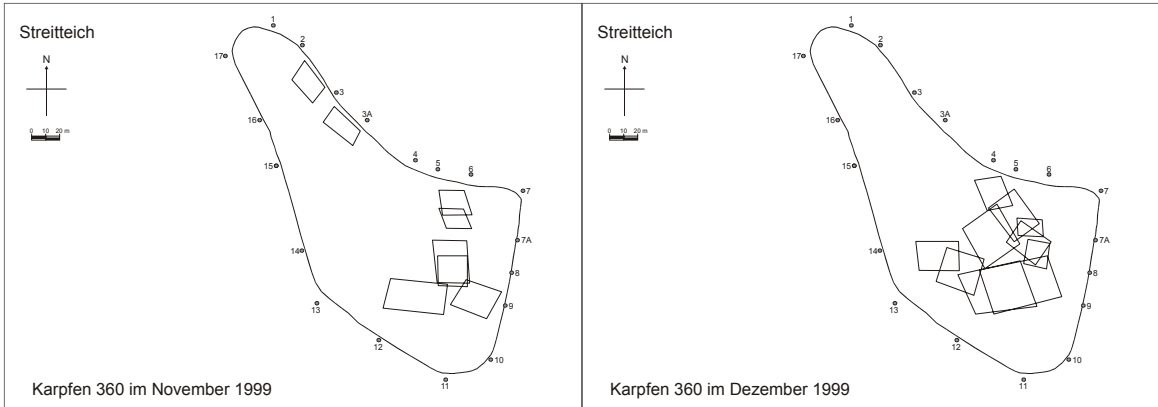


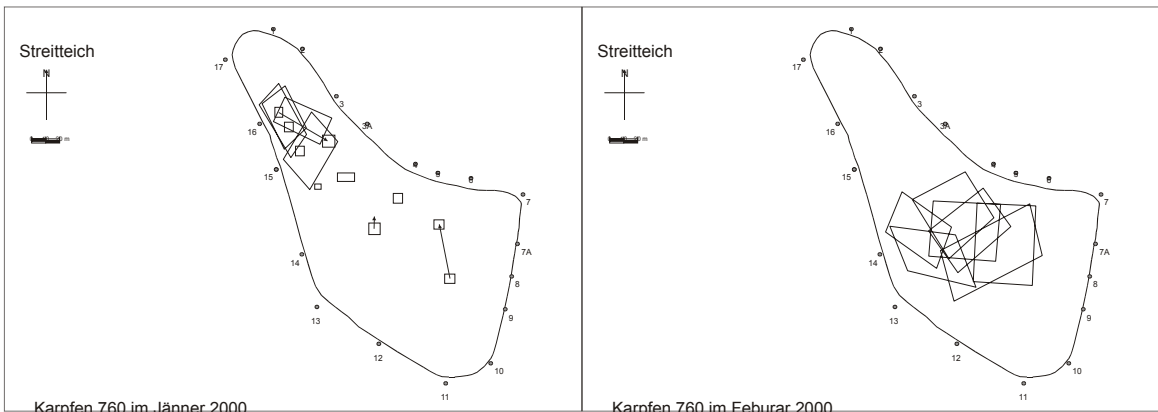
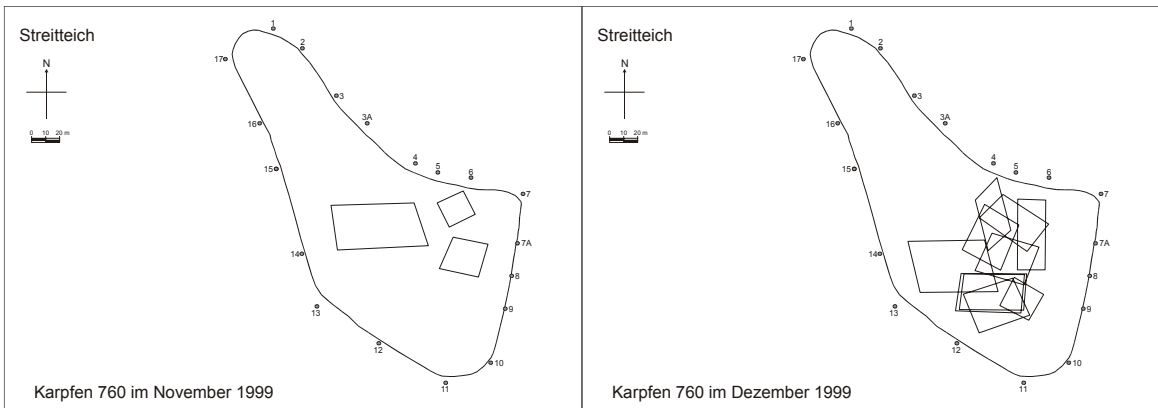
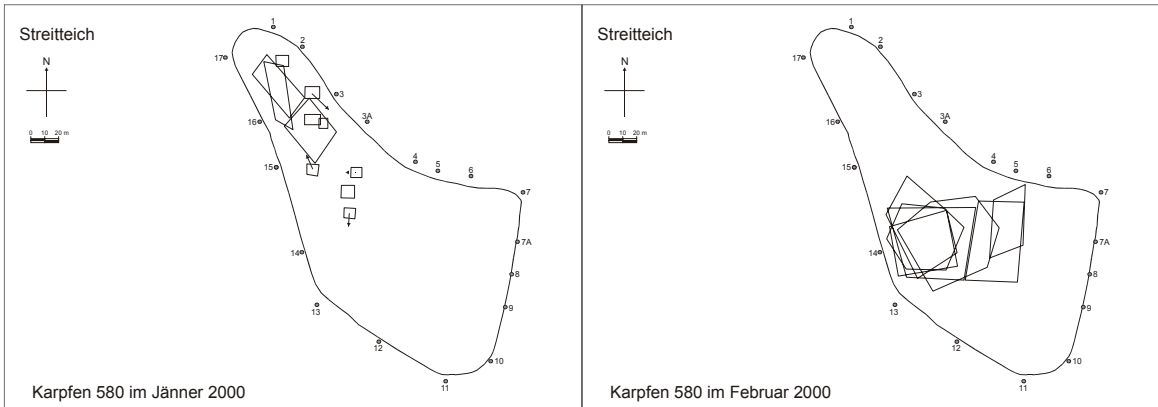
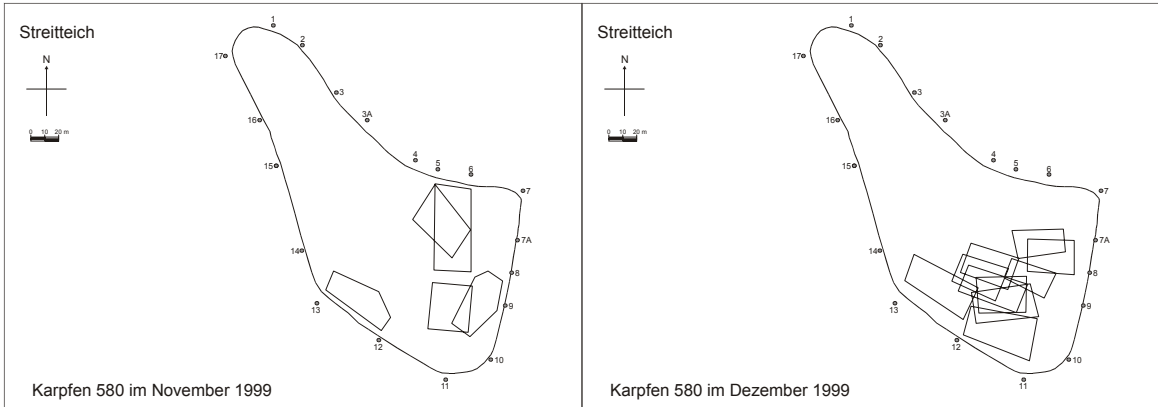




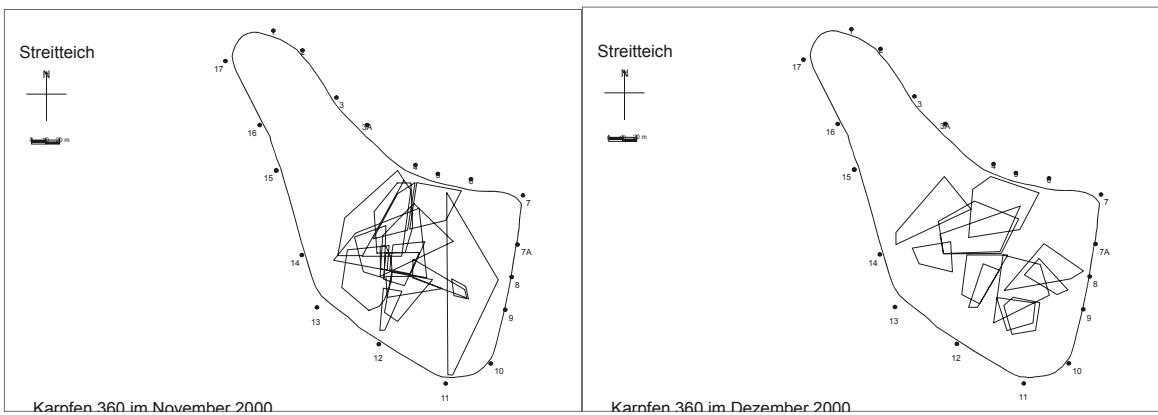
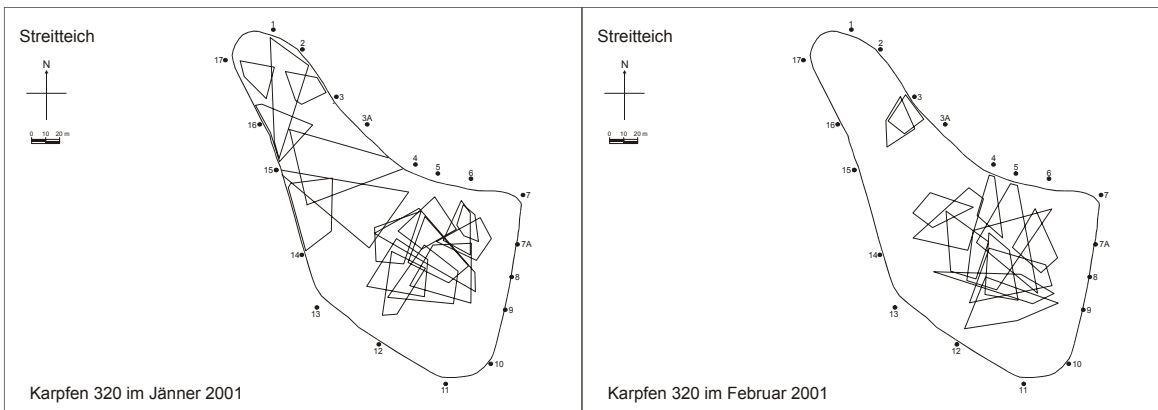
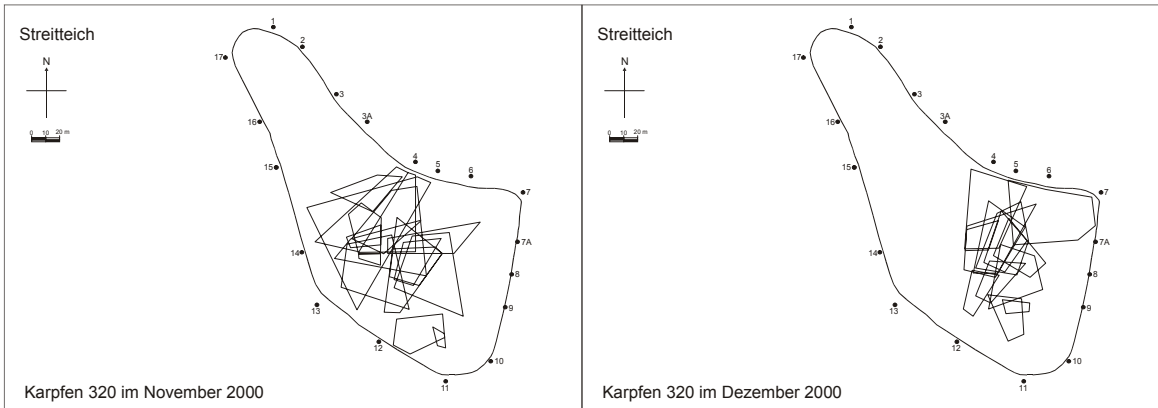
### 6.4. Streitteich, Winter 1999/2000

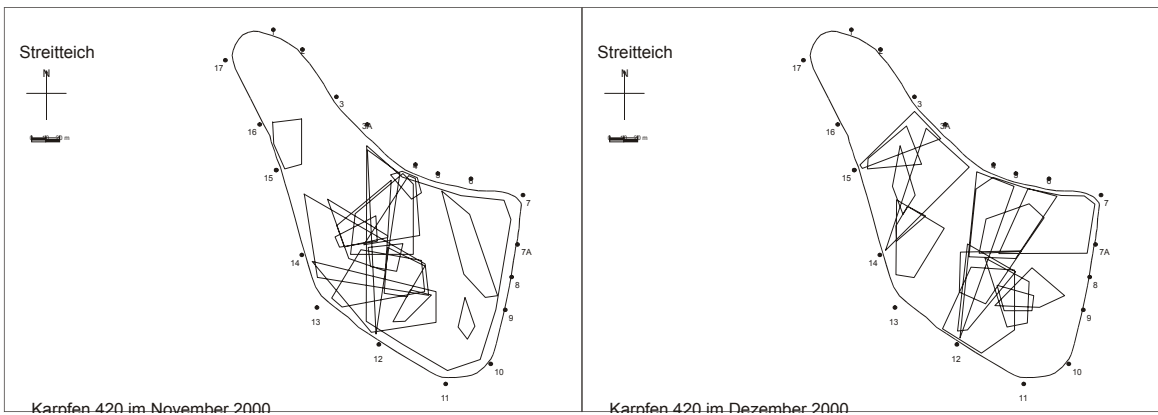
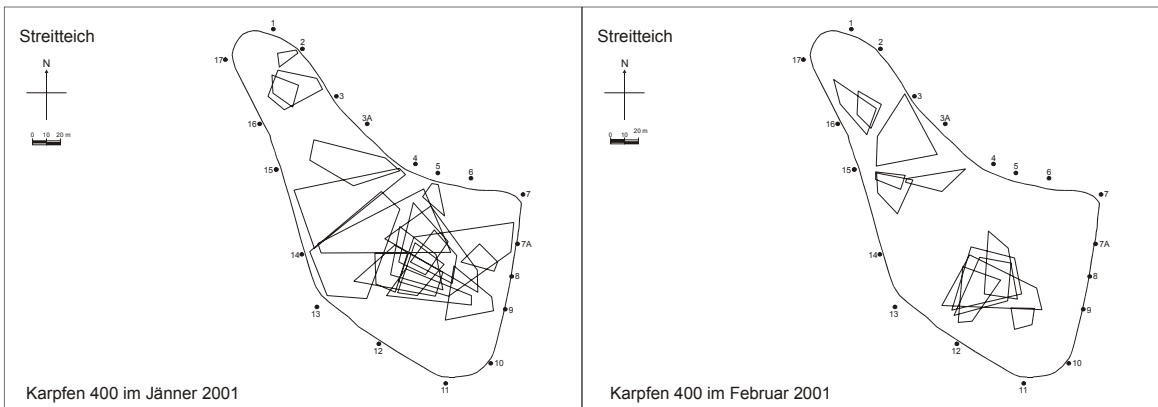
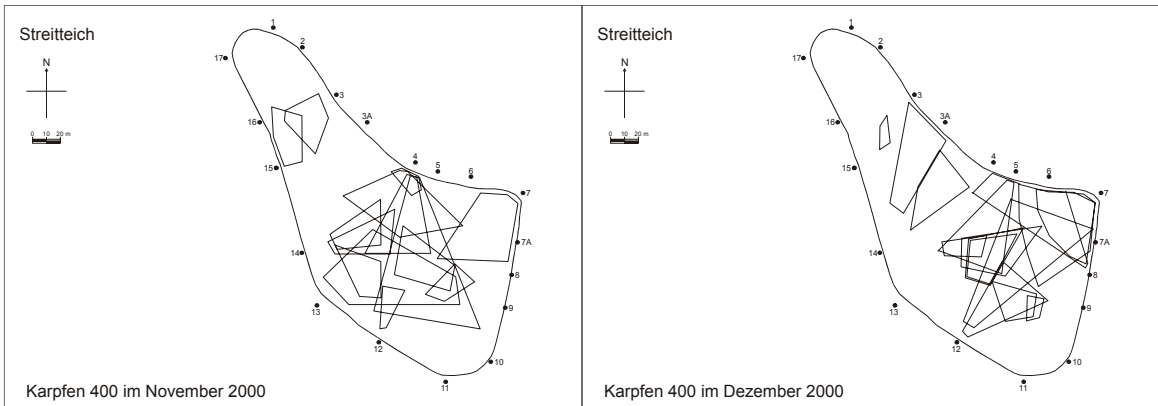
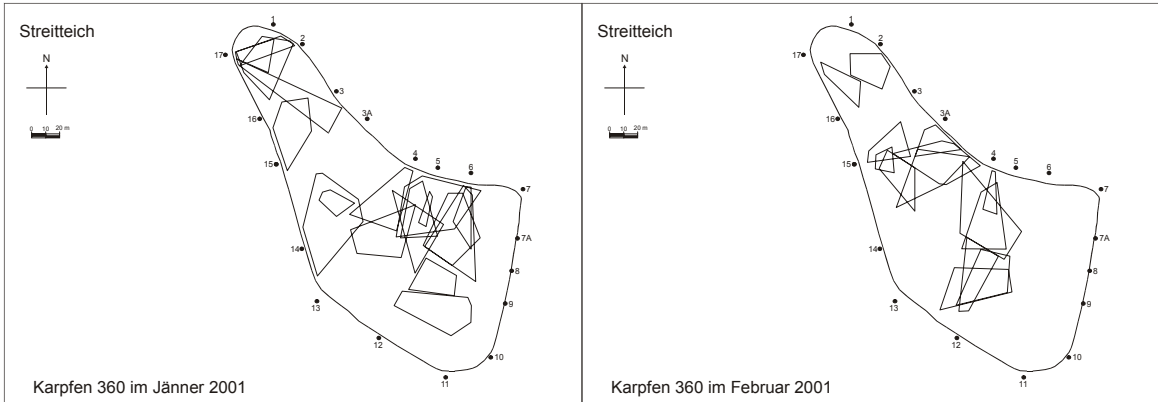


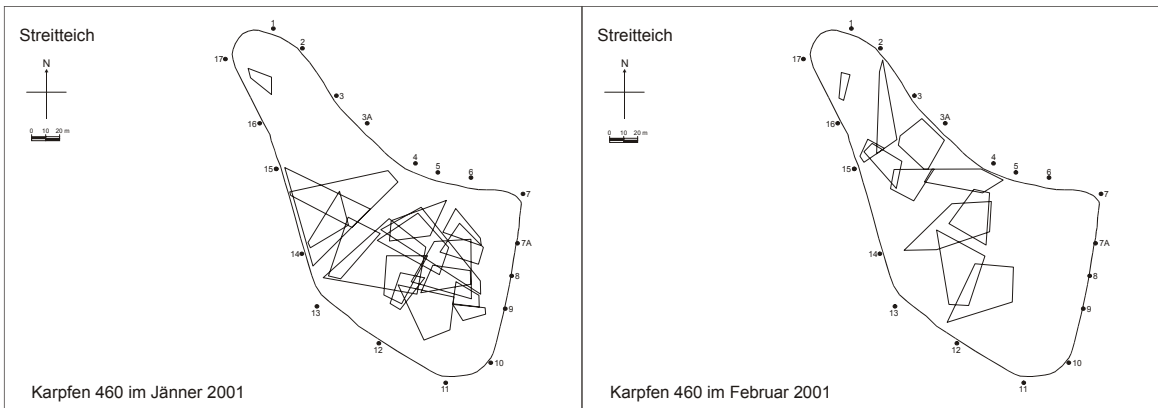
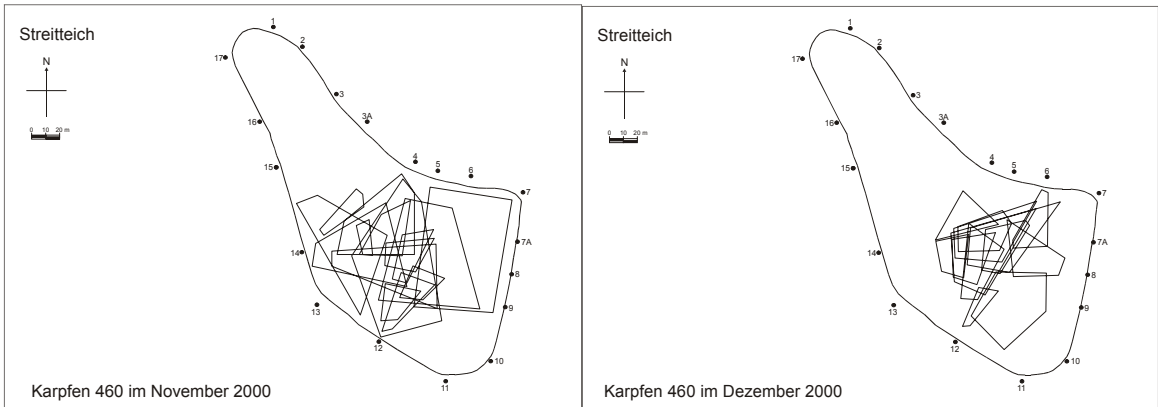
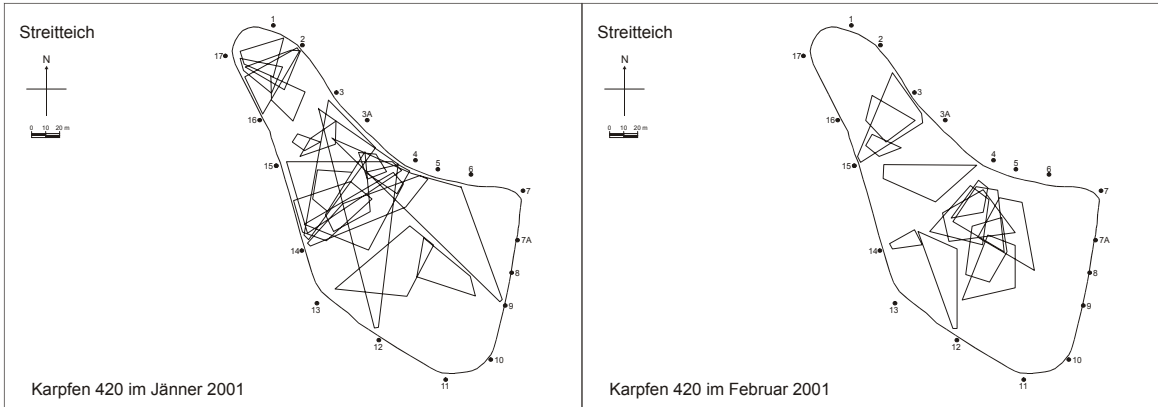




### 6.5. Streitteich, Winter 2000/2001

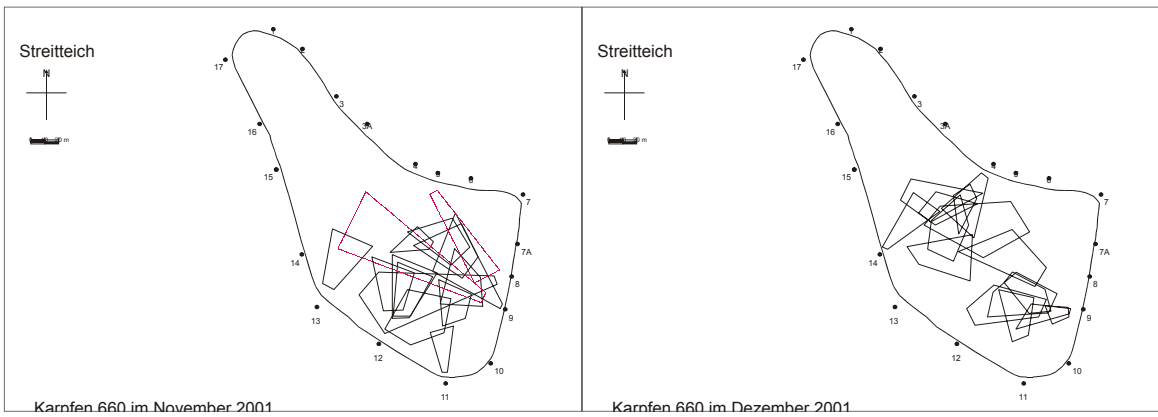
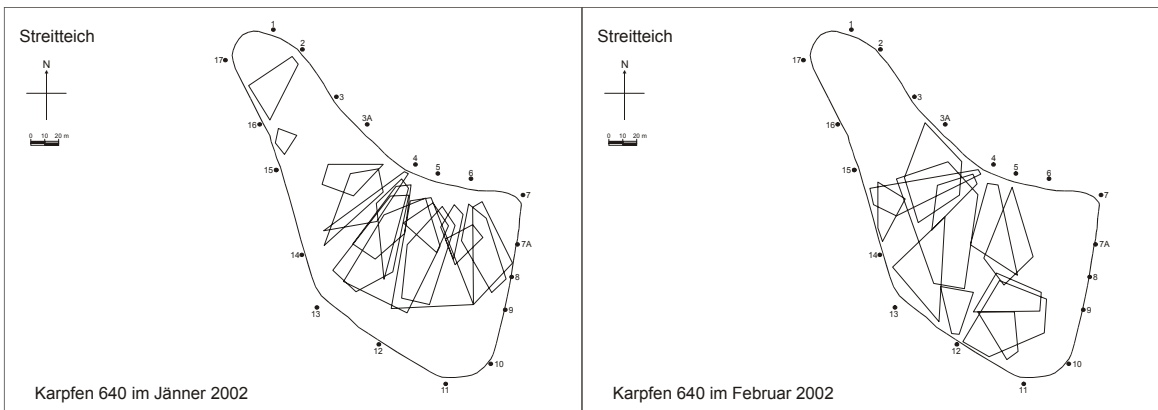
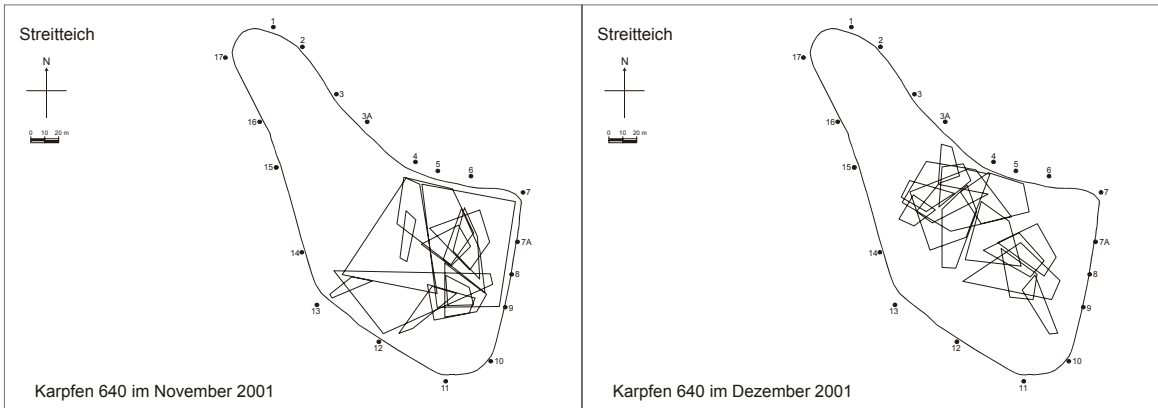


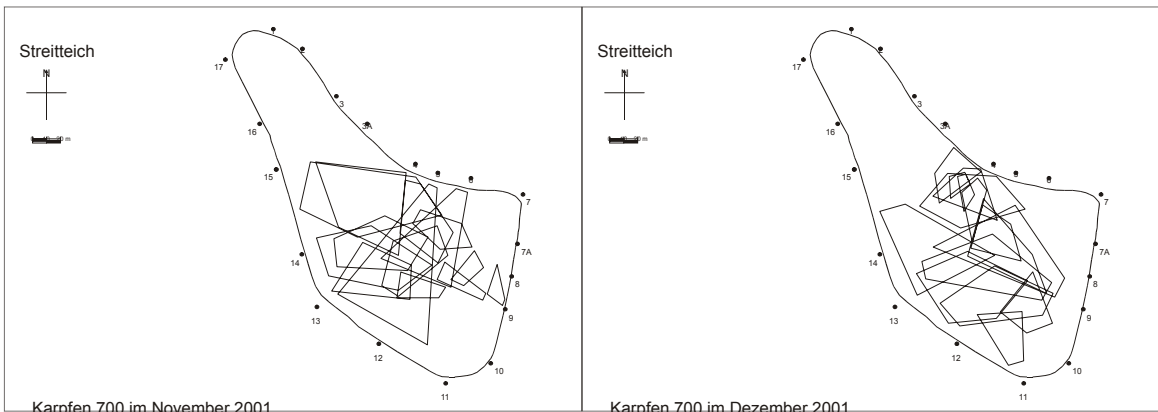
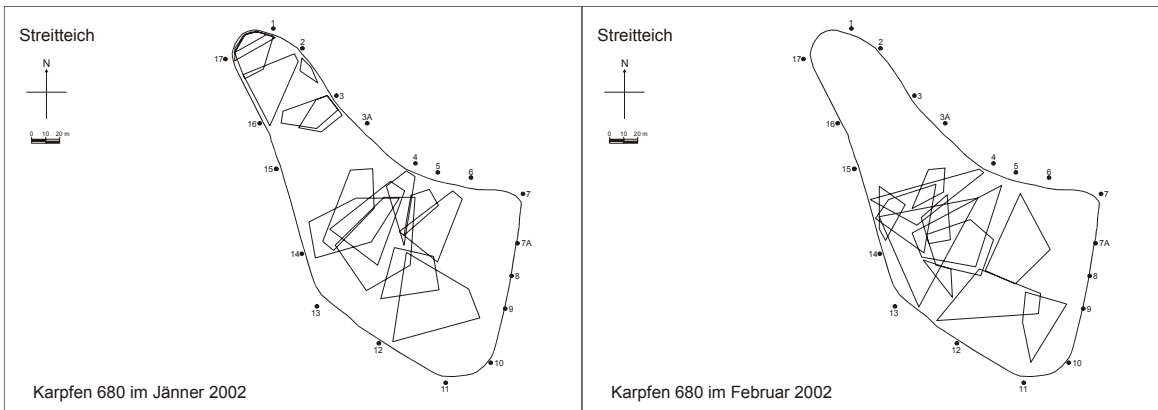
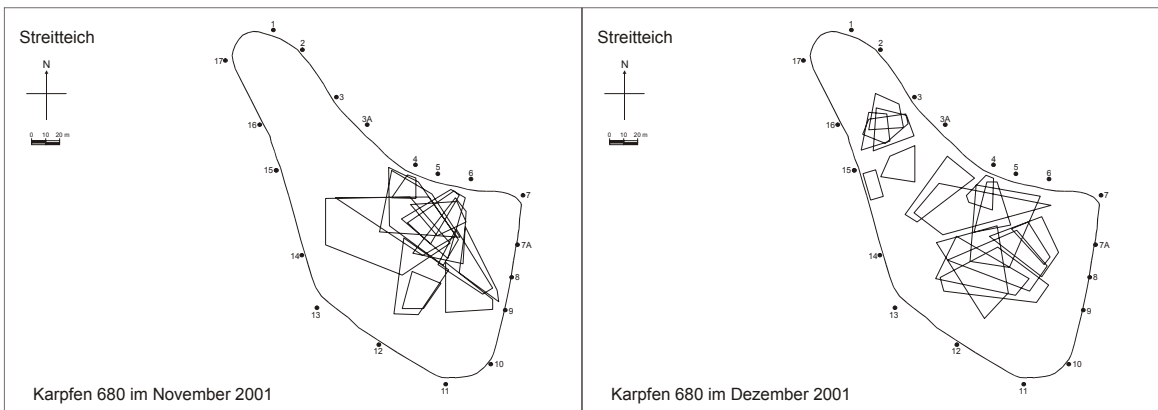
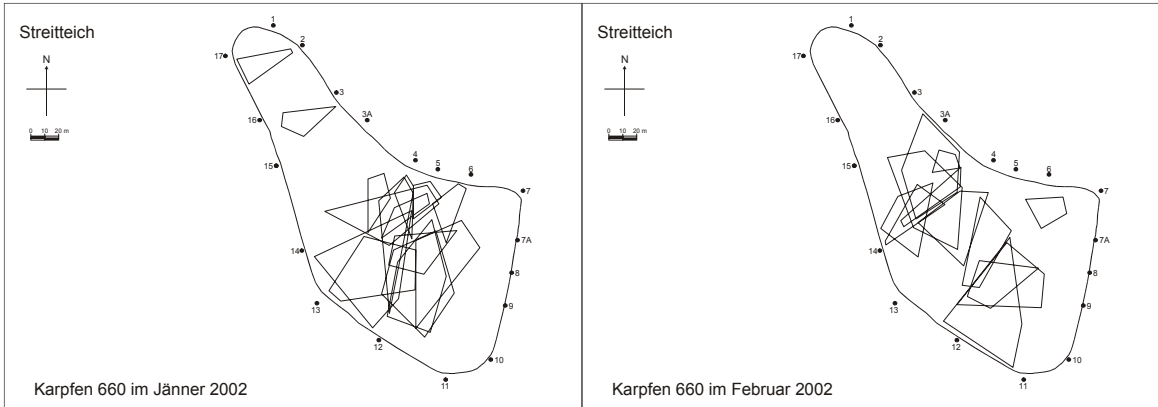


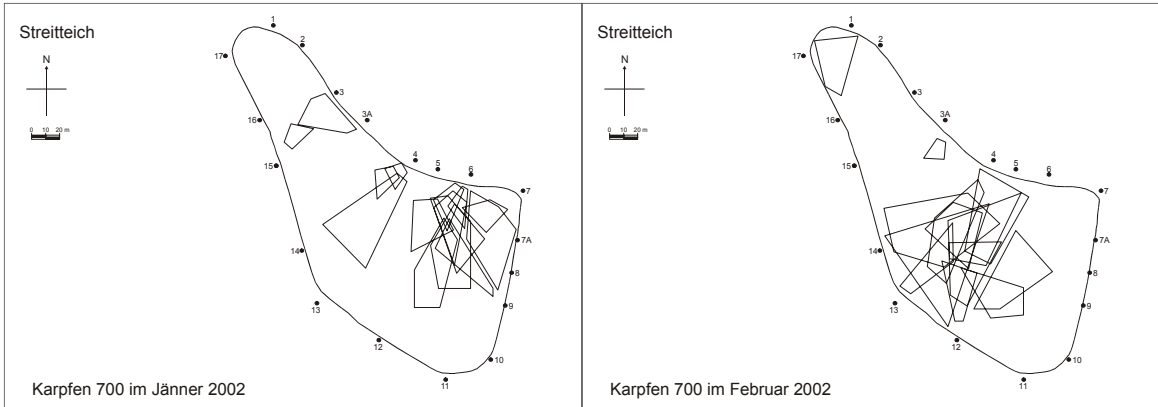




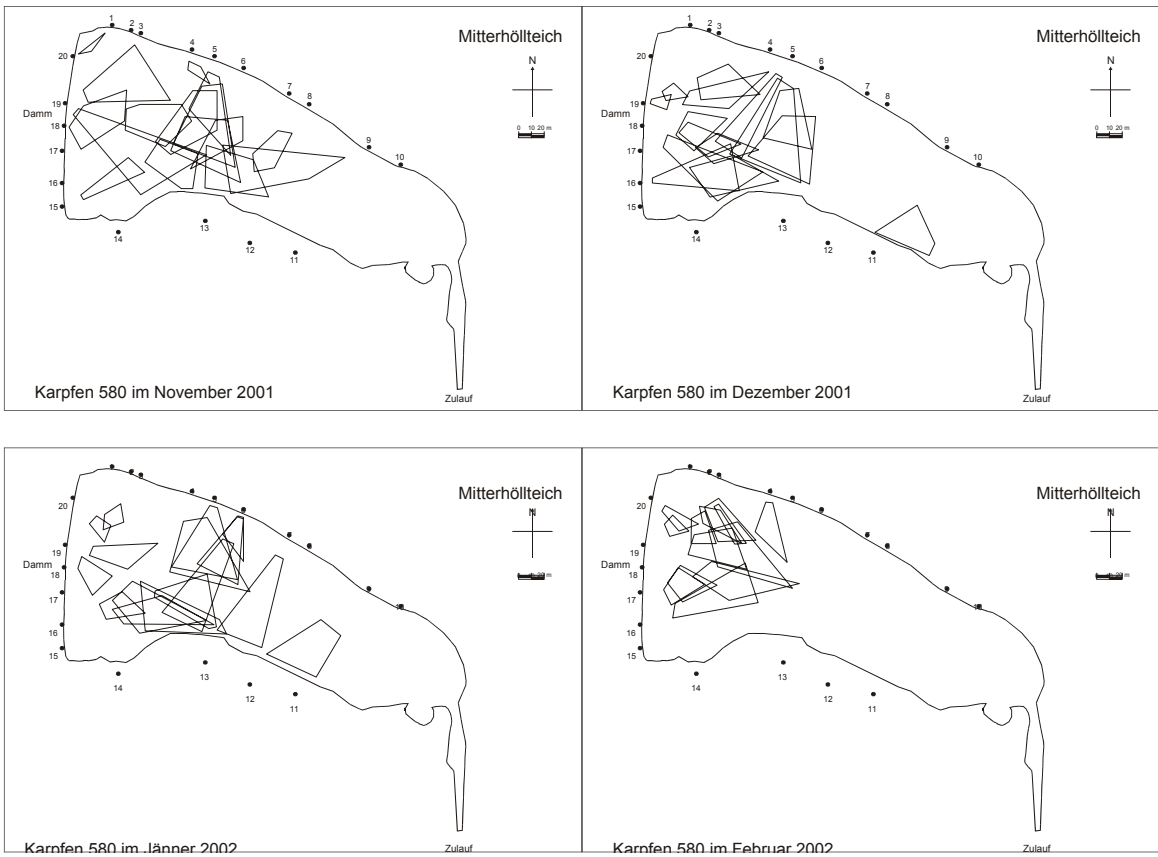
### 6.6. Streitteich, Winter 2001/2002

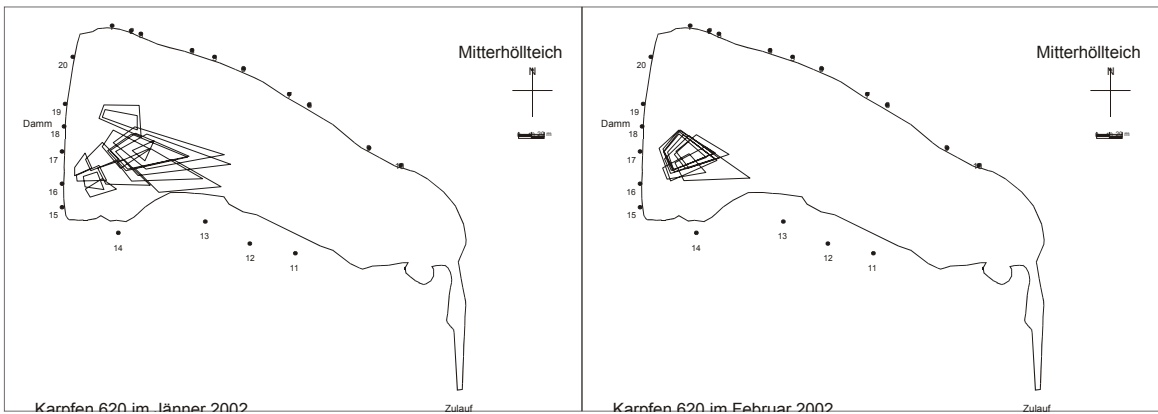
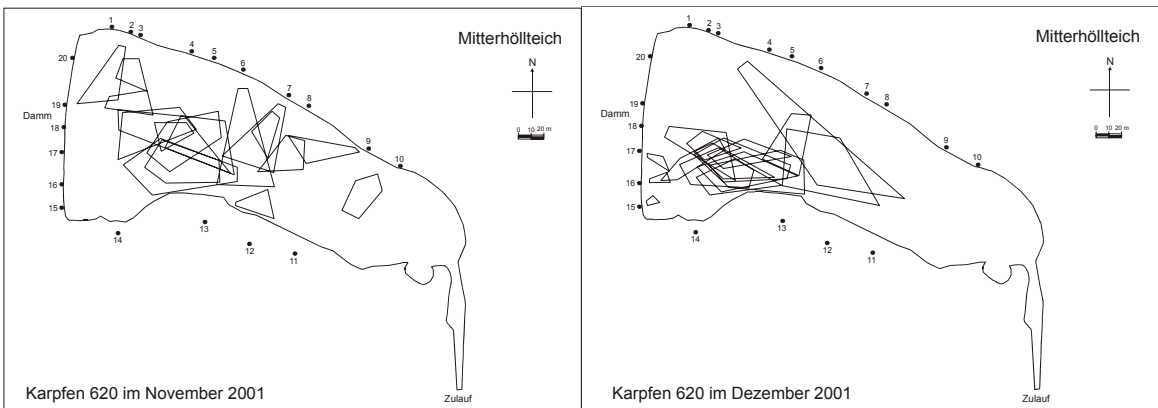
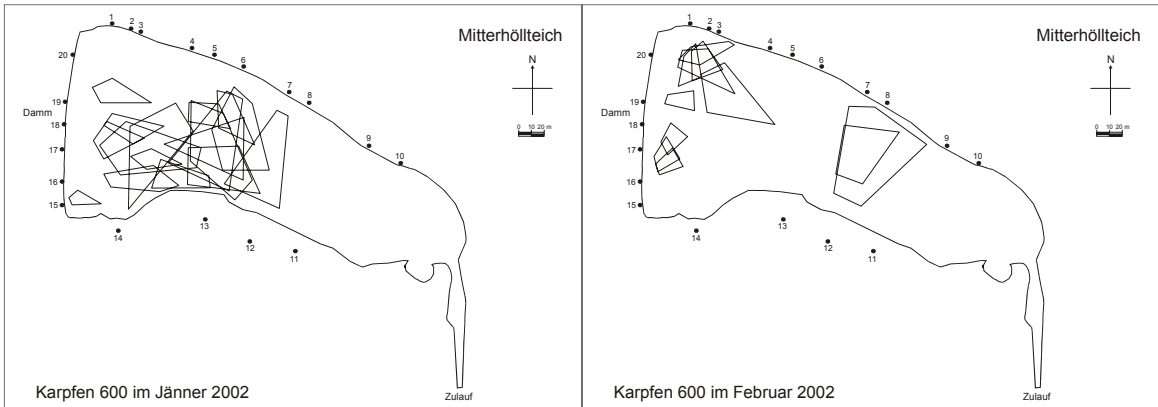
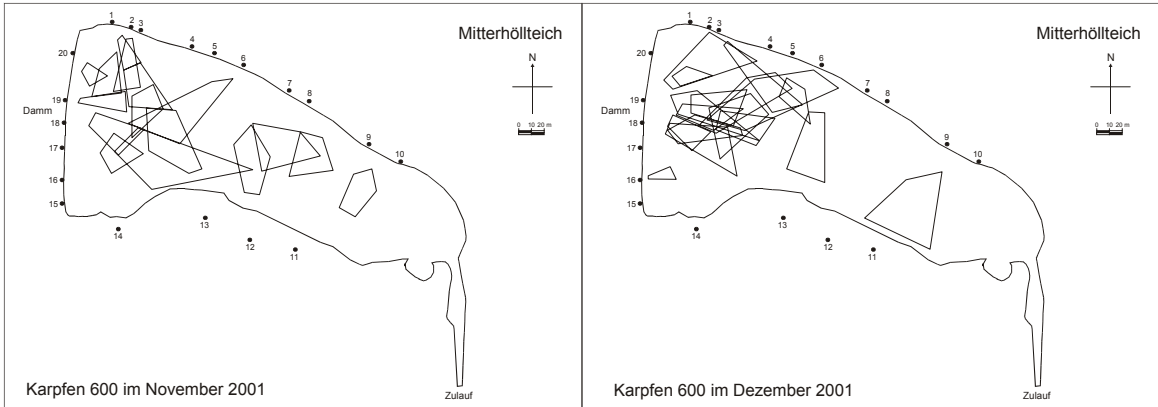






### 6.7. Mitterhölzteich, Winter 2001/2002





## 7. Zusammenfassung, Summary

Während der Winter 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002 wurden insgesamt 31 Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) mit radiotelemetrischen Sendern versehen, welche in die Leibeshöhle der Versuchsfische implantiert wurden. Die Bewegungsaktivität der besenderten Karpfen während der Winterung in drei Winterteichen von Anfang November bis März, wurde mithilfe der Sender bestimmt. Gleichzeitig wurden wesentliche physikalisch/chemische Parameter der Teiche ermittelt. Die Untersuchungen legen eine höhere Aktivität überwinternder Karpfen nahe, als bisher gemeinhin angenommen wurde. Es kommt während des Winters zwar zu einer Einschränkung der Aktivität, ein Hinweis auf sog. Winterlager, in denen der Winter nahezu reglos überdauert wird, konnte jedoch nicht gefunden werden. Die Karpfen beschränken ihre Aktivität auf bestimmte Bereiche der Teiche und meiden die seichteren Stellen. Bei der ungestörten Winterung unter guten Bedingungen konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und der Aktivität der Versuchsfische festgestellt werden. Bei drohendem Sauerstoffmangel zeigten die Versuchsfische deutlich erhöhte Aktivität und suchten seichte Bereiche am Zufluss auf. Dort strömte sauerstoffreicheres Wasser in den Teich. In solchen Fällen war die Bewegungsaktivität von der Wassertemperatur unabhängig. Es konnte weiters festgestellt werden, dass die Karpfen auch auf sehr behutsame Aktivitäten auf dem Eis reagierten. Die durchgeführten Untersuchungen lassen vermuten, dass die Nahrungsaufnahme der Karpfen auch noch bei 4 °C stattfindet.

In the winter of 1999/2000, 2000/2001 and 2001/2002, 31 common carps (*Cyprinus carpio* L.) were equipped with radio telemetry transmitters, which were implanted in the body cavity of the fish. Movements of the carps, stocked in three ponds, from November to March were investigated and physical/chemical parameters of the ponds were measured. The investigation showed, that carps were more active during the winter than was commonly believed. Activity of the carps was smaller in winter compared to the summer months and was restricted to certain places in the pond, avoiding shallow areas. Places called "Winterlager" where the caps were believed to overwinter without movement could not be found. If undisturbed and at good environmental conditions, activity of the carps correlated significantly with water temperature. At low dissolved oxygen movement to the shallow inflow occurred, where better oxygenated water was available. In this case no correlation of movement and water temperature could be seen. It was found, that carps showed reactions to even slight activities on the ice and that feeding still occurred at water temperatures of 4 °C.

## 8. Anmerkungen

Wie schon die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit beeindruckend demonstrieren, sind moderne Methoden der Biotelemetrie durchaus geeignet, wertvolle Erkenntnisse über freilebende Tiere zu gewinnen. Dass man trotz der notwendigen Eingriffe von einer Technik sprechen kann, die dabei auch die größtmögliche Rücksicht auf das Versuchstier ermöglicht, kann man daraus ebenso ersehen. Diese Eingriffe, also die Implantation eines Senders und die Auswirkungen auf das Versuchstier, sowie allgemeine Aspekte biotelemetrischer Arbeiten, werden in einer Dissertation (BAUER 2002) beleuchtet, von der auch die vorliegende Arbeit einen integralen Bestandteil darstellt. Es werden nicht nur die verschiedenen Techniken der Besenderung – externe Anbringung, Magenapplikation und Implantation – anhand der Literatur verglichen und deren jeweilige Eignung besprochen, sondern es wird auch versucht, das weite Feld der unmittelbaren Auswirkungen der Technik auf das Versuchstier, anzuschneiden. Ein Thema, das vor allem unter ethischen Gesichtspunkten bedeutsam ist, aber auch generell die Basis für telemetrische Untersuchungen darstellt. Wie bei allen Studien, die von wenigen Versuchstieren auf eine gesamte Population schließen, muss vorausgesetzt werden, dass die zur Anwendung kommende Methode das Versuchstier möglichst nicht beeinflusst. Für die Untersuchungen in diese Richtung wurden neben bildgebenden diagnostischen Verfahren wie Röntgen oder Computertomographie, auch histologische Techniken eingesetzt. Hier wurde ein erster Schritt gesetzt, der die Tür zu einer Unzahl von Fragestellungen aufgestoßen hat, deren weitere Bearbeitung in Zukunft wünschenswert wäre.

## 9. Danksagung

Wir sind einer Meinung mit Wilhelm Wunder, der im Vorwort zu seinem Lehrbuch „Fortschrittliche Karpfenteichwirtschaft“ betont, wie wichtig nicht nur Laboruntersuchungen und Arbeiten in kontrollierten Versuchsteichen sind, sondern die Bedeutung der Forschung, unter den praxisnahen Bedingungen in den Teichwirtschaften, hervorhebt. Wir dürfen Wunder hier weiter zitieren: „...dass es für mich keinen größeren Genuss gibt als die Unterhaltung mit einem tüchtigen Teichwirt, der selbst immer die Augen offen hat, Erfahrungen sammelt und ständig bestrebt ist, seine Maßnahmen zu verbessern.“. In diesem Sinn möchten wir uns bei den Besitzern, Verwaltern und Fischereimeistern der Teichwirtschaften Kinsky und Fischer –Ankern für die Erlaubnis zur Durchführung unserer Untersuchungen in ihren Teichen und für die Überlassung der Versuchsfische bedanken.

Bei Tierarzt Mag. Thomas Weismann möchten wir uns für die fachkundig durchgeführten Operationen an den Karpfen bedanken.

## **10. CD-ROM**

Die beiliegende CD-ROM läuft unter Windows (getestet unter 95, 98, ME, 2000) und ist selbststartend, falls diese Option auf ihrem Computer eingestellt ist. Sie kann auch mittels „start.exe“ aufgerufen werden. Unter anderem enthält die CD den Endbericht als pdf-Dokument.