

**Limnologische Einschätzung des
Fühlinger Sees / Köln
aufgrund von Tauchgängen und
hydrochemischen Untersuchungen im Jahr 2009
des VASA Köln e.V.**

Köln, den 6. Sep. 2010

Autoren: Werner Hommer, Anke Hüser, Babette Balzer

VASA Köln e.V. Verband für aquatische Systemanalysen Köln e. V.

Geschäftsstelle: Stefanstr. 8A - 51145 Köln

Inhalt

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	EINLEITUNG	4
3	AUSGANGSLAGE	5
4	UNTERSUCHUNGSMETHODE UND UNTERSUCHUNGSGEBIETE 2009	6
5	ERGEBNISSE DER TAUCHKARTIERUNGEN IM JAHR 2009.....	7
5.1	Die Tiefenverbreitung der Makrophyten im Jahr 2009	13
5.2	Hydrochemische Untersuchung des See 6 und Tiefenmessung	14
5.3	Tiere	15
5.4	Sonstige Beobachtungen.....	15
6	VERSATZBEREICH FÜR DIE TiBEAN.....	16
7	FAZIT UND AUSBLICK.....	17

1 Zusammenfassung

VASA Köln e.V. beobachtet, dokumentiert und bewertet seit 2003 die Einflüsse der menschlichen Nutzung auf die Unterwasserflora und –fauna des Naherholungsgebietes „Fühlinger See“.

Der Fühlinger See stellt ein außerordentlich vielfältiges und reiches Ökosystem dar. Bei Kartierungen des Sees konnten bislang 15 verschiedene Blütenpflanzen und 6 Armleuchteralgenarten dokumentiert werden, wovon vier auf der „Roten Liste Gefährdeter Pflanzen NRW“ zu finden sind.

Die Belastungen des Ökosystems durch den starken Badebetrieb im heißen Sommer 2003 führten im Jahresverlauf zu einer starken Zunahme des Phytoplanktons und damit zu deutlich abnehmenden Sichtweiten sowie einer Verschlechterung der Vitalität der Pflanzenbestände. Vermutlich durch natürliche Selbstreinigungskräfte wurden die Nährstoffeinträge in den Folgejahren zumindest teilweise umgesetzt.

Die Wiederinbetriebnahme der TiBeAn (Tiefenwasser-Belüftungs-Anlage) konnte den Sauerstoffmangel, der in Tiefenbereich des Sees 6 im Jahr 2008 noch geherrscht hat, bis zum Oktober deutlich ausgleichen.

2 Einleitung

2009 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen die Wasserpflanzenbestände in den Teilbecken 1, 2, 3, 4 und 7 (abschnittsweise) sowie die südwestliche Flanke der Regattastrecke (Start bis Ziel) kartiert.

Es liegen bereits aus Vorjahren Ergebnisse zum Vergleich vor, anhand derer Veränderungen im Fühlinger See dokumentiert werden können.

Neben den Tauchkartierungen wurde See 6 wie bereits seit 2006 anhand hydrochemischer Parameter auf Auswirkungen des Abschaltens der Tiefenbelüftung hin untersucht.



Abbildung 1: Die Teilbecken des Fühlinger Sees, Parkplätze und Freibad (See 5, grüne Fläche)

3 Ausgangslage

Obwohl sich die Zusammensetzung der Unterwasservegetation in weiten Bereichen noch deutlich von der vor dem Hitzesommer 2003 unterschied, bestätigen die von VASA Köln e.V. im Jahr 2009 durchgeführten Untersuchungen im Fühlinger See den Trend der letzten Jahre, dass die natürlichen Reinigungskräfte des Sees die nachteiligen Auswirkungen nach und nach ausgleichen.

Im See 6 muss seit 2006 allerdings ein umgekehrter Trend beobachtet werden: die hydrochemischen Untersuchungen wiesen im Jahr 2006 auf eine deutliche Verschlechterung des Zustandes gegenüber den ersten Sichtungstauchgängen im Jahr 2002 hin, als noch in 12m Wassertiefe Armleuchteralgen nachgewiesen werden konnten. Dies ließ auf ähnlich gute Lichtbedingungen wie in der Regattastrecke schließen und war ein Hinweis darauf, dass Nährstoffe in der Tiefe durch die parallel zur Tiefenbelüftung durchgeführte Kalkung im Sediment gebunden waren.

Im Jahr 2006 hingegen konnten die Wasserproben in Tiefen > 6m aufgrund der extremen Trübung (Sichtweiten nahe Null) nur noch von besonders erfahrenen Tauchern gezogen werden. Pflanzen sind bei derart schlechten Sicht- bzw. Lichtbedingungen nicht mehr zu erwarten. Die Beobachtungen des VASA Köln e.V. ließen den Schluss zu, dass die Tiefenzone des Sees 6 offenbar nur durch die dauerhaft durchgeführte Tiefenwasserbelüftung in einem einigermaßen stabilen aeroben Zustand gehalten werden kann.

Nachdem im Sommer des Jahres 2009 die TiBeAn (Tiefenwasserbelüftungsanlage) wieder in Betrieb genommen wurde, wurden im Oktober Untersuchungen im See 6 durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Tiefenwasserbelüftung die erwünschte Wirkung entfaltet.

4 Untersuchungsmethode und Untersuchungsgebiete 2009

Im Jahr 2009 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen südwestliche Flanke der Regattastrecke sowie die Teilbecken 1, 2, 3, 4 und Abschnitte des Teilbeckens 7 des Fühlinger Sees auf das Vorkommen und die Verbreitung von Wasserpflanzen untersucht. Dafür wurden die zu untersuchenden Gebiete in Abschnitte unterteilt (s. Abbildung 2) und die vorhandenen Arten in ihrer Häufigkeit nach der fünfteiligen Skala von Kohler (1978) geschätzt.

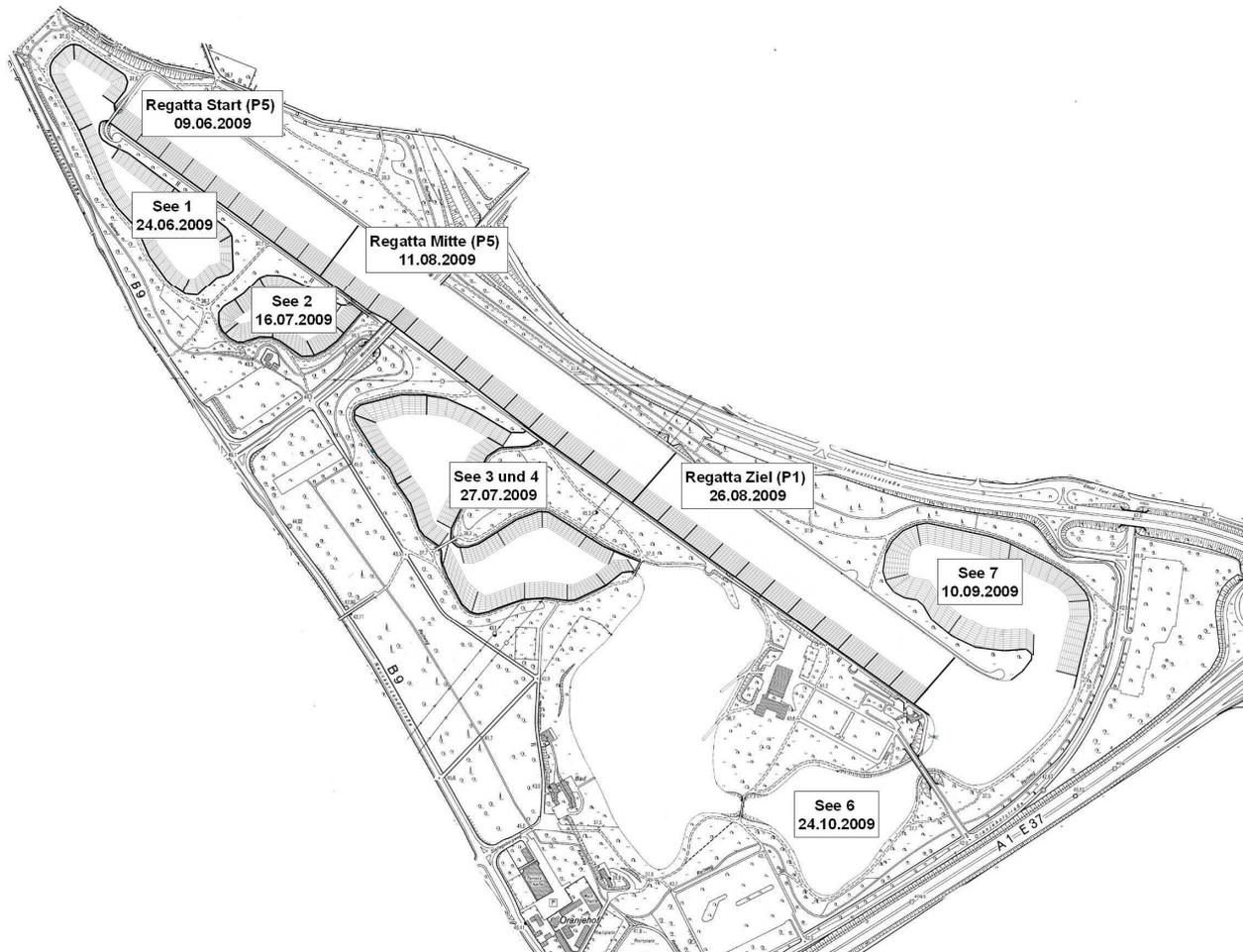


Abbildung 2: Untersuchungsgebiete 2009 mit Tauchabschnitten

Der See 6 wurde außerdem im Oktober 2009 hydrochemisch untersucht, um die Auswirkungen der Wiederinbetriebnahme der Tiefenbelüftung nach 2006 verfolgen zu können.

Dabei wurden Wasserproben im Taucheinsatz von der Oberfläche ausgehend in 2,5-m-Abstufungen bis 10m und über Grund genommen und darin Temperatur, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, pH-Wert und Leitfähigkeit mit elektronischen Messgeräten, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Sulfid und Eisen kolorimetrisch (photometrisch) sowie Carbonathärte und Gesamthärte titrimetrisch bestimmt

5 Ergebnisse der Tauchkartierungen im Jahr 2009

Das Vorkommen von insgesamt 15 höheren Pflanzenarten und sechs verschiedenen Armleuchteralgen-Arten konnte bisher für den Fühlinger See dokumentiert werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Im Fühlinger See nachgewiesene Makrophyten

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt
<i>Crassula helmsii</i>	Nadelkraut
	Wasserpest
<i>Elodea nuttallii</i>	Nuttalls Wasserpest, ca. 90%
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest, ca. 10%
<i>Hygrophila polysperma</i>	Indischer Wasserfreund
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähriges Tausendblatt
	Fadenförmige Laichkräuter
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut, ca. 90%
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Kleines Laichkraut, ca. 5%
<i>Potamogeton pusillus</i>	Zwerg-Laichkraut, ca. 5%
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut
<i>Potamogeton lucens</i>	Glänzendes Laichkraut
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsenes Laichkraut
<i>Potamogeton x nitens WEBER</i>	Schimmerndes Laichkraut
<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreizender Hahnenfuß
<i>Utricularia sp.</i>	Wasserschlauch (Art noch nicht genau bestimmt)
Characeae	Armleuchteralgen
<i>Nitellopsis obtusa</i>	Stern-Armleuchteralge
<i>Nitella opaca</i>	Dunkle Glanzleuchteralge
<i>Nitella mucronata</i>	Stachelspitzige Glanzleuchteralge
<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge
<i>Chara vulgaris</i>	Gemeine Armleuchteralge
<i>Nitella flexilis</i>	Biegsame Armleuchteralge

Im Jahr 2009 wurden vor allem in den untersuchten Abschnitten der Regattastrecke und in See 7, aber auch in Teilbereichen der Seen 1 und 3 dichte Armelechteralgenrasen vorgefunden, die auf einen guten Zustand dieser Bereiche hinweisen. (Abbildung 3).



Abbildung 3: Verbreitung der Armelechteralgen in den Untersuchungsgebieten

Teilweise dichte Bestände der eingeschleppten Art *Crassula helmsii* (Nadelkraut) wurden in Abschnitten der Teilseen 3 und 4 und im mittleren Bereich der Regattastrecke gefunden (Abbildung 4). In diesen Bereichen prägt das Nadelkraut stellenweise das Erscheinungsbild, da im Fühlinger See keine Fressfeinde leben, die damit die Ausbreitung des Neophyten einschränken könnten. Ob diese Veränderung der Megaphytenzusammensetzung auch Auswirkungen auf die Fauna im See hat, kann nicht beurteilt werden.

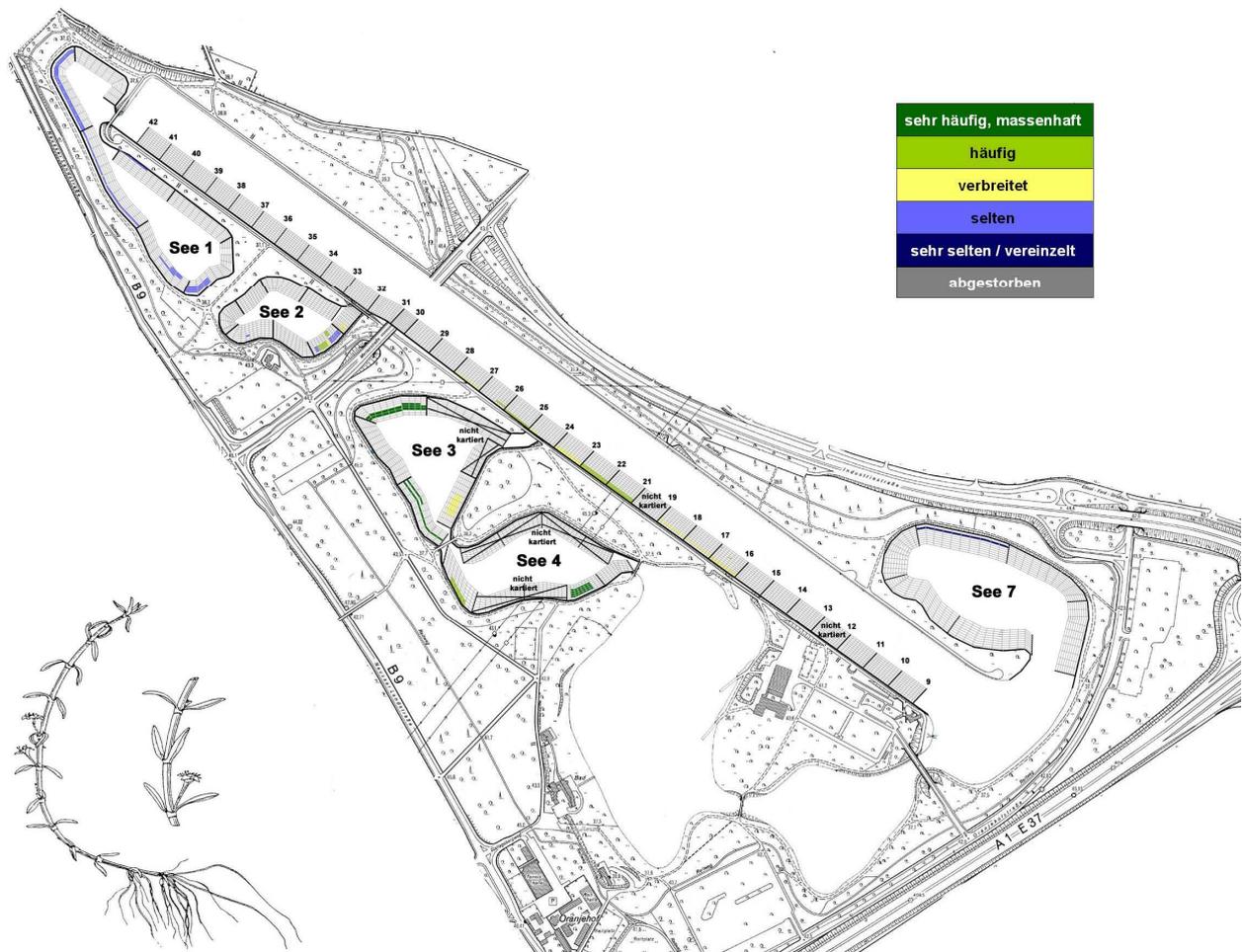


Abbildung 4: Verbreitung des Nadelkrauts in den Untersuchungsgebieten

Die Verbreitung der euträphten Art **Raues Hornblatt** (*Ceratophyllum demersum*) hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Diese Art wurde in eher geringen unzusammenhängenden Beständen in den Teilseen 1, 2, 3 und 4, und im See 7 nicht beobachtet. In der Regattabahn finden sich geringere Bestände im Start- und dichte Bestände südlich der Merianbrücke und im Zielbereich (Abbildung 5).

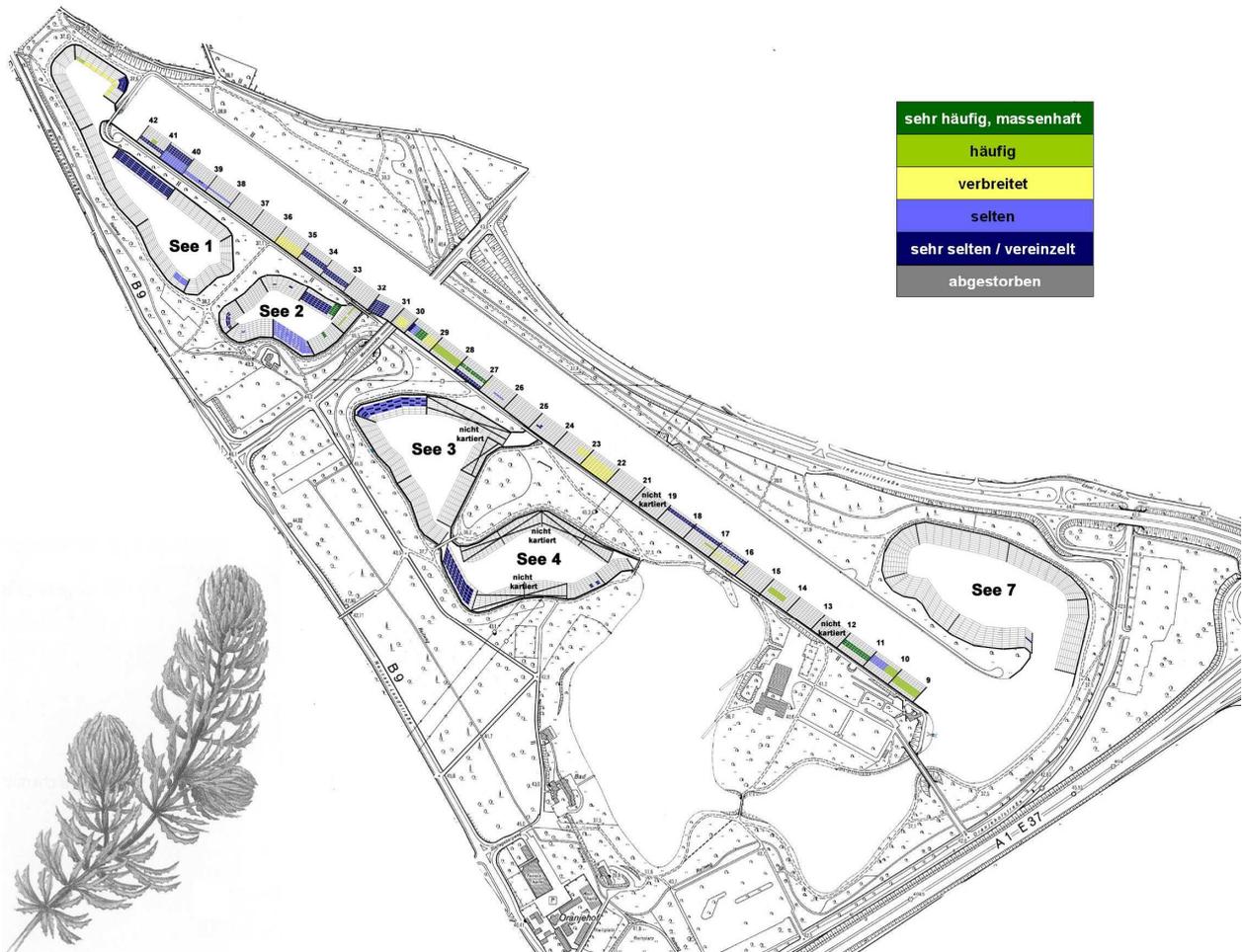


Abbildung 5: Verbreitung des Rauhen Hornblatts in den Untersuchungsgebieten

Die ebenfalls eutraphente Art **Kammlaichkraut** (*Potamogeton pectinatus*) weist, wie das raue Hornblatt, deutliche Lücken in der Verbreitung auf. Diese Art wurde in den Teilseen 1 und 2 in größerer Verbreitung mit dichteren Beständen gefunden, während in den Teilseen 3 und 4 nur vereinzelt Pflanzen nachgewiesen wurden und die Art im See 7 nicht beobachtet wurde (Abbildung 6).

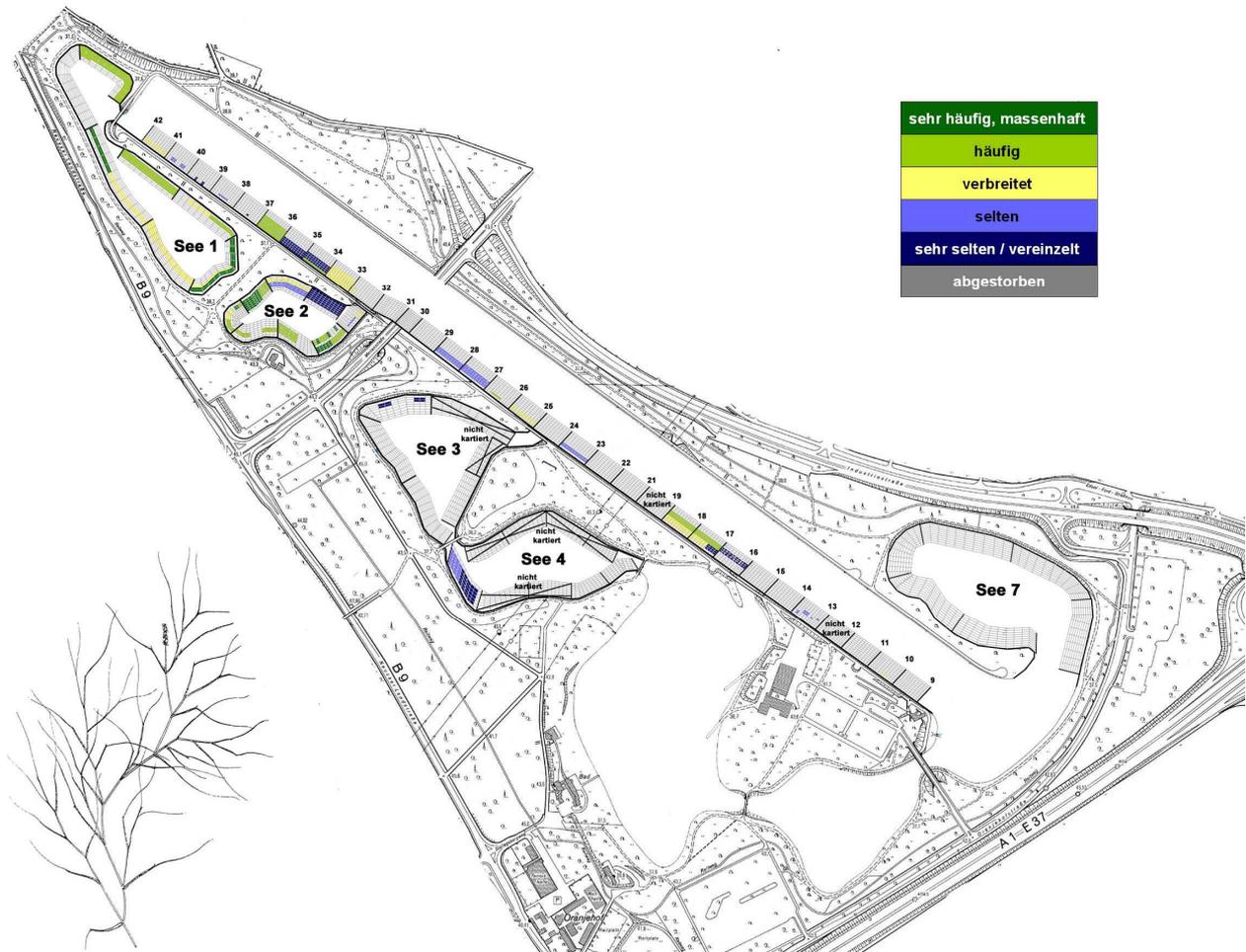


Abbildung 6: Verbreitung des Kamm-Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Auch vom **Durchwachsenen Laichkraut** (*Potamogeton perfoliatus*) konnten keine größeren Bestände festgestellt werden (s. Abbildung 7). Lediglich für das **Glänzende Laichkraut** (*Potamogeton lucens*) bietet die Häufigkeitsverteilung ein geringfügig besseres Bild (Abbildung 8).

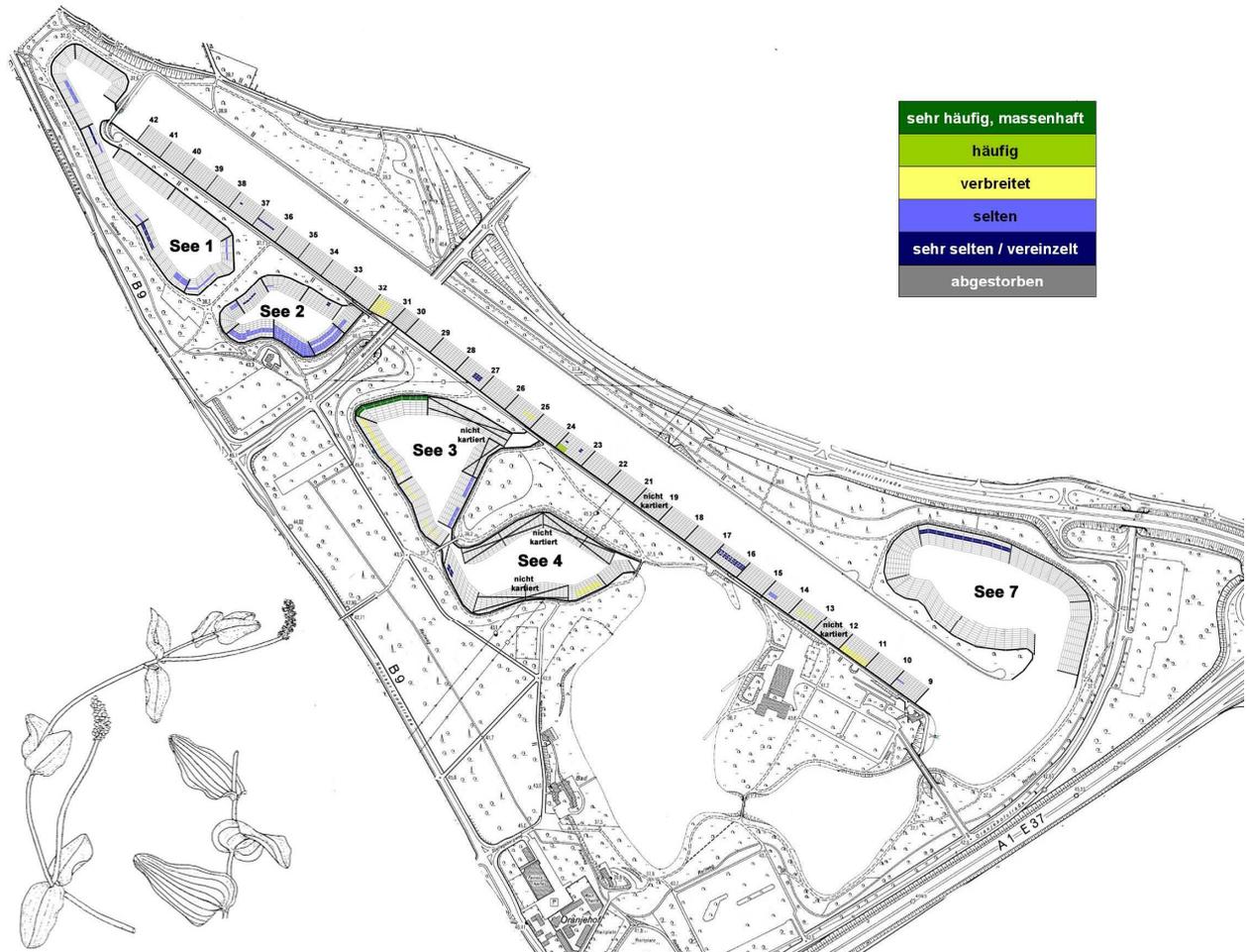


Abbildung 7: Verbreitung des Durchwachsenen Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

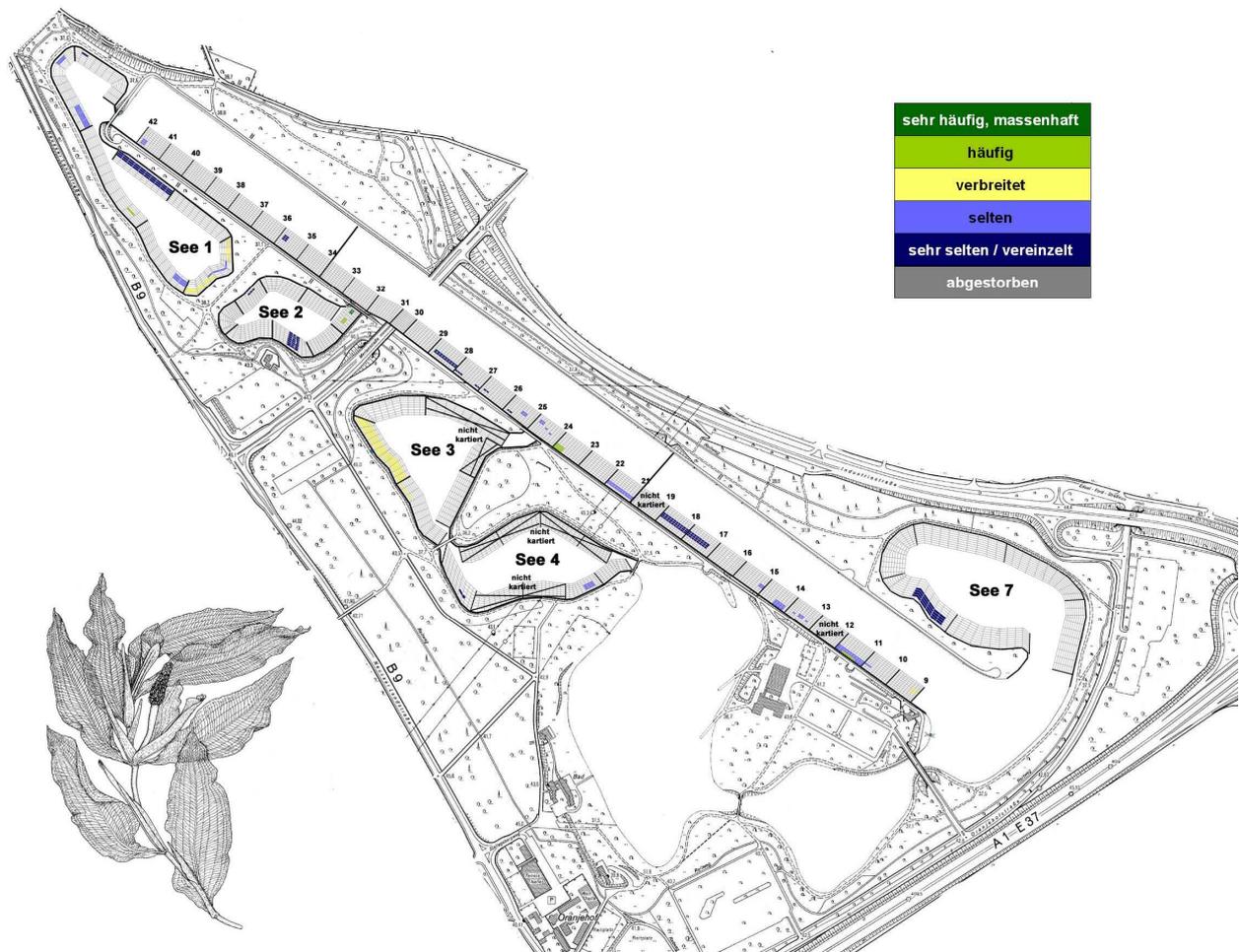


Abbildung 8: Verbreitung des Glänzenden Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

5.1 Die Tiefenverbreitung der Makrophyten im Jahr 2009

In vielen nährstoffbelasteten Seen ist der durch Planktonalgen verursachte Lichtmangel der limitierende Faktor für die Tiefenverbreitung submerser Makrophyten. Fehlen Andere, den Lichteinfall hemmende Faktoren wie Huminsäuren, aufgewühltes Feinsediment oder die Beschattung durch Bäume liegen am Fühlinger See nicht vor, daher können die festgestellten Maximaltiefen erste Rückschlüsse auf den Belastungszustand des Gewässers geben (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Beziehung zwischen Trophie und Makrophyten-Tiefengrenzen (nach Hoesch & Buhle 1996 in Pott & Remy 2000)

	oligotroph	mesotroph	eutroph	polytroph	hypertroph
mittl. Tiefe (m)	> 9,0	>3,6	>0,6	<0,6	0,0
max. Tiefe (m)	>12,0	>5,3	>1,3	<1,3	0,0

Die Vorkommen von Makrophyten reichten im Jahr 2009 bis in Tiefen von 7m (See 3), 8m (Seen 2 und 4), 9m (See 1) und in der Regattastrecke regelmäßig mehr als 10m. Darunter wurde jeweils von extrem schlechter Sicht berichtet.

Damit sind alle untersuchten Teilseen des Fühlinger Sees in eine Trophiestufe einzuordnen, die als mesotroph mit deutlicher Tendenz zu oligotroph bezeichnet werden kann, auch wenn noch Unterschiede zwischen den einzelnen Teilseen erkennbar sind. Die Tendenz zur Oligotrophie kann allerdings ausschließlich aus der Tiefenverbreitung der Pflanzengesellschaft abgeleitet werden, weitergehende Untersuchungen sollten folgen, um diese Einstufung gegebenenfalls zu bestätigen.

5.2 Hydrochemische Untersuchung des See 6 und Tiefenmessung

Am 24.10.2009 wurden am See 6 wie in den Vorjahren aus verschiedenen Tiefen Wasserproben aus der Seemitte, ca. 15 – 20 m westlich der TiBeAn entnommen. Der Pegel des Wasserstandes war ca. 1,5 m niedriger als sonst. Die Entnahme erfolgte am Nachmittag gegen 15:30 Uhr bei regnerischen 12,5°C.

Während der Entnahme der Wasserproben wurden sprunghaft veränderte Sichtbedingungen (Grenzschicht klar - trüb) in ca. 4,4 m Tiefe festgestellt und von der Tauchgruppe berichtet.

In Tabelle 3 sind die gemessenen hydrochemischen Parameter zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen des Fühlinger See, Teilbecken 6 am 24.10.2009

Wassertiefe [m]	0,1	2,5	5,0	7,5	10,0	0,5 über Grund
Aussehen der Probe	-	-	-	-	-	-
Geruch der Probe	-	-	-	-	-	-
Temperatur [°C] ¹	12,3	12,3	12,3	12,2	12,1	12,2
Sauerstoffgehalt [mg/l] ¹	10,05	9,65	8,85	8,21	5,37	4,21
Sauerstoffgehalt [%] ¹	93,4	90,0	82,9	75,0	51,7	38,4
pH-Wert ¹	7,5	7,6	7,1	7,1	6,9	6,9
Leitfähigkeit [µS/cm] ¹	623	695	795	836	1.059	1.059
Ammoniumgehalt [mg/l] ²	0,1	0,5	0,3	0,1	0,8	0,2
Nitritgehalt [mg/l] ²	< 0,02	0,03	0,03	0,04	0,1	0,13
Nitratgehalt [mg/l] ²	2	2	3	4	7	10
Eisengehalt [mg/l] ²	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Phosphorgehalt [mg/l] ²	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sulfidgehalt [mg/l] ²	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Gesamthärte [°dH] ³						
Gesamthärte [mmol] ³	4,6	5,4	6,8	6,9	9,2	10
Carbonathärte [°dH] ³						
Carbonathärte [mmol] ³	1,9	1,9	2,8	2,6	4	4

Untersuchungsmethoden: ¹ elektronisch ² photometrisch ³ titrimetrisch

Auf einen Vergleich zum See 5 und auf eine Dichtebestimmung wurde im Unterschied zum Vorjahr verzichtet.

Die Temperaturen zeigen mit einem Unterschied von maximal 0,2°C einen optimalen Ausgleich, der zur Jahreszeit passt. Im Vergleich zum Vorjahr konnten bei den Parametern Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, und Sulfid erheblich bessere Werte gemessen werden, die beim Sauerstoffgehalt bis zum 10-fachen des Vorjahreswert und bei Sulfid wieder unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Diese Veränderung wird auf die Wiederinbetriebnahme der TiBeAn im Sommer 2009 zurückgeführt, die das Tiefenwasser mit zusätzlichem Luftsauerstoff versorgt. Ein Zusammenhang der TiBeAn mit den veränderten Werten bei z.B. pH-Wert, Nitrat, Phosphat und Ammonium ist nicht klar. Eine Veränderung in der Leitfähigkeit ist derzeit allerdings nicht erkennbar, ein Ausgleich der Leitfähigkeit in allen Wasserschichten sollte das Ziel sein, um die Umwälzung dauerhaft auf natürliche, windgetriebene Weise, d.h. ohne technische Unterstützung, zu ermöglichen.

Der See 6 sollte weiter unter Beobachtung bleiben, um gegebenenfalls bestehende Maßnahmen in ihrer Wirkung zu überprüfen und gegebenenfalls angemessen zu verändern.

5.3 Tiere

Das Vorkommen von Fischen und Kleintieren war in allen Bereichen unauffällig gegenüber den Vorjahren und reicht von einigen toten Fischen (Hecht, Weissfisch) über Libellenlarven und Süßwassermilben bis zu Kolonien von Glockentierchen.

5.4 Sonstige Beobachtungen

Die Farbe der Seeböden war überwiegend, d.h. bis zu Tiefen von 6m, grau bis beige, schwarze Bereiche wurden im Startbereich der Regattastrecke ab 6m, im See 2 bereits ab 3m berichtet.

In allen Abschnitte aller Seen wurden regelmäßig z.T. auch ausgedehnte Matten von fädigen und schleimartigen Grünalgen beobachtet.

Aus dem Boden aufsteigende Gase wurden im See 1 am nördlichen Zaunende beobachtet. Zusätzlich wurde Anfüttermaterial und Müll, darunter ein Hocker und Flaschen, gefunden.

Zu den Beobachtungen in See 2 gehören Teigbälle und Nudeln (südliches Ufer), Müll (an der Flanke gegenüber der Regattastrecke), Reifen, ein Kinderwagen und Flaschen (am westlichen Ufer).

In See 3 wurden ein Kettcar und ein Einkaufswagen im südöstlichen Bereich gesehen.

Im See 4 gehören Reifen, Eimer, Flaschen und Dosen zu den Fundstücken im südlichen Bereich.

Im See 7 wurden Fischköder an der Flanke zur Regattabahn gesehen.

In der Regattabahn wurden ein Einkaufswagen, ein Grill und an mehreren Stellen Angelköder und Angelschnüre gesichtet.

6 Versatzbereich für die TiBeAn

Die Tiefenwasserbelüftungsanlage ist derzeit fest verankert. Da jedoch ein Versatz der Anlage innerhalb des Sees 6 nicht ausgeschlossen werden sollte, um ggf. andere Teilbereiche mit Luftsauerstoff anzureichern, wurde der Bereich ermittelt, in dem die Anlage ohne Grundberührung versetzbar ist.

Die Anlage hat einen angegebenen (nominalen) Tiefgang von 10 m. Da jedoch am Untersuchungstag der Pegel ca. 1,5 m unter Normal war, wurde die Tiefenlinie von 8,5 m ermittelt. Dazu suchten Tauchergruppen in der Nähe der Anlage diese Tiefe auf und schwammen einen jeweils vorgegebenen Kompasskurs, bis sie Grundkontakt hatten. Sie schickten jeweils eine Signalboje an die Oberfläche, die mit einem Boot angefahren wurde, um die entsprechende Position mittels GPS-Gerät aufzunehmen.

Die Auswertung ergab ein befahrbares Gebiet, das durch 4 Eckpunkte charakterisiert und mittels Bojen markiert werden kann. Die GPS-Daten der Punkte (Punkt A bis Punkt D) sind in der Tabelle 4 im Format Grad-Minuten zusammengestellt und gelten für das Kartenbezugssystem WGS 84.

Die ermittelten Eckpunkte liegen an den Rändern der Senke, die den tiefsten Punkt des Sees einschließt. Deshalb erscheint die Verlegung der TiBeAn an eine andere Position nicht erforderlich.

Zu Kontrollzwecken wurden noch weitere Landmarken wie Brückenköpfe und Wegekrenzungen vermessen. Eine grafische Darstellung zeigt die Abbildung 9.

Bei einer Markierung mit Bojen wird in jedem Fall die Überprüfung der Tiefen z.B. mittels Echolot empfohlen. Zusätzlich sollte während einer Versetzung der Anlage die aktuelle Wassertiefe überprüft werden, um Schäden durch Grundberührung zu vermeiden.

Tabelle 4: GPS-Positionen (Punkte A bis D: Tiefe 8,5 m, am 24.Okt.2009)

Position	Nördliche Breite	Östliche Länge
Punkt A	51°01,172	6°55,706
Punkt B	51°01,230	6°55,757
Punkt C	51°01,237	6°55,619
Punkt D	51°01,207	6°55,599
Brückenkopf A	51°01,267	6°55,820
Brückenkopf B	51°01,249	6°55,839
Brückenkopf C	51°01,206	6°55,519
Brückenkopf D	51°01,225	6°55,526
Wegekreuzung A	51°01,196	6°55,814
Wegekreuzung B	51°01,128	6°55,625
Einfahrt P1	51°01,178	6°55,919

7 Fazit und Ausblick

Für 2010 ist geplant, das nordöstliche Ufer der Regattastrecke sowie die Teilbecken See 2 bis 6 zu untersuchen.

Darüberhinaus sind während der Zeiten des Temperatenausgleichs (Frühjahr und Herbst) physikalisch-chemische Messungen im See 6 im Bereich der TiBeAn vorgesehen.

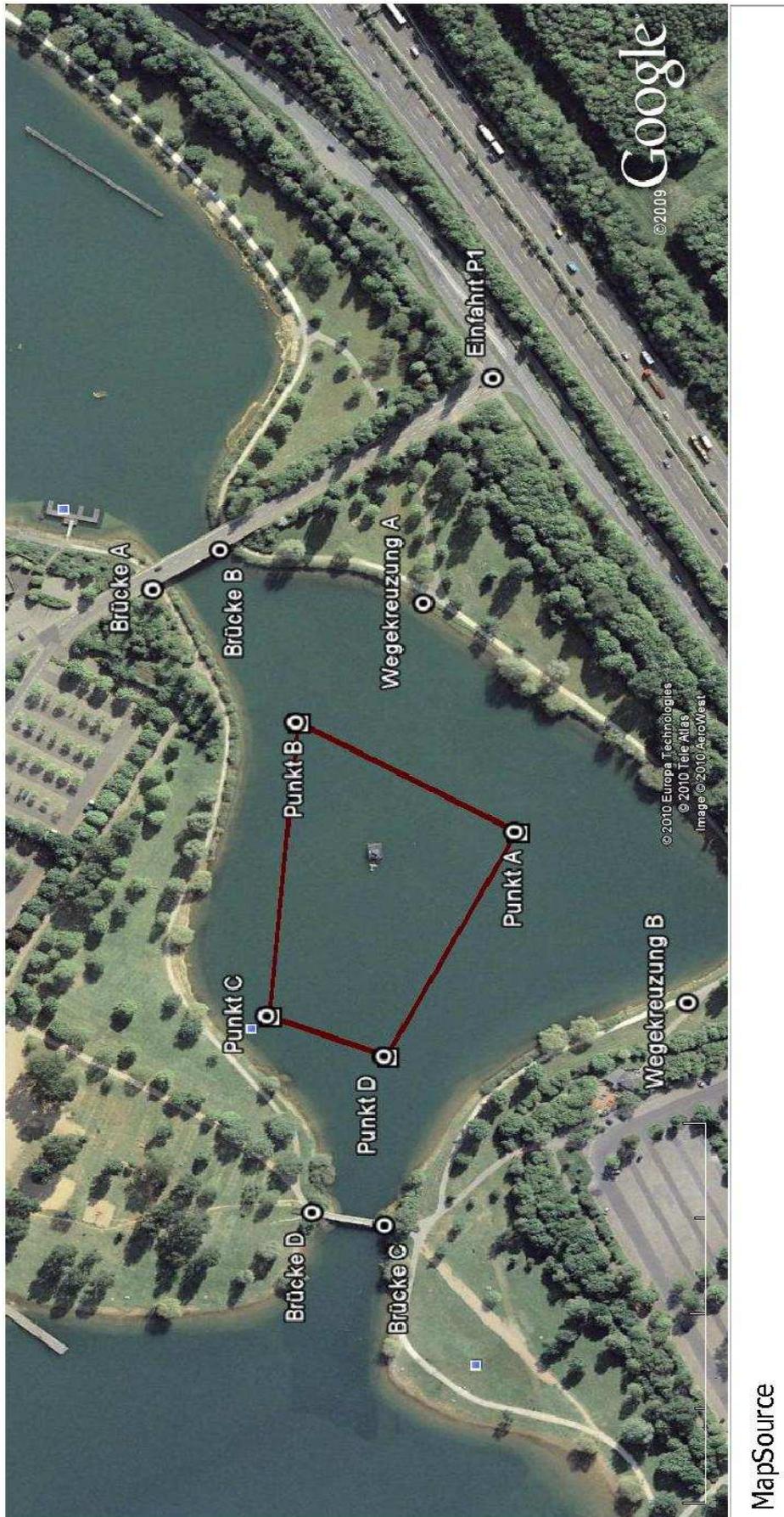


Abbildung 9: Grafische Darstellung des Versatzbereiches für die TiBeAn

Danksagung

Herzlichen Dank den Tauchern der VASA-Mitgliedsvereine für ihre Begeisterung und tatkräftige Unterstützung bei den Kartierungen. Ohne ihre Mitwirkung wären ehrenamtliche Projekte dieses Ausmaßes nicht möglich!

Der Blackfoot Outdoor Sportartikel GmbH mit seiner Niederlassung am Fühlinger See danken wir für die freundliche Überlassung eines Bootes (Kanadier), ohne das die Einmessung der Tiefenlinie im See 6 so nicht möglich gewesen wäre.

Dank auch an das Sportamt der Stadt Köln, das alle Aktivitäten von VASA Köln e.V. am Fühlinger See genehmigt und wo immer möglich intensiv fördert.