

Projektbericht

Lebensgemeinschaften im Rheinaltarm «Lachen» (Petite Camargue Alsacienne)

Möglichkeiten ihrer Förderung mit Lebensraumaufwertungen



Basel, 13. März 2024



Impressum

Auftraggeber

Association Suisse Pro Petite Camargue Alsacienne
c/o Andreas Sturm
Inzlingerstrasse 301
4125 Riehen

Auftragnehmer

Life Science AG
Greifengasse 7
CH-4058 Basel
lifescience@lifescience.ch

Projektpartner

Réserve naturelle Petite Camargue Alsacienne
1 rue de la Pisciculture
68300 Saint-Louis

Autoren

Daniel Küry, Life Science AG daniel.kuery@lifescience.ch
Alexander Freude, Life Science AG, alexander.freude@lifescience.ch
Mitarbeit am Bericht: Daniel Zeitner

Zitierung

Küry, D. & Freude, A. 2024. Lebensgemeinschaften im Rheinaltarm «Lachen» (Petite Camargue Alsacienne). Möglichkeiten ihrer Förderung mit Lebensraumaufwertungen. Projektbericht im Auftrag der Forschungsstation Petite Camargue Alsacienne der Universität Basel, 33 S. + Anhang

Foto Titelseite

Lachen im Juli 2023 (Foto: D. Küry)

Danksagung

Wir danken Prof. Valentin Amrhein, Leiter der der Forschungsstation Petite Camargue Alsacienne, für den Auftrag und die Zusammenarbeit sowie Léa Merckling von der Réserve naturelle Petite Camargue Alsacienne für die Bewilligungen und den inhaltlichen Austausch.



Zusammenfassung

Der Lachen ist ein Altarm des Rheins und Teil des Naturschutzgebiets Petite Camargue Alsacienne. Vor dem Bau einer Abwasserreinigungsanlage leitete die Gemeinde Village-Neuf ihr Abwasser in diesen ehemaligen Seitenarm ein, was zu einer hohen Nährbelastung (Eutrophierung, Hypertrophierung) geführt hatte. Obwohl inzwischen nur noch bei Starkregenereignissen ungeklärtes Abwasser in den Lachen fließt, entspricht der aktuelle Zustand des Gewässers nicht den Zielen des Naturschutzgebiets. Es drängen sich deshalb eine Sanierung und ökologische Aufwertung des Lachens auf. Im Jahr 2023 wurde deshalb eine umfassende Untersuchung der Lebensgemeinschaften mit den folgenden Zielen durchgeführt: (1) Überprüfung der Eutrophierungssituation, (2) Charakterisieren der heutigen Lebensgemeinschaft, (3) Bewertung des ökologischen Zustands durch Vergleich mit dem nicht mit Abwasser belasteten Ancien Bras am Kirchenerkopf, (4) Skizzieren von Massnahmen, mit denen der ökologische Zustand des Gewässers langfristig verbessert werden kann.

Von März bis Oktober 2023 wurde teilweise mit standardisierten Methoden, teilweise mit orientierenden Erhebungen physikalisch-chemische Parameter, die Gefässpflanzen sowie die wichtigsten Tiergruppen untersucht (Makrozoobenthos, Libellen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere).

Die auf sauerstoffarme Verhältnisse hinweisenden chemischen Parameter im Lachen sind die Ursachen für die faunistischen und floristischen Unterschiede im Vergleich mit dem unbelasteten Altarm Ancien Bras. Ausser Röhrichtarten am Ufer wurden im Lachen keine Gefässpflanzen nachgewiesen. Tiergruppen mit terrestrischer Lebensweise waren im Lachen und am Referenzgewässer mit vergleichbarer Diversität und Häufigkeit vertreten, Amphibien und wirbellose Tiergruppen, die über ein aquatisches Larvenstadium verfügen, vermochten sich hingegen im Lachen nicht erfolgreich zu entwickeln. Die Strukturen am Ufer des Lachens wirken attraktiv auf Amphibien und Libellen. Das Ausbleiben einer erfolgreichen Fortpflanzung dürfte auf die ungenügende Wasserqualität zurückzuführen sein.

Die Ziele und bereits an anderen Orten bewährte Massnahmen zur Sanierung des Lachens sehen einen Stopp der Einleitung von Abwasser, das Entfernen der Sedimente am Gewässergrund (Schaufelbagger oder Saugbagger) und deren Entsorgung sowie das Zurückdrängen der dichten Röhrichtbestände am Ufer vor. Eine Kostenschätzung und das Abwägen der Vor- und Nachteile der einzelnen Massnahmen bilden die Grundlage zur Entscheidungsfindung zur Planung des weiteren Vorgehens.

Résumé

Le Lachen est un bras mort du Rhin et fait partie de la réserve naturelle de la Petite Camargue Alsacienne. Avant la construction d'une station d'épuration des eaux usées, la commune de Village-Neuf déversait ses eaux usées dans cet ancien bras secondaire, ce qui avait entraîné une forte pollution nutritive (eutrophisation, hypertrophie). Malgré le traitement des eaux usées effectué entre-temps, l'état actuel du cours d'eau ne correspond pas aux objectifs de la réserve naturelle. Un assainissement et une revalorisation écologique du Lachen s'imposent donc. Une étude extensive des biocénoses a donc été menée en 2023 avec les objectifs suivants : (1) vérifier la situation d'eutrophisation, (2) caractériser la biocénose actuelle, (3) évaluer l'état écologique du Lachen en le comparant à l'Ancien Bras au Kirchenerkopf qui n'est pas pollué par les eaux usées, (4) schématiser les mesures qui permettront d'améliorer l'état écologique du cours d'eau à long terme.

De mars à octobre 2023, les paramètres physico-chimiques, les plantes vasculaires ainsi que les principaux groupes d'animaux (macrozoobenthos, libellules, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères) ont été étudiés en partie avec des méthodes standardisées et en partie avec des relevés exploratoires.

Les paramètres chimiques indiquant des conditions pauvres en oxygène dans le Lachen sont à l'origine des différences faunistiques et floristiques par rapport à l'Ancien Bras non pollué au Kirchenerkopf. A part les espèces de roseaux sur les rives, aucune plante vasculaire n'a été détectée dans le Lachen. Les groupes d'animaux terrestres étaient représentés avec une diversité et une fréquence comparable dans le Lachen et dans le cours d'eau de référence (Ancien Bras), mais les amphibiens et les groupes d'invertébrés disposant d'un stade larvaire aquatique n'ont pas réussi à se développer dans le Lachen. Pourtant, les structures attirantes sur les rives du Lachen ont un effet attractif sur les amphibiens et les libellules. En conséquence, l'absence de reproduction réussie est probablement due à la qualité insuffisante de l'eau.

Les objectifs et les mesures d'assainissement du Lachen qui ont déjà fait leurs preuves à d'autres endroits prévoient l'arrêt des rejets d'eaux usées, l'enlèvement des sédiments au fond du cours d'eau (par pelleuse ou drague aspirante) et leur déversement, ainsi que le refoulement des roselières denses sur les rives. Une estimation des coûts et la pesée des avantages et des inconvénients des différentes mesures constituent la base de la prise de décision pour planifier la suite des opérations.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	6
1.1	Entwicklung der Landschaft am südlichen Oberrhein im 19. und 20. Jahrhundert	6
1.2	Anlass und Ziel der Untersuchungen	7
2	Untersuchungsgebiet und Methoden	9
2.1	Die untersuchten Gewässer	9
2.2	Untersuchung der chemisch-physikalischen Parameter	10
2.3	Erfassung der Lebensgemeinschaft	10
3	Aktueller Zustand von Lebensraum und Lebensgemeinschaft	12
3.1	Chemische und physikalische Parameter	12
3.2	Vögel und Säugetiere	12
3.3	Reptilien	14
3.4	Amphibien	15
3.5	Fische	16
3.6	Libellen	16
3.7	Makrozoobenthos	18
3.8	Gefäßpflanzen	20
4	Bewertung des ökologischen Zustands des Lachens und Ursachenanalyse	22
5	Entwicklungsziele für den Lachen	25
6	Massnahmenvorschläge	26
6.1	Sanierung der Entlastungen aus dem Regenrückhaltebecken	26
6.2	Entfernung der Sedimente	26
6.3	Grobe Kostenschätzung	31
7	Evaluation der Massnahmen und Empfehlungen	32
8	Ausblick, weitere Schritte	33
9	Literaturverzeichnis	34

10	Anhang.....	36
	Anhang 1: Lage Künstliche Verstecke und Reusen.....	36
	Anhang 2: Fotos Wirbeltiere	38
	Amphibien.....	38
	Reptilien.....	40
	Fische	42
	Vögel	44
	Säugetiere.....	50

1 Ausgangslage

1.1 Entwicklung der Landschaft am südlichen Oberrhein im 19. und 20. Jahrhundert

Der verzweigte Lauf des Rheins (Furkationszone) wurde im 19. und 20. Jahrhundert in grossem Massstab verändert (Abbildung 1). Die grosse Rheinkorrektur von Johann Gottfried Tulla begann im südlichsten Abschnitt des Oberrheins um 1840 und hat aufgrund der Eintiefung des Flusses und der Absenkung des Grundwasserspiegels teilweise zu massiven Landschaftsveränderungen geführt. Mit dem Bau des Grand Canal d'Alsace kurz nach dem Ersten Weltkrieg wurde zwischen Basel und Breisach ein künstliches Gewässer geschaffen, das bei mittlerem Wasserstand den grössten Teil des oberirdischen Abflusses aufnimmt. Die Trockenlegung der grossen Flächen auf der Talsohle ermöglichte eine Intensivierung der Landwirtschaft, die fortschreitende Siedlungsentwicklung sowie den Ausbau von Verkehrswegen in zuvor praktisch nicht nutzbaren Bereichen der Landschaft.

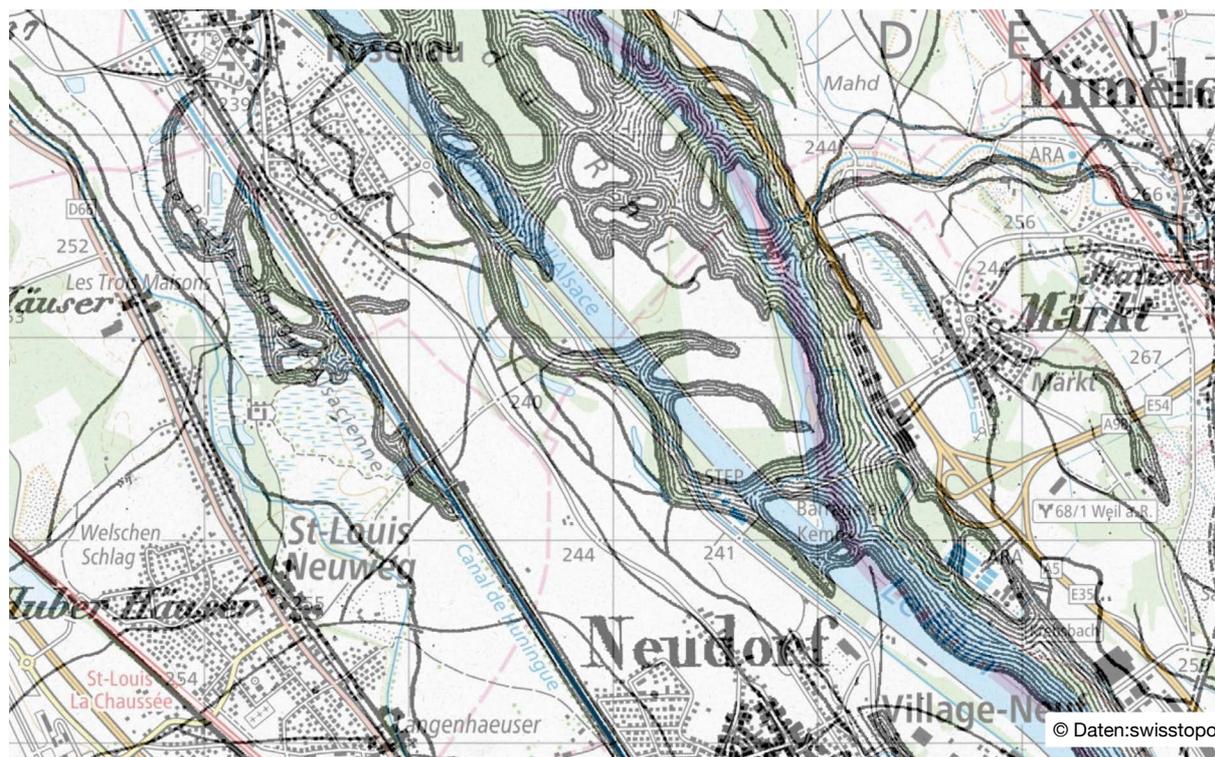


Abbildung 1: Überlagerung der aktuellen Landeskarte und der historischen Karte vor der Korrektur des Rheins (<https://map.geo.admin.ch>).

Die Rheinseitenarme wurden als Folge dieser Massnahmen vom Rhein abgetrennt. Es entstanden Altwasser wie zum Beispiel der Ancien Bras und der Lachen, die beide heute noch als offene Gewässer existieren. Durch das Wachstum der Uferpflanzen zur Gewässermitte, der sogenannten Verlandung, wurde die offene Wasserfläche sukzessive verkleinert.

In den 1970er-Jahren wurde das Wasser aus der Kanalisation von Village-Neuf in den Lachen eingeleitet und in den 1980er-Jahren wurde eine Abwasserreinigungsanlage gebaut, die das Abwassers behandelt, bevor es in den Grand Canal d'Alsace eingeleitet wird.



Abbildung 2: Rückstände von Entlastungsereignissen im Kanal zwischen Regenrückhaltebecken und Lachen (Februar 2023).

Heute befindet sich südöstlich des Lachens ein Regenrückhaltebecken, welches die Abwasserspitzen aus der Mischkanalisation bei Starkniederschlägen auffängt und mit einer Verzögerung der Abwasserreinigungsanlage zuführt. Offenbar gelangt jedoch bei besonders intensiven Niederschlägen nach wie vor ungereinigtes Abwasser in den Kanal und den Lachen (Abbildung 2).

1.2 Anlass und Ziel der Untersuchungen

Bereits vor 30 Jahren wurden in einer Studie die Belastung des Lachens untersucht und auf die Notwendigkeit einer Sanierung und ökologischen Aufwertung des Gewässers hingewiesen (Bertram, 1994). Seither ist der Sanierungsbedarf aufgrund anderer dringlicher Vorhaben etwas in Vergessenheit geraten.

Die Forschungsstation Petite Camargue Alsacienne beauftragte die Firma Life Science AG mit der Untersuchung der Lebensgemeinschaft im Lachen. Die Untersuchung soll die folgenden Ziele erreichen: (1) Überprüfung der Eutrophierungssituation, (2) Charakterisierung der heutigen Lebensgemeinschaft, (3) Bewertung des ökologischen Zustands durch

Vergleich mit der früheren Situation (soweit bekannt) und der Lebensgemeinschaft des nicht mit Abwasser belasteten Ancien Bras am Kirchenerkopf, (4) Skizzierung von Massnahmen, mit denen der ökologische Zustand des Gewässers langfristig verbessert werden kann.

2 Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Die untersuchten Gewässer

Der Lachen ist ein Altarm des Rheins und befindet sich am südlichen Ende des Naturschutzgebiets der Petite Camargue Alsacienne in der Gemeinde Village-Neuf (Abbildung 3). Das Gewässer weist eine Länge von 400 m und eine Breite von rund 50 m auf. Die Tiefe ist variabel und beträgt im Maximum 1.5 m (Bertram 1994). Im Lachen werden bisher keine Pflege- oder Unterhaltmassnahmen ausgeführt (L. Merckling PCA, pers. Mitt.).

Der Ancien Bras liegt rund 800 m nordwestlich des Lachens, wird aber im Gegensatz zu diesem nicht von Abwasser belastet. Mit einer Länge um 500 m und einer Breite von durchschnittlich 40 m ist er etwas grösser als der Lachen. Über die maximale Tiefe liegen keine Angaben vor. Im Gegensatz zum Lachen werden im Ancien Bras regelmässig Massnahmen durchgeführt, um das Gewässer offen zu halten und die Verlandung aufzuhalten.

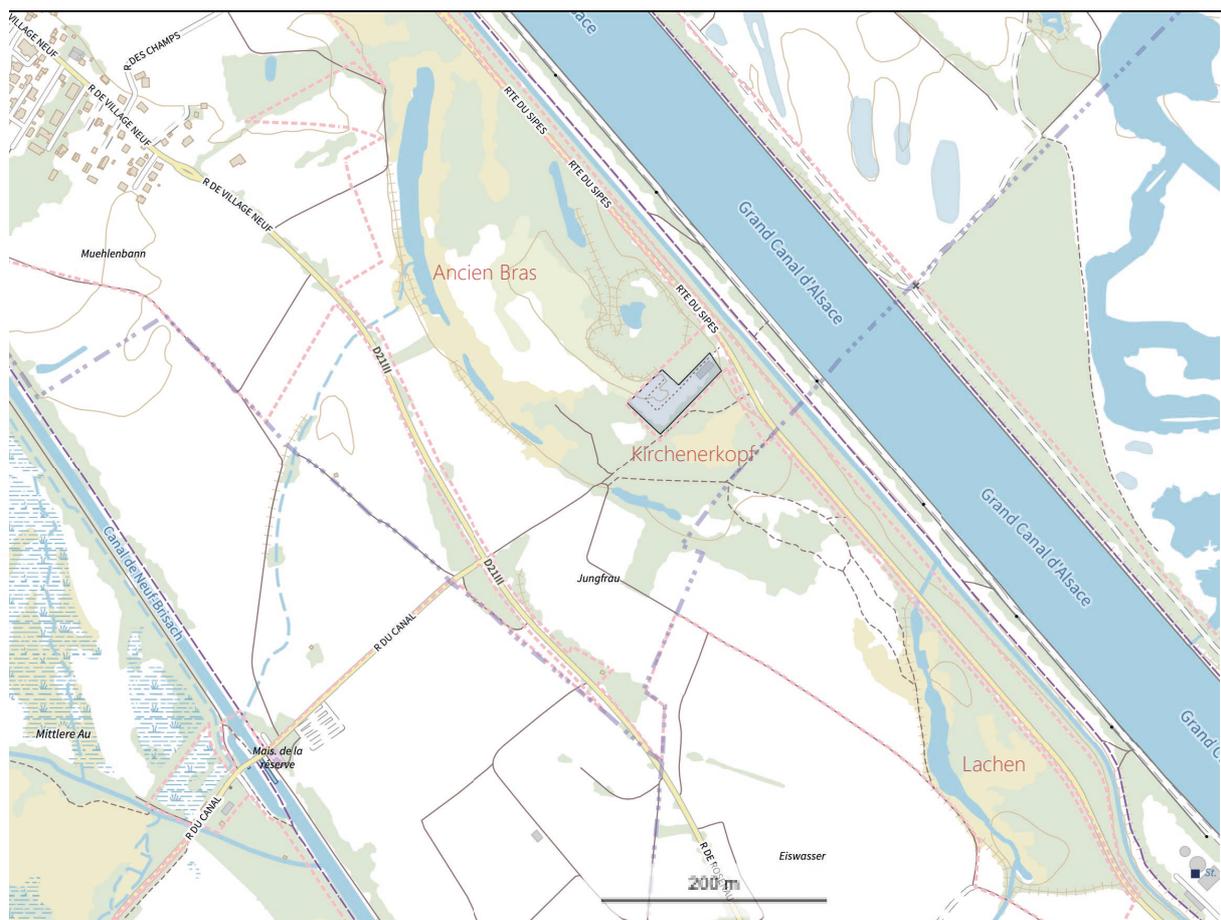


Abbildung 3: Gebietsteil Kirchenerkopf in der Petite Camargue Alsacienne mit den beiden Gewässern Lachen und Ancien Bras.

2.2 Untersuchung der chemisch-physikalischen Parameter

Chemische und physikalische Parameter wurden im Frühjahr 2023 als orientierende Parameter untersucht, um grössere Unterschiede zwischen den beiden Gewässern zu erkennen. Dabei kamen handelsübliche Schnelltests (JBL, EasyTest 6in1) zur Anwendung, die grobe Angaben zu den folgenden Parametern liefern: NO_3^- , NO_2^- , GH, KH, pH und Cl_2 .

2.3 Erfassung der Lebensgemeinschaft

2.3.1 Amphibien

Die Vorgehensweise zur Erfassung von Amphibien orientierte sich an den Standardwerken Schlüpmann & Kupfer (2009) und Hachtel et al. (2009a) sowie den Methodenblättern in Albrecht et al. (2013). Am Lachen wurde während vier Durchgängen (März bis Juni) Amphibien durch Direktbeobachtung, Kescherfänge und nächtlichem Verhören rufender Individuen geortet und bestimmt. Dabei wurden neben den Arten auch die Altersstadien (Adulte, Subadulte, Kaulquappen und Laich) notiert. Die Beobachtungsdauer pro Durchgang und Gewässer betrug mindestens 2 Stunden.

Die unterschiedlichen Arten des Wasserfrosch-Komplex können anhand von Sichtbeobachtungen oder Rufen nur schwer auseinandergelassen werden, weshalb auf eine Unterscheidung verzichtet wurde. Am Ancien Bras fehlte der erste Durchgang vom März und somit auch Nachweise von Frühlaichern, da zu diesem Zeitpunkt noch nicht klar war, ob zusätzlich zum Lachen ein Referenzgewässer untersucht werden kann. Zusätzliche nächtliche Reusenfänge (je 15 Kleinfischreusen pro Gewässer während zwei Durchgängen im Juni und Juli) dienten zum Nachweis der Präsenz oder Abwesenheit von Molchen.

2.3.2 Reptilien

Die Vorgehensweise zur Erfassung von Reptilien orientierte sich an Blanke (2006), Hachtel et al. (2009b) sowie den Methodenblätter in Albrecht et al. (2013). Während vier Durchgängen (März bis August) wurden Reptilien durch Sichtbeobachtungen kartiert. Hierfür wurden an Stellen mit geeigneter Struktur (u.a. besonnte, gut strukturierte Gehölzränder) bei optimaler Witterung Transekte langsam abgegangen (2 h/km). Zusätzlich wurden vorgängig an geeigneten Strukturen ausgebrachte künstliche Verstecke (neun Kunststoffwellbleche zu je 50x100 cm) auf sich sonnende oder Unterschlupf suchende Reptilien kontrolliert.

2.3.3 Fische

Die Fische wurden nicht systematisch erfasst, sondern während Kartierarbeiten anderer Organismengruppen notiert. Vor allem die Reusenfänge für Amphibien im Juni und Juli erbrachten als Beifänge zahlreiche Nachweise von Kleinfischen.

2.3.4 Vögel und Säugetiere

Mit Hilfe von zwei Wildtierkameras (Bushnell, 32 MP CORE DS-4K) wurden von März bis Oktober 2023 an geeigneten Stellen (Flächen mit artspezifischen Spuren und im Bereich von Schilfröhricht) in direkter Nähe zum jeweiligen Gewässer Vögel und Säugetiere erfasst. Die Fotos wurden am PC ausgewertet und sofern möglich auf die Art bestimmt. Die Fotos beinhalten auch Mehrfachnachweise der gleichen Individuen und geben deshalb keine Auskunft über die Bestandsdichten einzelner Tierarten, da dasselbe Individuum unter Umständen mehrmals am Tag fotografiert wurde. Weitere Artnachweise von Vögeln oder Säugetiere erfolgten als zufällige Sichtbeobachtungen oder Verhören während Begehungen von anderen Organismengruppen.

2.3.5 Makrozoobenthos

Die Probenahme des Makrozoobenthos orientierte sich an der IBEM-Methode (Indice de Biodiversité des Etangs et Mares) nach Indermühle et al. (2008) und erfolgte am 22. Mai, am 31. Juli und am 6. Oktober 2023. Je nach Grösse des Gewässers wurden mit Hilfe eines Keschers (25 x 25 cm, 500 µm Maschenweite) ein Kick-Sampling an vier (Lachen) und sechs Stellen (Ancien Bras – Referenz) durchgeführt. Die Proben wurden im Feld in Ethanol (rund 80 %) konserviert und schliesslich im Labor unter einer Binokularlupe möglichst auf die Art bestimmt.

2.3.6 Libellen

Bei den Libellen wurden standardisierte Transektbegehungen an den jeweils identischen Bereichen auf der Wasser- und der Landseite der Röhrichtbestände im Uferbereich durchgeführt. Libellenuntersuchungen fanden während des Optimums der Flugzeit (zwischen 9 und 17 Uhr), bei windstillen Bedingungen, möglichst sonnigem, wolkenfreiem Wetter und Temperaturen >18 °C statt (Küry & Christ 2010). Vier Begehungstermine wurden über die gesamte Flugperiode der Libellen verteilt (21.5.2023, 5.6.2023, 26.6.2023, 5.9.2023) und ergänzt mit zusätzlichen Sichtbeobachtungen.

2.3.7 Gefässpflanzen

Die Begehungen zur Erfassung der Gefässpflanzen fanden am 5.9.2023 an den gleichen Orten statt wie die Erhebungen des Makrozoobenthos und hatten den Fokus, die Lebensräume der Wirbellosen Tierarten zu dokumentieren.

3 Aktueller Zustand von Lebensraum und Lebensgemeinschaft

3.1 Chemische und physikalische Parameter

Beim Vergleich der Messungen mittels Schnellteststreifen fällt v.a. der Unterschied bei den Konzentrationen von Nitrit (NO_2^-) auf, die im Lachen mit Werten $> 0.5 \text{ mg/l}$ höher waren als im Ancien Bras (Tabelle 1). Der Richtwert der Schweiz von 0.3 mg/l (GSchV, Anhang 3.1) wird diesbezüglich im Lachen überschritten. Die von Bertram (1994) im Lachen gemessenen mittleren Nitrit-Konzentrationen lagen mit 1.4 mg/L deutlich über dem Richtwert. Die Nitrat-Werte (NO_3^-) unterschieden sich je nach Messstelle in den Gewässern. Sie waren jedoch im Lachen generell höher als im Ancien Bras. Bei den weiteren Parametern Wasser- und Karbonathärte (GH, KH), pH und Chlor (Cl_2) zeigten sich keine auffälligen Unterschiede.

Ein deutlicheres Bild über die aktuelle Wasserqualität würden vertiefere Analysen der Wasserqualität liefern. V.a. zusätzliche Sauerstoff- und Phosphormessungen wären sinnvoll, und auch längeren Messreihen.

Tabelle 1: Chemische und physikalische Parameter im Lachen. Die erhöhten Nitrit-Werte (NO_2^-) sind rot eingefärbt. GH: Gesamthärte, KH: Karbonathärte

Datum	Koordinaten (N/E)	NO_3^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	GH (°dH)	KH (°d)	pH	Cl_2 (mg/l)
Lachen							
18.04.2023	7.5597542 / 47.6209506	10	0	>14	20	7.2	0
18.04.2023	7.5596837 / 47.6202630	0-10	>0.5	>14	15	7.6	0
18.04.2023	7.5597364 / 47.6200690	0-10	>0.5	>14	20	8.4	0
18.04.2023	7.5602229 / 47.6195174	10	>0.5	7-14	10	7.2-7.6	0
18.04.2023	7.5614164 / 47.6185464	0-10	>0.5	>14	15	7.6-8	0.5
18.04.2023	7.5609853 / 47.6176842	0-10	>0.5	>21	20	8.4	0.8-1.5
Ancien Bras							
24.04.2023	7.5488516 / 47.6283417	0	0	>14	15	7.6	0.8
24.04.2023	7.550602 / 47.6251277	10	0	>14	20	7.2	0.8
124.04.2023	7.5508332 / 47.6250914	0	0	>7	20	6.8	0.8
24.04.2023	7.5497228 / 47.6263657	0	0	>14	15	7.6	0

3.2 Vögel und Säugetiere

Mit den Wildtierkameras wurden insgesamt 19 Vogel-Arten im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (Tabelle 2). Trotz der schlechten Wasserqualität des Lachens hielten sich dort verhältnismässig viele Vogelarten im Wasser oder am Uferbereich auf. Neben der häufigen

Stockente (*Anas platyrhynchos*) wurden auch die Reiherente (*Aythya fuligula*), Schnatterente (*Mareca strepera*) und das Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) sehr häufig im Wasser fotografiert. Nahe des Uferdickichts war auf vielen Aufnahmen beim Lachen der Zwergtaucher (*Tachybaptus ruficollis*) zu sehen. Vor allem die Reiherente und der Zwergtaucher ernähren sich von Weichtieren und Zweiflügler-Larven (König, 1982), welche in belastetem Wasser meist häufig vorkommen. Das Teichhuhn und die Schnatterente benötigen dicht bewachsene Uferbereiche (König, 1982). Im Waldstück, das an den Lachen grenzt, wurde ein Krickenten-Paar (*Anas crecca*) fotografiert. Sogar ein Eisvogel (*Alcedo atthis*) konnte mehrmals im Flug nachgewiesen werden. Dennoch konnten am Lachen keine Reihervögel (*Ardea cinerea*, *Ardea alba*, *Egretta garzetta*) nachgewiesen werden, obschon diese am Ancien Bras häufige Gäste waren. Das Fehlen der Reiher am Lachen kann mit dem Mangel an Fischen in Verbindung gebracht werden. Am Lachen fehlten auch die Graugänse (*Anser anser*), die hingegen am Ancien Bras festgestellt werden konnten.

Tabelle 2: Anzahl der mit Wildtierkameras ausgelösten Einzelbilder verschiedener Vogelarten auf und über den Wasserflächen des Lachens und des Ancien Bras.

Art	Lachen	Ancien Bras
Blässhuhn (<i>Fulica atra</i>)	1	
Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>)	3	
Graugans (<i>Anser anser</i>)		7
Graureiher (<i>Ardea cinerea</i>)	1	104
Krickente (<i>Anas crecca</i>)	6	
Kuckuck (<i>Cuculus canorus</i>)		1
Löffelente (<i>Spatula clypeata</i>)	2	
Nachtigall (<i>Luscinia megarhynchos</i>)		1
Nilgans (<i>Alopochen aegyptiata</i>)	6	
Rabenkrähe (<i>Corvus corone</i>)		13
Reiherente (<i>Aythya fuligula</i>)	296	
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	7	3
Schnatterente (<i>Mareca strepera</i>)	45	
Seidenreiher (<i>Egretta garzetta</i>)		18
Silberreiher (<i>Ardea alba</i>)		17
Stockente (<i>Anas platyrhynchos</i>)	424	76
Teichhuhn (<i>Gallinula chloropus</i>)	325	6
Teichrohrsänger (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	3	3
Zwergtaucher (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	90	
Anzahl Vogelarten	13	11

Mit den gleichen Wildtierkameras wurden im Untersuchungsgebiet acht Säugetier-Taxa nachgewiesen (Tabelle 3). Im Wald und am Ufer des Lachens sind mit einer Wildtierkamera regelmässig Rehe (*Capreolus capreolus*) und Wildschweine (*Sus scrofa*) fotografiert worden. Zu ihnen gesellten sich gelegentlich Raubtiere wie der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), Marder (*Martes* sp.) und eine Katze (*Felis* sp.). Der Dachs (*Meles meles*) und

ein nicht bestimmbares Nagetier (Rodentia Gen. sp.) wurden ebenfalls am Ufer des Lachens registriert.

Tabelle 3: Anzahl mit Wildtierkameras ausgelöste Einzelbilder verschiedener Säugetierarten auf und über den Wasserflächen des Lachens und des Ancien Bras.

Art / Taxon	Lachen	Ancien Bras
Bisamratte (<i>Ondatra zibethicus</i>)		15
Europäischer Dachs (<i>Meles meles</i>)	3	
Europäisches Reh (<i>Capreolus capreolus</i>)	81	20
Katze (<i>Felis</i> sp.)	1	
Marder (<i>Martes</i> sp.)	2	
Nagetier (Rodentia)	3	
Rotfuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	8	
Wildschwein (<i>Sus scrofa</i>)	30	
Anzahl Säugetierarten	7	2

Am Ancien Bras konnten hingegen nur das Reh (*Capreolus capreolus*) und die Bisamratte (*Ondatra zibethicus*) fotografiert werden. Der Unterschied der Säugetierfauna kann durch die Position der Wildtierkamera erklärt werden, welche am Ancien Bras nur auf die Wasserfläche gerichtet war, während am Lachen auch Standorte im Wald und im Ufergebüsch gewählt wurden, welche den Anteil der erfassten terrestrischen Arten steigert.

3.3 Reptilien

Im erweiterten Uferbereich des Lachens (Böschung Westufer mit Gehölzsaum und Extensivgrünland) konnten die drei Reptilienarten Zauneidechse (*Lacerta agilis*, zwei Individuen), Blindschleiche (*Anguis fragilis*, vier Individuen) und Barrenringelnatter (*Natrix helvetica*, ein Individuum) nachgewiesen werden (Tabelle 4). Im Mai und Juni konnte zudem je eine Barrenringelnatter schwimmend im Lachen beobachtet werden.

Tabelle 4: Summe der mit Hilfe von künstlichen Verstecken und Direktbeobachtungen nachgewiesene Individuen der beobachteten Reptilienarten im Lachen und im Ancien Bras.

Art	Lachen	Ancien Bras
Blindschleiche (<i>Anguis fragilis</i>)	4	
Barrenringelnatter (<i>Natrix helvetica</i>)	1	2
Zauneidechse (<i>Lacerta agilis</i>)	2	2
Anzahl Arten	3	2

Am Ancien Bras fehlte die Blindschleiche. Es konnten hingegen zwei Zauneidechsen und zwei Barrenringelnattern ebenfalls am besonnten Westufer beobachtet werden. Die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Blindschleichen fanden sich ausschliesslich unter den künstlichen Verstecken, die Zauneidechsen auf Asthaufen und an

Gehölzrändern in lückiger Vegetation, und die Barrenringelnattern unter künstlichen Verstecken, im Röhricht oder im Gebüsch.

3.4 Amphibien

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden durch Sichtbeobachtungen, Kescherfänge und nächtliches Verhören die fünf Amphibien-Arten Seefrosch, Teichfrosch, Grasfrosch, Laubfrosch und Geburtshelferkröte nachgewiesen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Durch Sichtbeobachtung, Kescherfängen und Verhören nachgewiesene Anzahl Individuen verschiedener Amphibienarten im Lachen und im Ancien Bras. Beim Wasserfrosch-Komplex: Angabe der durchschnittlichen Anzahl Individuen pro Durchgang. Stadien: ad=adult, sub=subadult, lar=Kaulquappen.

Taxon	Lachen	Ancien Bras
Europäischer Laubfrosch (<i>Hyla arborea</i>)	3 ad	
Gemeine Geburtshelferkröte (<i>Alytes obstetricans</i>)	2 ad	2 ad
Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>)	1 ad, 2 Laichballen	
Kreuzkröte Verdacht (<i>Epidalea calamita</i>)		1 ad
Wasserfrosch-Komplex (<i>Pelophylax</i> sp.)	35 ad/sub	85 ad/sub, ca. 1500 lar
Anzahl Arten	4	3

Die weitaus höchsten Amphibienbestände bildete sowohl im Lachen wie auch im Ancien Bras der Wasserfrosch-Komplex (*Pelophylax* agg.). Im Ancien Bras wurden durchschnittlich pro Begehungstermin 85 und im Lachen 31 Individuen kartiert (Sichtbeobachtungen und Rufe). Die wenigen Individuen innerhalb des Wasserfrosch-Komplexes, die kurzzeitig eingefangen und morphologisch auf Art bestimmt werden konnten, waren Seefrösche (*Pelophylax ridibundus*) und Teichfrösche (*Pelophylax esculentus*).

Bei der Betrachtung der beobachteten Altersstadien fällt auf, dass im Lachen keine Kaulquappen gefunden wurden – im Gegensatz zum Ancien Bras, wo diese ab Juni zahlreich vorhanden waren (ausschliesslich *Pelophylax* agg.). Im Lachen wurden hingegen am 15.03.2023 zwei Laichballen des Grasfrosches (*Rana temporaria*) kartiert und ein adultes Individuum beobachtet. In den darauffolgenden Begehungen fehlten aber weitere Grasfrosch-Nachweise (Kaulquappen, Jungtiere oder Adulttiere), was darauf hinweist, dass die Gewässerqualität (Trübheit und Sauerstoffmangel) im Lachen keine Larvenentwicklung von Amphibien zulässt.

In der Nacht des 28.05.2023 konnten drei rufende Männchen des Europäischen Laubfrosches (*Hyla arborea*) an den gehölzreichen nördlichen und östlichen Ufern des Lachens verhört werden. Während der darauffolgenden Begehung am 21.06.2023 konnte hingegen trotz intensiver Suche keine Nachweise von Laich oder Kaulquappen des Laubfrosches erbracht werden. Es ist davon auszugehen, dass trotz geeigneter Landlebensräume keine Laubfrosch-Reproduktion im Lachen stattfindet. Die Art konnte am Ancien Bras nicht verhört werden. Vermutlich befinden sich im erweiterten Umfeld des Ancien Bras mehrere für den Laubfrosch besser geeignete und fischfreie Laichgewässer.

Rufende Geburtshelferkröten (*Alytes obstetricans*) hielten sich während der Paarungszeit im gesamten Untersuchungsgebiet in Ihrem Landlebensraum auf. Vor allem die gut besonnte, lückige Vegetation, Waldränder und extensive Wiesen waren die bevorzugten Landlebensräume. Ein Entwicklungsnachweis im Lachen oder im Ancien Bras gelang jedoch nicht.

Sowohl bei den Sichtbeobachtungen als auch mit den Reusenfängen konnten keine Molch-Arten nachgewiesen werden. In den Reusen fanden sich lediglich Amphibien des Wasserfrosch-Komplexes, insbesondere Seefrösche (*Pelophylax ridibundus*).

3.5 Fische

Im Lachen konnten während der gesamten Untersuchungsperiode keine Fische nachgewiesen werden (Tabelle 6). Dies verdeutlicht die massiven Mängel und den Verbesserungsbedarf der Wasserqualität (Sauerstoffmangel, Ammonium, Trübheit).

Tabelle 6: Bei Reusenfängen am 21.06.2023 bestimmte Anzahl Individuen verschiedener Fischarten im Lachen und im Ancien Bras.

Art	Lachen	Ancien Bras
Dreistacheliger Stichling (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)		3
Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>)		5
Rotfeder (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)		1
Schleie (<i>Tinca tinca</i>)		2
Anzahl Arten	0	4

Im Ancien Bras konnten hingegen folgende Fischnachweise als Beifänge in den Amphibien-Reusen (am 21.06.2023) erbracht werden (Tabelle 6): Dreistacheliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) und Schleie (*Tinca tinca*). Zusätzlich konnten mit der Wildtierkamera im Ancien Bras beinahe täglich karpfenartige Fische (Cyprinidae) aufgenommen werden.

3.6 Libellen

An den beiden Gewässern wurden insgesamt 29 Libellenarten als Adulttiere beobachtet. Dies sind 83% der bisher im Untersuchungsgebiet Kirchenerkopf und Lachen nachgewiesenen 35 Libellenarten (Reiss 1991, Schmidt 1993, Rust 2004, C. Rust pers. Mitt.). Am Lachen fanden sich 18 und am Ancien Bras 26 Arten (Abbildung 4). Von der Gesamtzahl der Arten besiedeln 26 (90%) Stillgewässer und 18 Arten (62%) Fließgewässer, wobei viele Arten an beiden Gewässertypen vorkommen. Mit einem Jaccard-Index von 0.57 weisen die beiden Untersuchungsobjekte bezüglich der Besiedlung mit adulten Libellen eine mittlere Ähnlichkeit auf.

Von den 29 Arten kamen 16 an beiden Gewässern vor. Ausschliesslich am Lachen wurden *Calopteryx splendens*, *Chalcolestes viridis* und *Sympetrum fonscolombii* beobachtet, während die folgenden 13 Arten nur am Ancien

Bras vorkamen: *Brachytron pratense*, *Calopteryx virgo*, *Erythromma viridulum*, *Gomphus pulchellus*, *Ischnura pumilio*, *Orthetrum albistylum*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*, *Platycnemis pennipes* und *Somatochlora flavomaculata*. Der Anteil dieser Arten an der Gesamtindividuenzahl der jeweiligen Gewässer betrug weniger als 2%.

Die häufigsten Arten mit einem Anteil von $\geq 8\%$ waren am Lachen *Anax imperator*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Libellula fulva*, *Orthetrum cancellatum* und *Sympecma fusca*, am Ancien Bras *Coenagrion puella*, *Ischnura elegans*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum cancellatum* und *Sympetrum striolatum*.

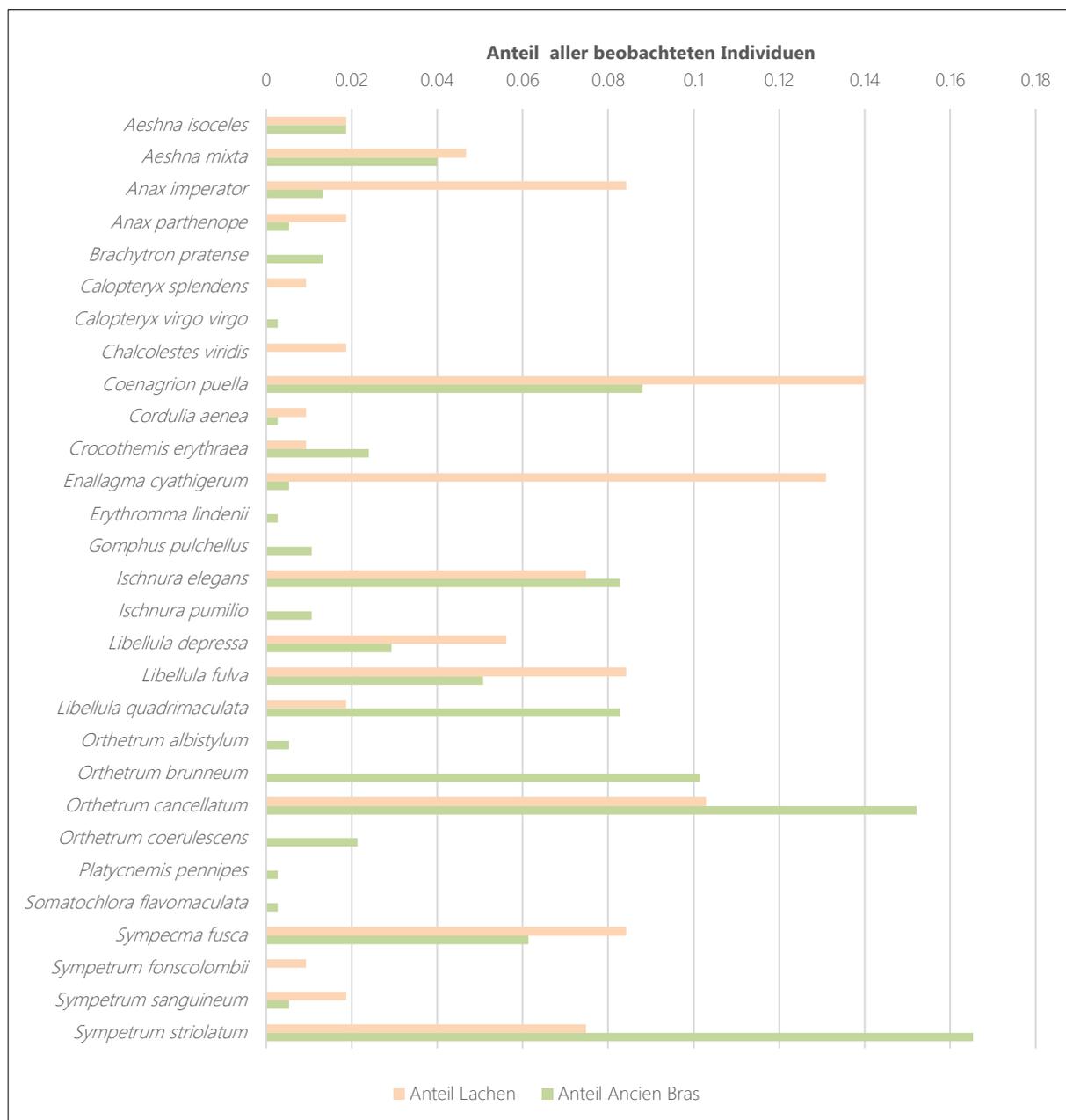


Abbildung 4: Anteil von Adulttieren der einzelnen Arten an der Gesamtzahl der adulten Libellenindividuen an den beiden untersuchten Gewässern Lachen und Ancien Bras.

Im Vergleich zu früheren Untersuchungen zwischen 1980 und 2000 fehlen im Jahr 2023 Nachweise der folgenden Arten: *Aeshna cyanea*, *Coenagrion pulchellum*, *Lestes sponsa*, *Sympetrum depressiusculum*, *Sympetrum pedemontanum* und *Sympetrum vulgatum*.

Von den in der Rote Liste des Elsass aufgeführten und früher in der Petite Camargue Alsacienne nachgewiesenen Arten konnten bei den Erhebungen an den bei beiden untersuchten Gewässern lediglich *Aeshna isoceles* beobachtet werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Anzahl Individuen der früher im Gebiet nachgewiesenen gefährdeten und potenziell gefährdeten Libellenarten der Roten Liste des Elsass (RL E) am Lachen und am Ancien Bras.

Art	Einstufung RL E	Lachen/AncienBras1980–2004	Lachen 2023	Ancien Bras 2023
<i>Aeshna isoceles</i>	VU	X	2	7
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	VU	X	–	–
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	VU	X	–	–
<i>Coenagrion pulchellum</i>	NT	X	–	–
<i>Chalcolestes viridis</i>	NT	X	–	–
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	NT	X	–	1

Fortpflanzungsnachweise der Libellen liegen aufgrund des methodischen Vorgehens nur als Larven vor. Während im Lachen bei den Makrozoobenthos-Untersuchungen nur ein Individuum einer Azurjungfer (*Coenagrion* sp.) nachgewiesen wurde, waren in den Proben im Ancien Bras insgesamt 51 Individuen aufgeteilt auf 9 Taxa vertreten (Abbildung 5).

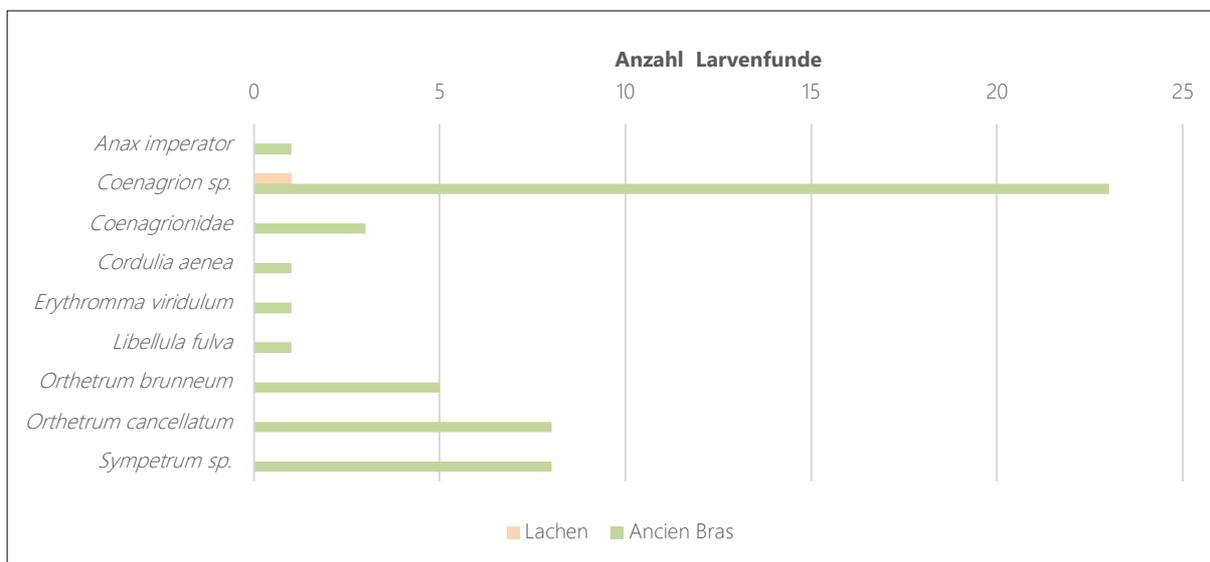


Abbildung 5: Anzahl Larvenfunde der verschiedenen Libellentaxa in den Gewässern Lachen und Ancien Bras.

3.7 Makrozoobenthos

Bei den Untersuchungen des Makrozoobenthos wurden in den beiden Gewässern 61 Taxa beobachtet. Während im Lachen 18 Taxa vorkamen, war der Ancien Bras von insgesamt 53 Taxa besiedelt.

In den taxonomischen Gruppen waren deutliche Unterschiede der Besiedlung zwischen den beiden Gewässern erkennbar (Tabelle 8): Ausschliesslich im Lachen wurden die Egelart (Hirudinea) *Helobdella stagnalis*, die Wasserasselart *Proasellus coxalis* und die Blattfusskrebse (Cladocera) sowie die Ruderwanzenarten (Corixidae) *Sigara lateralis* und *Sigara striata* nachgewiesen. Im Ancien Bras kamen die Egelart *Erpobdella octoculata*, sechs von elf Schneckenarten (Gastropoda), die einzige Flohkrebseart *Gammarus roeseli*, die drei Arten der Eintagsfliegengattung (Ephemeroptera) *Caenis*, neun Taxa verschiedener Familien der Wasserwanzen (Heteroptera) und vier Köcherfliegenarten (Trichoptera) vor.

Tabelle 8: Anzahl Individuen der Makrozoobenthos-Taxa, die ausschliesslich im Lachen oder Ancien Bras nachgewiesen wurden.

Art/Taxon	Lachen	Ancien Bras
Hirudinea (Egel)		
<i>Erpobdella octoculata</i>		1
<i>Helobdella stagnalis</i>	21	
Gastropoda (Schnecken)		
<i>Bathyomphalus contortus</i>		2
<i>Bithynia tentaculata</i>		1
<i>Ferrissia clessiniana</i>		7
<i>Gyraulus acronicus</i>		2
<i>Gyraulus albus</i>		2
<i>Gyraulus crista</i>		1
<i>Planorbium</i> sp.		1
Amphipoda (Flohkrebse)		
<i>Gammarus roeseli</i>		169
Isopoda Asseln)		
<i>Asellus aquaticus</i>	149	
Phyllopora (Blattfusskrebse)		
Cladocera	>1000	
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)		
<i>Caenis horaria</i>		23
<i>Caenis luctuosa</i>		14
<i>Carnis robusta</i>		24
Coleoptera (Käfer)		
<i>Acilius canaliculatus</i>		1
<i>Acilius sulcatus</i>	1	
<i>Enochrus</i> sp.		1
<i>Helochaetes abscurus</i>		3
<i>Hydraticus seminiger</i>	1	
<i>Laccophilus variegatus</i>		2
<i>Scirtus cf. hemisphaericus</i>		4
Heteroptera (Wanzen)		
<i>Aquarius paludum</i>		3
Corixidae		4
<i>Gerris argentatus</i>		23
<i>Gerris odontogaster</i>		1
<i>Gerris</i> sp.		1

Art/Taxon	Lachen	Ancien Bras
<i>Ilyocoris cimicoides</i>		8
<i>Micronecta scholtzi</i>		7
<i>Micronecta</i> sp.		22
<i>Microvelia reticulata</i>		2
<i>Microvelia</i> sp.		2
<i>Notonecta</i> sp.		3
<i>Plea minutissima</i>		2
<i>Ranatra linearis</i>		1
<i>Sigara nigrolineata</i>		5
<i>Sigara semistriata</i>		2
<i>Sigara lateralis</i>	170	
<i>Sigara</i> sp.	40	
<i>Sigara striata</i>	11	
Megaloptera (Schlammfliegen)		
<i>Sialis</i> sp.		1
Trichoptera (Köcherfliegen)		
<i>Agrypnia pagetana</i>		8
<i>Ecnomus tenellus</i>		1
<i>Mystacides longicornis</i>		1
<i>Oecetis furva</i>		2
Phryganeidae		1

In beiden Gewässern gemeinsam kamen lediglich 13 Arten vor. Die faunistische Ähnlichkeit gemessen mit dem Jaccard-Index war deshalb mit 0.163 ziemlich tief.

Die Diversität nach Simpson (1-D) ist im Lachen mit 0.786 kleiner als im Ancien Bras mit 0.896 (Tabelle 9). Die Diversität gemessen als Shannon-Index ist im Lachen mit 1.851 ebenfalls tiefer als im Ancien Bras mit einem Wert von 2.796.

Tabelle 9: Diversitätsparameter des Makrozoobenthos in den beiden untersuchten Gewässern: Taxareichtum, Simpson-Index (1-D) und Shannon-Index.

Gewässer	Lachen	Ancien Bras
Taxareichtum	18	53
Simpson-Index (1-D)	0.786	0.896
Shannon-Index	1.851	2.796

3.8 Gefäßpflanzen

An den beiden untersuchten Gewässern wurden 22 Gefäßpflanzenarten mit einer engen Bindung an aquatische Lebensräume aufgenommen.

Während im Lachen sechs Arten vorkamen, waren es am Ancien Bras insgesamt 19 Arten (Tabelle 10).

Bemerkenswert sind die submersen Wasserpflanzen (Hydrophyten) *Chara vulgaris* und *Najas marina*, von denen die letztere in der Roten Liste des Elsass als potenziell gefährdet (NT) eingestuft ist (Vangendt et al. 2014).

Tabelle 10: Anzahl Gefässpflanzennachweise in den Bereichen des Lachens und des Ancien Bras, an denen faunistische Untersuchungen durchgeführt wurden.
*: Einstufung als NT in Roter Liste Elsass.

Art / Taxon	Lachen	Ancien Bras
<i>Agrostis stolonifera</i>		2
<i>Calamagrostis epigejos</i>		3
<i>Cardamine amara</i>		1
<i>Carex elata</i>		6
<i>Carex</i> sp.	4	4
<i>Chara vulgaris</i>		3
<i>Deschampsia cespitosa</i>		2
<i>Equisetum hyemale</i>		2
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1	
<i>Evonymus europaeus</i>	2	
<i>Galium palustre</i>		4
<i>Humulus lupulus</i>	2	
<i>Hypericum tetrapterum</i>		2
<i>Juncus articulatus</i>		3
<i>Juncus bufonius</i>		2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	1	1
<i>Lythrum salicaria</i>		4
<i>Molinia arundinacea</i>		3
<i>Najas marina</i> *		1
<i>Phragmites australis</i>	5	9
<i>Ranunculus sceleratus</i>		1
<i>Scutellaria galericulata</i>		4

Auf einen detaillierteren Vergleich der Gefässpflanzen- und der Armleuchteralgenbestände der beiden Gewässer wird aufgrund des nur orientierenden Charakters der floristischen Untersuchungen verzichtet.

4 Bewertung des ökologischen Zustands des Lachens und Ursachenanalyse

Die erhöhten Nitritwerte im Lachen verglichen mit dem Ancien Bras weisen darauf hin, dass die Nitrifikation im Frühling unvollständig abläuft. Dies kann einerseits auf die schlechte Sauerstoffversorgung und/oder auf tiefere Temperaturen zurückzuführen sein (Dodds & Whiles 2010). Die Grössenordnung der Nitritkonzentrationen war vergleichbar mit jenen in den Untersuchungen von Bertram (1994), der die erhöhten Nitrit-Werte ebenfalls auf anaerobe Verhältnisse zurückführte. Die Nitratkonzentration in der gleichen Jahreszeit ist tief und in der umfassenden Studie von Bertram (1994) mit erhöhten Ammoniumwerten und einer geringen Sauerstoffkonzentration korreliert. Aufgrund der aktuell hohen Nitritwerte kann davon ausgegangen werden, dass im Lachen nach wie vor bedeutende Sauerstoffdefizite auftreten.

Die als orientierende Beprobung ermittelten Werte deuten demnach darauf hin, dass sich der physikalisch-chemische Zustand des Lachens in den letzten 30 Jahren nur unwesentlich verändert hat. Trotz des gebauten Regenrückhaltebeckens gelangt nach wie vor ungereinigtes Abwasser aus der Kanalisation in den Kanal und den Lachen, was Feststoffrückstände an den Sträuchern und im Wasser deutlich belegen.

Der Vergleich der Vorkommen hauptsächlich landbewohnender Reptilien verdeutlicht, dass die Fauna an den beiden untersuchten Standorten vergleichbar ist und in erster Linie von der Struktur am Ufer und im Umland abhängt. Obwohl kein Fischbestand vorhanden ist, findet die Ringelnatter als Reptilienart auch am Lachen genügend Nahrung, vermutlich vor allem Wasserfrösche.

Stehende Gewässer erbringen einerseits eine ökologische Dienstleistung, indem verschiedene landbewohnende Tierarten wie zum Beispiel Vögel oder Fledermäuse in einem hohen Ausmass auf die geflügelten Adultstadien von Wasserinsekten als Nahrung angewiesen sind (z.B. Fehlinger et al. 2023). Andererseits bestimmt das Umland die Attraktivität eines Gewässers für die Besiedlung durch Wasserinsekten oder Landtiere mit amphibischer Lebensweise.

Das Fehlen von grösseren Unterschieden der Adultbestände der Amphibien zwischen Lachen und Ancien Bras kann wohl mit ihrer Wanderaktivität erklärt werden. Im Röhrich- und Gehölzbestand in den nördlichen Bereichen des Lachens fanden Laubfrösche einen idealen Ort für ihr Balzgeschäft (Stumpel 1993, Pettelt et al 2006). Das Fehlen von Amphibienlarven im Lachen zeigt jedoch, dass trotz attraktiver Strukturen im Uferbereich aktuell keine erfolgreiche Fortpflanzung der Amphibien erwartet werden kann.

Im Gegensatz zu den amphibisch lebenden Tiergruppen zeigten sich bei den ganzjährig im Wasser lebenden Arten grosse Unterschiede zwischen

Lachen und Ancien Bras. Von den kiemenatmenden Gruppen wie den Fischen, Flohkrebse, Eintagsfliegen, Schlammfliegen und Köcherfliegen fehlten im Lachen jegliche Nachweise, während bei den Käfern und Wanzen, die den Sauerstoff aus der Luft aufnehmen, sowie den Schnecken mehr Arten/Taxa im Ancien Bras vorkamen. Ruderwanzen-Arten wie *Sigara striata* gelten als tolerant gegenüber hohen Temperaturen und hoher Salinität (Carbonell 2017, Hädicke et al. 2017, Klecka 2014). Zudem sind die nur im Ancien Bras vorkommenden *Sigara semistriata* und *S. nigrolineata* mit höheren Sauerstoffkonzentration und geringere Nitritkonzentrationen assoziiert als *S. striata* und *S. lateralis*, die nur im Lachen nachgewiesen wurden (Lock et al. 2013).

Die an der Wasseroberfläche lebenden Arten wie Wasserläufer oder Stabwanzen nehmen den Sauerstoff direkt oder über ein Atemrohr aus der Luft auf. Rückenschwimmer nehmen einen Luftvorrat als Adulte und Larven in einer Haarleiste auf der Körperunterseite bei ihren Tauchgängen mit. Ruderwanzen hingegen tragen nur als Adulte ein Luftpolster unter den Flügeln mit sich. Ihre Larven nehmen den Sauerstoff direkt über die Körperoberfläche auf. Im Larvenstadium hat deshalb die Konzentration von gelöstem Sauerstoff im Wasser einen wichtigen Einfluss auf die Lebensbedingungen. Da *Sigara lateralis* und *S. striata* im Gegensatz zu den anderen Ruderwanzenarten im sauerstoffarmen Lachen in Massen auftreten, dürften sie besonders tolerant gegenüber Gewässerbelastungen und damit einhergehendem Sauerstoffmangel sein. Für das ausschliessliche Vorkommen vieler Wasserwanzenarten mit Bindung an die Wasseroberfläche dürfte zur Hauptsache ein höheres Strukturangebot im Ancien Bras verantwortlich sein.

Bei den Käfern, die als Larven und Adulte ebenfalls atmosphärischen Sauerstoff atmen, ist kein klarer Unterschied bei der Besiedlung der beiden verglichenen Gewässer zu erkennen.

Bei der Köcherfliegenart *Oecetis furva* scheint die starke Bindung an untergetauchte Wasserpflanzen für das Fehlen im Lachen verantwortlich zu sein (Hering & Schmidt-Kloiber 2024), während bei den übrigen Köcherfliegenarten, die sich mehrheitlich auf dem Sediment aufhalten, auch chemische-physikalische Parameter für das Fehlen von Larven im Lachen verantwortlich sein dürften.

Bei den Libellen zeigt sich diese Situation sehr klar. Adulte Libellen, die auf der Suche nach Fortpflanzungsgewässern sind, werden (wie andere Wasserinsektengruppen) in erster Linie von der Struktur am Gewässerufer und den Lichtreflexmustern auf der Wasseroberfläche angelockt (Wildermuth & Küry 2009). Während die Adulttiere am Lachen ein ungestörtes Fortpflanzungsverhalten zeigen, konnte im Lachen im Gegensatz zum Ancien Bras nur eine einzige kiemenatmende Larve gefunden werden.

Die Untersuchungen der adulten Libellen und übrigen Wasserinsekten wie den ganzjährig im Gewässer lebenden Wirbellosen zeigt, dass der Lachen für viele Wasserinsekten, und auch für Amphibien, wohl eine ökologische

Falle darstellt. Die geschlechtsreifen Adulttiere werden von den vielfältigen Lebensräumen im Umland, von der Ufervegetation und der Wasseroberfläche angezogen. Doch aufgrund der ungeeigneten chemisch-physikalischen Verhältnisse kann die Larvenentwicklung nicht abgeschlossen werden und der Lebenszyklus wird unterbrochen. Damit geht die wichtige Funktion des Lachens als Fortpflanzungsgewässer für aquatische und amphibische Arten verloren. Zurück bleibt eine stark verarmte Fauna, bestehend aus belastungstoleranten Arten.

Die Ursachen der für viele schützenswerte Arten lebensfeindlichen Situation sind die über lange Jahre andauernden Einleitungen von Abwasser in den Altarm, deren Folgen auf der chemisch analytischen Ebene ausführlich von Bertram (1994) beschrieben sind. Zur Verbesserung der Verhältnisse für die aquatischen und amphibischen Lebensgemeinschaften im Lachen sollten deshalb bezüglich der Abwasserbelastungen und ihrer Folgen entsprechende Massnahmen getroffen werden.

5 Entwicklungsziele für den Lachen

Die Hauptziele einer Entwicklung des Lachens bestehen darin, die Beeinträchtigungen der Wasserqualität zu stoppen, die fortschreitende Verlandung rückgängig zu machen und eine natürliche Entwicklung der Lebensgemeinschaft zu fördern.

Um dieses Ziel zu erreichen, sollten die folgenden operativen Ziele umgesetzt werden:

- (1) Die Einleitung von Abwasser aus der Kanalisation resp. dem Regenrückhaltebecken in den Lachen wird unterbunden.
- (2) Die belasteten Sedimente im Lachen werden entfernt und entsprechen bezüglich ihrer Qualität der Situation in unbelasteten Altarmen vergleichbarer Sukzessionsstadien.
- (3) Die Hälfte der Röhrichtfläche im Lachen im nördlichen und südlichen Bereich wird mitsamt den Rhizomen entfernt, um die Verlandung aufzuhalten resp. rückgängig zu machen.

Mit diesen Massnahmen werden die Bedingungen für die aquatischen Lebensgemeinschaften verbessert und eine erfolgreiche Fortpflanzung ermöglicht.

Nach einer Sanierung des Lachens wird sich als überprüfbares faunistisches Ziel eine Lebensgemeinschaft entwickeln, die folgende Eigenschaften aufweist:

- Eine Population des Laubfrosches pflanzt sich im Lachen wieder fort.
- Mindestens acht Libellenarten pflanzen sich im Lachen erfolgreich fort und sind regelmässig als Adulttiere oder als Larven nachzuweisen. In einem zweiten Schritt ist der Bestand mit jenem im Ancien Bras vergleichbar.
- Im Lachen pflanzen sich mindestens vier Köcherfliegenarten erfolgreich fort.
- Zu den beiden vorkommenden Ruderwanzenarten entwickeln sich im Lachen mindestens fünf weitere Wasserwanzenarten.

6 Massnahmenvorschläge

Die oben genannten Ziele können mit einer Reihe von Massnahmen umgesetzt werden. Eine Erfolgskontrolle soll das Erreichen der Ziele und die weitere Entwicklung überprüfen, um allenfalls korrigierend einzugreifen.

Als Grundvoraussetzung gilt es, zu beachten, dass die Massnahmen in einem geschützten und empfindlichen Gebiet stattfinden. Bei der Planung der Sanierungsmassnahmen soll deshalb sorgfältig abgeklärt werden, ob die Ausführung der Massnahmen seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenarten im Lachen selbst und in den benachbarten terrestrischen Lebensräumen beeinträchtigt oder stört. Als Grundprinzip sind diejenigen Massnahmen mit den geringsten negativen Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften zu wählen.

6.1 Sanierung der Entlastungen aus dem Regenrückhaltebecken

Für eine Sanierung der nach Starkregenereignissen auftretenden Entlastungen von ungereinigtem Abwasser in den Lachen gibt es zwei Möglichkeiten: (1) Das Becken könnte so vergrössert werden, dass auch bei zunehmendem Abwasseranfall im Ereignisfall die gesamte Wassermenge zurückgehalten wird. (2) Es könnte eine Leitung in den Rhein realisiert werden, die das ungereinigte Abwasser im Ereignisfall direkt in den Rhein resp. den Grand Canal d'Alsace leitet. Für beide Varianten müssten die technischen und politischen Umsetzungsmöglichkeiten mit Fachpersonen abgeklärt werden.

Bei der Sanierung des Lachens sind sowohl die sachgerechte und der Situation angepasste Entnahme der belasteten Sedimente (Bodenschlamm) (s. Kap. 6.2.1 und 6.2.2) als auch die anschliessende Entsorgung des entfernten Materials (s. Kap. 6.2.3) die zentralen Herausforderungen. Die Varianten 1 und 2 können getrennt, aber auch in Kombination angewendet werden.

6.2 Entfernung der Sedimente

6.2.1 Variante 1: Ausbaggern

Das Entfernen von belasteten Sedimenten mit Hilfe von Schaufelbaggern ist eine traditionelle Methode der Weiherrevitalisierung (Abbildung 6). Durch die vollständige mechanische Entfernung des Schlammes wird stellenweise der ursprüngliche Kiesgrund des Lachens freigelegt, was den Anschluss ans Grundwasser ermöglicht

Da zu erwarten ist, dass der Lachen immer partiell vom Grundwasser gespeist wird, muss während des Ausbaggerns der Wasserstand abgesenkt sein. Zu diesem Zweck muss das Wasser abgepumpt werden. Unter diesen Voraussetzungen kann der Gewässergrund befahren werden.

Um trotz artenarmer Besiedlung die Beeinträchtigungen möglichst tief zu halten, ist das Ausbaggern auf das Winterhalbjahr zu terminieren und das Befahren der Sedimente möglichst zurückhaltend auszuführen. Technische Voraussetzungen sind sorgfältig abzuklären und die Auswirkungen auf die benachbarten geschützten Gebiete sind möglichst klein zu halten.

Als Zielzustand muss das Sukzessionsstadium definiert werden, das mit den Massnahmen angestrebt wird (z.B. Pionierstadium, frühes oder mittleres Sukzessionsstadium). Es bleibt deshalb abzuklären, in welchem Ausmass die Verlandungszone mit dem ausgedehnten Schilfgürtel entfernt und im Uferbereiche wie zum Beispiel am Prallhang auch Pionierlebensräume geschaffen werden sollen.

Das Absenken des Wasserspiegels und Schutzmassnahmen während der Bauarbeiten sowie provisorische Installationen zur Zwischenlagerung der Sedimente stellen grosse Herausforderungen dar und müssen sorgfältig geplant und ausgeführt werden.



Abbildung 6: Beispiel des Ausbaggerns der Sedimente nach dem Ablassen des Wassers im Weiher bei Bad Schauenburg oberhalb Liestal (Foto: Kury, Life Science).

6.2.2 Variante 2: Absaugen der Sedimente

Wo ein hohes Risiko von Schäden im Umfeld besteht, werden oft Saugbagger eingesetzt, um die Sedimente zu entfernen und einen Austausch zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser wiederherzustellen. Neben landbasierten Pumpaggregaten kommen auch amphibische oder schwimmende Saugbagger zum Einsatz (Abbildung 7). Die oberste Schicht des Sediments wird dabei durch einen an einem Hebelarm befestigten Saugkopf entfernt. Über eine schwimmende Leitung/Schlauch wird das Sediment zu einem Entwässerungsplatz (Abbildung 9) gepumpt.

Das Absaugung des Schlammes kann ohne Wasserstandsabsenkung erfolgen, doch stellen sich vergleichbare Fragen bezüglich der Zugänglichkeit des Gewässers wie beim Ausbaggern. Amphibische oder schwimmende Saugbagger benötigen eine Stelle zum Einwassern.

Soll gleichzeitig der Bereich mit Schilfröhricht verkleinert werden, sind in einem zweiten Arbeitsgang die Sedimente und Rhizome in der Verlandungszone zu entfernen.



Abbildung 7: Beispiel eines amphibischen Schlamm-saugers im Einsatz im Wenkenpark in Riehen (Foto: Kury, Life Science).

6.2.3 Behandlung und Entsorgung der Sedimente

Die anfallenden Sedimente bestehen zur Hauptsache aus Wasser, enthalten jedoch einen hohen Anteil organischen oder anorganischen Materials von unterschiedlicher Grösse. Das Bagger- oder Sauggut könnte entweder in unmittelbarer Nachbarschaft ausgebracht oder zur Entsorgung abtransportiert werden. Welche Möglichkeit zu realisieren ist, kann erst auf der Basis einer chemischen Analyse der Sedimente entschieden werden. Bei Gewässern mit einem Anschluss an Entwässerungsanlagen – wie dies beim Lachen der Fall ist – entscheidet eine chemische Schadstoffuntersuchung auf Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, wie mit dem Schlamm weiter verfahren wird.



Abbildung 8: Ausbringen von nicht kontaminierten Weihersedimenten auf benachbarten Wiesen im Rahmen einer Weihersanierung.

Wird die gesetzlich zulässige Kontamination nicht überschritten, können alle oder ein Teil der Sedimente auf benachbartem Landwirtschaftsland ausgebracht (Abbildung 8) oder vor Ort kompostiert werden. Überschreiten die Schadstoffkonzentrationen die gesetzlichen Grenzwerte, müssen die Sedimente abtransportiert und an einem anderen Ort fachgerecht entsorgt werden. Mögliche Verfahren sind eine Nachbehandlung in der benachbarten Kläranlage, die Entsorgung des Materials auf einer Deponie oder die Verbrennung in einem entsprechend ausgerüsteten Ofen.

Zum Ausbringen unkontaminierter Sedimente auf den benachbarten Landwirtschaftsflächen wird der Oberboden abgetragen und in einer Zwischendeponie gelagert. Auf dem Unterboden wird der Schlamm im nassen Zustand ausgebracht (Abb. 8), und nach dem Abtrocknen wird der Oberboden wieder auf der Fläche verteilt.

Zur Kompostierung wird das Sediment, allenfalls zusammen mit zusätzlichem organischem Material, an einer zu definierenden Fläche ausgebracht. Nach dem Verrottungsprozesse kann der reife Kompost auf den angrenzenden Landwirtschaftsflächen ausgebracht oder abtransportiert werden.

Ist für die Entsorgung der Sedimente ein Transport vorgesehen, werden die Sedimente mit Hilfe von Geotubes (Filtersäcke aus Geotextil) entwässert, bis sie stichfest sind (Abbildung 9). Falls das aus den Geotubes austretende Wasser belastet ist, muss es aufgefangen und einer Abwasserreinigungsanlage zugeführt werden.



Abbildung 9: Beispiel eines Entwässerungsplatzes, auf dem Sedimente mit Geotubes entwässert werden (Foto: Umwelt Aargau, Nr. 94 Januar 2024).

Getrockneter Schlamm besitzt einen hohen Anteil der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor und eignet sich als Ackerdünger, sofern er nicht mit Schadstoffen belastet ist. Da der Lachen direkt mit dem Abwasserbauwerk

in Kontakt steht, dürften die Voraussetzung für ein Ausbringen auf Landwirtschaftsflächen nicht gegeben sein.

Falls der Schlamm voraussichtlich wegen zu hoher Schadstoffbelastung weder auf Ackerflächen ausgebracht noch vor Ort kompostiert werden kann, müsste er zur Entsorgung in eine örtliche Deponie überführt werden. Hierfür gelten die Anforderungen an die Abfälle zur Ablagerung in der Deponie. Diesbezüglich sind etwaige Genehmigungen und Möglichkeiten abzuklären.

Belasteter Schlamm kann auch in Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA), Schlammverbrennungsanlagen (SVA) oder in Kohlekraft- und Zementwerken entsorgt werden. Der Schlamm muss dazu einen minimalen Anteil an organischem Material aufweisen.

Mit einer Fläche von rund 9570 m² und einer durchschnittlichen Mächtigkeit der Schlammschicht von etwa 0,35 m (Bertram 1994) ergibt sich beim Lachen theoretisch ein Nassschlammvolumen von etwa 3'350 m³.

6.3 Grobe Kostenschätzung

Da die Behandlung der Sedimente, die Zulässigkeit und der Umfang von Baustelleneinrichtungsflächen/Zuwegungen/Entwässerungsplatz (z.B. Rodungsarbeiten für Bautrassee) sowie der Einsatz der Gerätschaften noch nicht geklärt sind, ist derzeit keine detaillierte Kostenschätzung möglich.

Die Kosten für die Entnahme von Sedimenten, die Aufbereitung und den Transport sowie die Verwertung bzw. die Entsorgung belaufen sich gemäss älteren Angaben aus der Schweiz bei unbelasteten Sedimenten auf 50-70 Fr. / m³, bei schwach belasteten Sedimenten von Fr. 70-80 / m³ und bei stärker belasteten Sedimenten auf Fr. 90-130 / m³ (AWEL 2003). Bei einem Schlammvolumen von 3'350 m³ ist deshalb mit Gesamtkosten zwischen Fr. 170'000.- und Fr. 450'000.- zu rechnen. Nicht enthalten sind die Kosten für die Einrichtung von Bauflächen und Zuwegungen aufgrund erswerter Zugänglichkeit. Die Preise dürften sich jedoch in den zurückliegenden 20 Jahre erhöht haben.

Ein vergleichbares Beispiel aus dem Jahr 2020 weist allein für die Entnahme und Entsorgung unbelasteter Sedimente aus einem Altarm der Reuss (Kanton Aargau, Schweiz) Kosten inkl. Materialverwertung von Fr. 590'000.- aus. Mit den weiteren Kosten für Projektierung, Terrainmodellierungen und Sandfang beliefen sich dort die Gesamtkosten auf über 1 Million Franken.¹

¹ "Stille Reuss" Reaktivierung und Aufwertung Stillgewässer. Online-Abfrage am 06.02.2024
https://www.fischbach-goeslikon.ch/wp-content/uploads/Kurzbeschreibung-Ortsbuergergemeinde_2020.04.02.pdf

7 Evaluation der Massnahmen und Empfehlungen

Bei einer Entwicklung ohne Sanierung kann aufgrund der anhaltenden Beeinträchtigung der Wasserqualität und der fortschreitenden Verlandung keine positive Entwicklung für den Lachen prognostiziert werden. Aus diesem Grund sind eine Reihe von Massnahmen zur Erreichung der Entwicklungsziele vorzusehen.

Die Ausführung der Massnahmen hat Auswirkungen auf die folgenden Bereiche der Umwelt: Wasserqualität, Vegetation/Flora, Tiere/Fauna, gesamtes Schutzgebiet am Kirchenerkopf. Eine Einschätzung der Intensität dieser Auswirkungen ist in der Matrix in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Kurzfristige (während der Bauarbeiten) Folgen und langfristige Auswirkungen der vorgeschlagenen Massnahmen zur ökologischen Aufwertung des Lachens. Auswirkungen: -: negativ, o: indifferent, + gut, ++: sehr gut, +++: optimal.

	Auswirkungen Wasserqualität		Vegetation/Flora		Tiere/Fauna		Schutzgebiet	
	kurzfristig	langfristig	kurzfristig	langfristig	kurzfristig	langfristig	kurzfristig	langfristig
Ohne Massnahmen	-	-	-	-	-	-	-	-
Abwassereinleitung unterbinden	++	+++	+	+	o	+	o	o
Sedimente baggern	+	++	++	+++	++	+++	-	+
Sedimente Saugbagger	+	++	++	+++	++	+++	o	+
Zurückdrängen Röhricht	o	o	++	+++	++	+++	+	++
Summe der Massnahmen'	++	+++	++	+++	++	+++	++	+++

Die beiden Verfahren Schaufelbagger oder Saugbagger unterscheiden sich bezüglich der Auswirkungen auf das gesamte Schutzgebiet, weil der Platzbedarf für die Installationen und Baustelleneinrichtung unterschiedlich ist. Diese Evaluation geht davon aus, dass die Sedimente aus dem Gebiet entfernt werden und keinerlei negative Folgen für die Qualität der Lebensräume Schutzgebiet auftreten.

Mit den folgenden Empfehlungen ist eine erfolgreiche Entwicklung zum Erreichen der Ziele möglich:

- Als wichtigste Massnahme ist die weitere Zuleitung von ungereinigtem Abwasser in den Lachen zu verhindern.
- Mit dem Entfernen der Sedimente werden die Lebensbedingungen für die Pflanzen- und Tierarten auf lange Sicht optimiert.
- In Kombination mit einem Entfernen der Schilfrhizome wird die Röhrichtzone verkleinert und zusätzlich auch der Prozess der fortschreitenden Verlandung zurückgesetzt.

8 Ausblick, weitere Schritte

Auf der Basis der im Bericht vorgeschlagenen Massnahmen sollten verschiedene Evaluationen vorgenommen werden, die folgende Schritte umfassen:

- Überprüfung und allenfalls Anpassung der vorgeschlagenen Entwicklungsziele.
- Kontaktaufnahme mit den Betreibern der Abwasserreinigungsanlage Village-Neuf und Abklärung der Möglichkeiten einer Sanierung der Belastungssituation im Zuleitungskanal zum Lachen sowie der Ableitung des Überlaufs aus dem Regenrückhaltebeckens direkt in den Grand Canal d'Alsace.
- Untersuchungen allfälliger Belastungen der Sedimente im Lachen und Abklärungen der Möglichkeiten zur Entsorgung der Sedimente.
- Formulierung eines Sanierungskonzepts für den Lachen mit den Zielen der Entfernung der Sedimente und der Entnahme der Schilfrhizome zum Zurücksetzen des Verlandungsprozesses.
- Ausführungsplanung und Umsetzung der Sanierungsmassnahmen für den Lachen.

9 Literaturverzeichnis

- Albrecht, K., Hör, T., Henning, F. W., Töpfer-Hofmann, G., Grünfelder, C. 2013. Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen im Zusammenhang mit landschaftsplanerischen Fachbeiträgen und Artenschutzbeitrag. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 02.0332/2011/LRB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Schlussbericht Dezember 2013.
- Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL). Baudirektion Kanton Zürich. 2003. Entsorgung von Sedimenten aus Stauhaltungen. Grundlagebericht Kurzversion. 23 p.
- Bertram, A. 1994. Der Lachen, ein totes Auengewässer am Oberrhein. Diplomarbeit, Universität Basel.
- Blanke, I. 2006. Effizienz künstlicher Verstecke bei Reptilienerfassungen: Befunde aus Niedersachsen im Vergleich mit Literaturangaben. Zeitschrift für Feldherpetologie, 13, pp.49–70.
- Carbonell, J A; Bilton, D T; Calosi, P; Millan, A; Stewart, Alan; Velasco, J (2017). Metabolic and reproductive plasticity of core and marginal populations of the eurythermic saline water bug *Sigara selecta* (Hemiptera: Corixidae) in a climate change context. University of Sussex. Journal contribution. <https://hdl.handle.net/10779/uos.23439809.v1>
- Dodds W. K. & Whiles M. R. 2010: Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications of Limnology, Elsevier, Amsterdam 811 pp.
- Durrer, H. (o. J.). Projet ambitieux: Restauration du bras mort « Lachen ». Power Point, PDF.
- Fehlinger L., Misteli B., Morant D., Juvigny-Khenafou, N., Cunillera-Montcusí D., Chaguaceda F., Stamenković O., Fahy J., Kolář V., Halabowski D., Nash L.N., Jakobsson E., Nava V., Tirozzi P., Urrutia Cordero P., Mocq J., Camacho Santamans A., Zamora-Marín J. M., Marle P., Chonova T., Bonacina L., Mathieu-Resuge M., Suarez E., E. Osakpolor S., Timoner P., Evtimova V., Nita D., Carreira B.M., Tapolczai K., Martelo J., Gerber R., Dinu V., Henriques J., Selmečzy G. B. & Rimcheska B. (2023) The ecological role of permanent ponds in Europe: a review of dietary linkages to terrestrial ecosystems via emerging insects, *Inland Waters*, 13:1, 30–46.
- Hachtel, M., Schlüpmann, M., Theismeier, B., Weddeling, K. 2009a. Methoden der Feldherpetologie, Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 15. Doeringhaus, A. et al., 2005. Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Naturschutz und Biologische Vielfalt 20, p.449.
- Hachtel, M., Schmidt, P., Brocksieper, U., Roder, C. 2009b. Erfassung von Reptilien – eine Übersicht über den Einsatz künstlicher Verstecke (KV) und die Kombination mit anderen Methoden. In M. Hachtel et al., eds. Methoden der Feldherpetologie. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 15, pp. 85–134. Available at: http://www.biostation-bonn.de/_con02/upload/downloads/Methoden-Feldherpetologie-Hachtel_et_al.pdf.
- Hädicke, C. W., Redei D., Kment P. (2017). The diversity of feeding habits recorded for water boatmen (Heteroptera: Corixoidea) world-wide with implications for evaluating information on the diet of aquatic insects. *European Journal of Entomology* 114: 147-159.

- Indermuehle, N., Angélibert S., Oertli, B. 2008. IBEM: Indice de Biodiversité des Etangs et Mares.
- Manuel d'utilisation. Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier, Genève. 33 p.
- Klecka, J. (2014). The role of a water bug, *Sigara striata*, in freshwater food webs. *PeerJ* 2: e389.
- Küry D. & J. Christ 2010: Libellenfauna und Libellenschutz im Kanton Basel-Stadt (Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 12: 105–118.
- König, C. 1982. *Wegweiser durch die Natur - Vögel Mitteleuropas*. Verlag Das Beste Stuttgart.
- Lock K., Adriaens T., Van De Meutter F., Goethals P. (2013). Effect of water quality on waterbugs (Hemiptera: Gerromorpha & Nepomorpha) in Flanders (Belgium): results from a large-scale field survey. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 49(2): 121-128.
- Müller D. 2024: Pflege von Weihern und Altarmen, *UmweltAargau* 94:11–14.
- Pellet, J., Rechsteiner, L., Skrivervik, A. J., Zürcher, J. F., N. Perrin 2006. Use of the Harmonic Direction Finder to study the terrestrial habitats of the European tree frog (*Hyla arborea*). *Amphibia-Reptilia* 27:138–142.
- Reiss T. 1991: Die Libellenfauna der Petite Camargue Alsacienne. *Bulletin de la CINA*, unveröff. Manuskript
- Reiss T. & J. Christ 1981: Artenliste der Libellen im Jahre 1981 (Morgenweide, Village-Neuf, Kirchenerkopf, Pisciculture). unveröff. Photokopie 2 pp.
- Rust C. 2004: Petite Camargue Alsacienne y– Libellenparadies in der südlichen Oberrheinebene. *Mercuriale* 4: 2–5.
- Schmidt B. 1993: Ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna der Petite Camargue Alsacienne 1993: speziell der Sumpf-Heidelibelle unter Berücksichtigung der Vegetation und der Hydrodynamik. *Berichte Forschungsstation RANA Petite Camargue Alsacienne* 1993:1–6
- Schlüpmann, M., Kupfer, A. 2009. Methoden der Amphibienerfassung – eine Übersicht. In: Hachtel, M., Schlüpmann, M., Thiesmeier, B., Weddeling, K. (Hrsg.): *Methoden der Feldherpetologie*. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, Supplement 15: 784.
- Schmidt-Kloiber, A. & Hering, D. (eds.) 2024: www.freshwaterecology.info - the taxa and autecology database for freshwater organisms, version 8.0 (accessed on 08.02.2024).
- Stumpel, A. H. P. 1993. The terrestrial habitat of *Hyla arborea*. in A. H. P. Stumpel & U. Tester (ed.) *Ecology and conservation of the European tree frog*. Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen, The Netherlands pp. 47–54
- Vangendt J., Berchtold J.-P., Jacob J.-C., Holveck P., Hoff M., Pierne A., Reduron J.-P., Boeuf R., Combroux I., Heitzler P., Treiber R., 2014. La Liste rouge de la Flore vasculaire menacée en Alsace. CBA, SBA, ODONAT, 96 p. Document numérique.
- Wildermuth H. & D. Küry 2009: Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis, *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz* 31/2009, 1–88.

10 Anhang

Anhang 1: Lage Künstliche Verstecke und Reusen

In Abbildung 10 und Abbildung 11 ist die Lage der einzelnen künstlichen Verstecke bei der Reptilienuntersuchung (KV_1a bis 9a bzw. KV_1b bis 9b) sowie der einzelnen Reusen-Gruppen (drei Reusen pro Gruppe) bei der Amphibien- bzw. Molch-Untersuchung (RF_La1 bis 5 bzw. RF_Re1 bis 5) dargestellt.



Abbildung 10: Lage der künstlichen Verstecke (gräuliche Punkte; KV_1a bis KV_9a) für Reptilien sowie Reusen für Amphibien bzw. Molche (rosa Punkte; RF_La1 bis RF_La5) im Lachen.

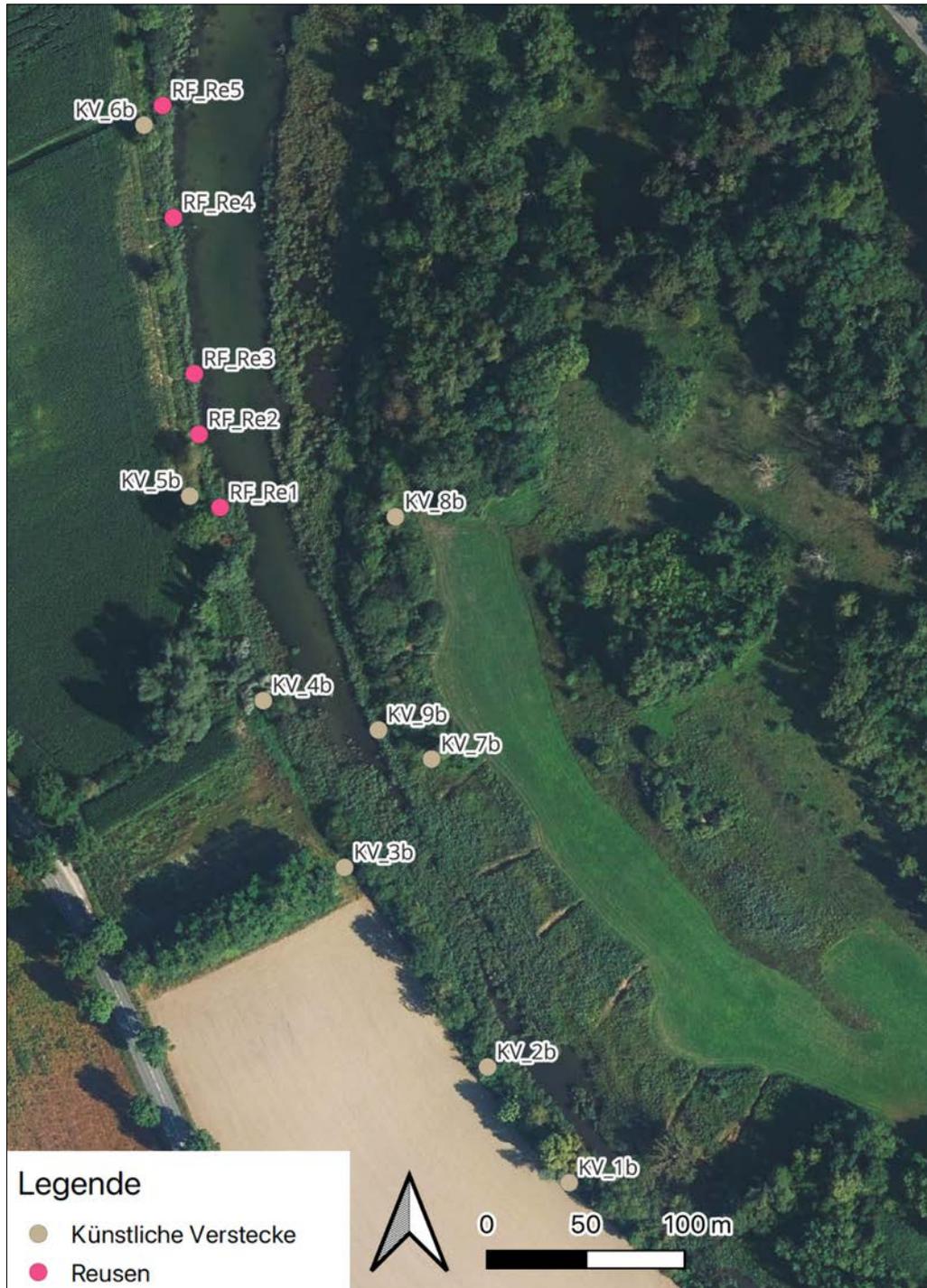


Abbildung 11: Lage der künstlichen Verstecke (gräuliche Punkte; KV_1b bis KV_9b) für Reptilien sowie Reusen für Amphibien bzw. Molche (rosa Punkte; RF_Re1 bis RF_Re5) im Ancien Bras.

Anhang 2: Fotos Wirbeltiere

Nachfolgend werden Aufnahmen im Feld oder im Labor von einzelnen ausgewählten nachgewiesenen Organismen gezeigt.

Amphibien

Während der Amphibien-Begehungen konnten nur adulte und Kaulquappen des Wasserfrosch-Komplexes (Abbildung 12 und Abbildung 13) und ein Laichballen des Grasfrosches (Abbildung 14) fotografiert werden. Die anderen nachgewiesenen Amphibien-Arten wurden verhört.



Abbildung 12: Adulter Wasserfrosch (wahrscheinlich Teichfrosch) im Lachen.



Abbildung 13: Wasserfrosch-Larve mit hellem unscharfem Band zwischen Mund und Auge am Acién Bras.



Abbildung 14: Grasfrosch-Laichballen im Schilfgürtel des Lachen.

Reptilien

Reptilien konnten am Lachen und am Acién Bras mittels Transektbegehungen sowie mit Hilfe künstlicher Verstecke (KV) nachgewiesen werden (Abbildung 15 bis Abbildung 18).



Abbildung 15: Grosses Zauneidechsen-Männchen (*Lacerta agilis*) auf einem Totholz-Stamm am Ufer des Lachen.



Abbildung 16: Zauneidechsen-Männchen (*Lacerta agilis*) in lückiger Vegetation am Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 17: Barrenringelnatter (*Natrix helvetica*) unter künstlichem Versteck (KV) am Lachen. Flanken mit deutlicher schwarzer Barrenzeichnung.



Abbildung 18: Blindschleiche (*Anguis fragilis*) unter künstlichem Versteck (KV) am Lachen.

Fische

Im Acién Bras fanden sich in den Amphibien-Reusen auch vier Fischarten (Abbildung 19 bis Abbildung 22).



Abbildung 19: Junger Karpfen (*Cyprinus carpio*) im Ancien Bras.



Abbildung 20: Schleie (*Tinca tinca*) im Ancien Bras.



Abbildung 21: Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) im Ancien Bras.



Abbildung 22: Juveniler Dreistacheliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) im Ancien Bras.

Vögel

Mit Hilfe von Wildtierkameras konnten unterschiedliche Vogel-Arten am Lachen und am Acien Bras festgestellt werden (Abbildung 23 bis Abbildung 35).



Abbildung 23: Krickente (*Anas crecca*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 24: Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 25: Ringeltaube (*Columba palumbus*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.

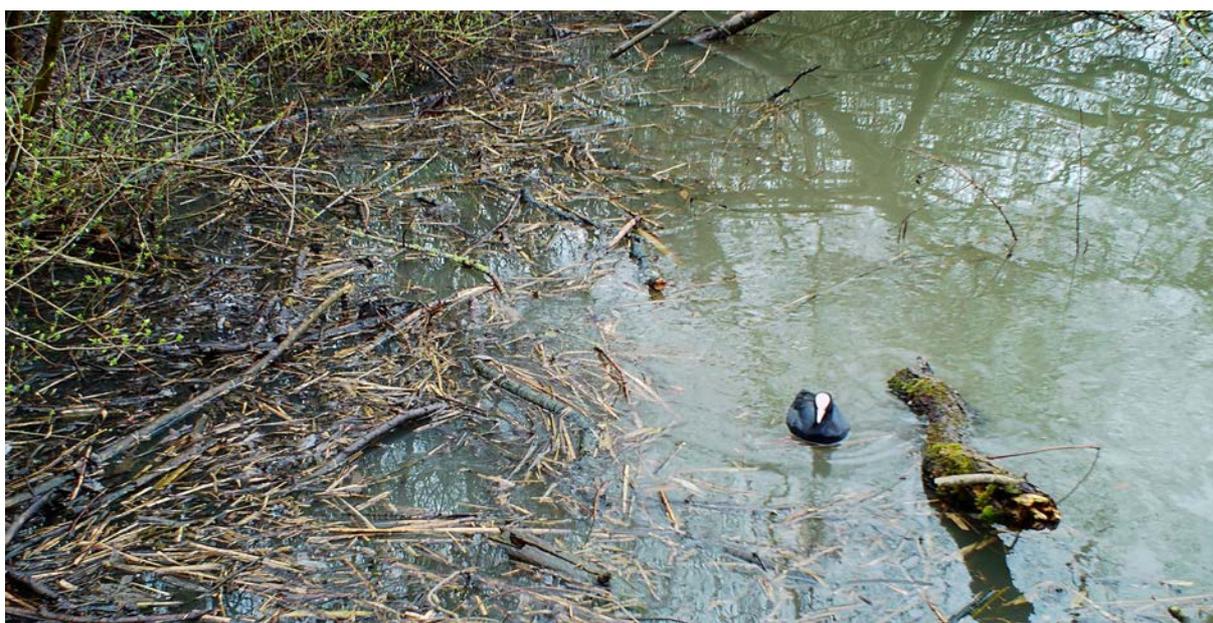


Abbildung 26: Blässhuhn (*Fulica atra*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 27: Graugans (*Anser anser*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 28: Fliegender Graureiher (*Ardea cinerea*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 29: Rabenkrähe (*Corvus corone*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 30: Graureiher (*Ardea cinerea*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 31: Seidenreiher (*Egretta garzetta*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 32: Eisvogel (*Alcedo atthis*) im Flug vom westlichen Ufer des Ancien Bras aus fotografiert.

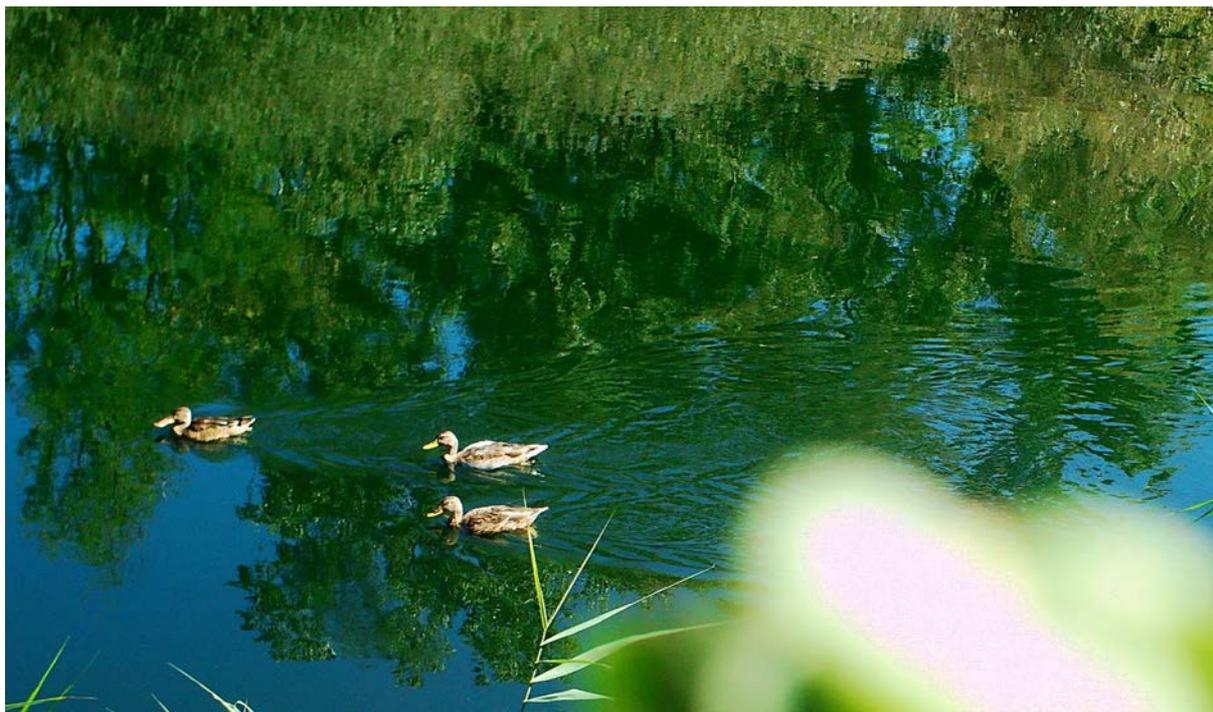


Abbildung 33: Löffelente (*Spatula clypeata*) und zwei Stockenten (*Anas platyrhynchos*) am Ancien Bras vom westlichen Ufer aus fotografiert.



Abbildung 34: Reiherenten-Weibchen (*Aythya fuligula*) am Ancien Bras vom westlichen Ufer aus fotografiert.



Abbildung 35: Schnatterenten (*Mareca strepera*) am Acien Bras.

Säugetiere

Mit Hilfe von Wildtierkameras konnten unterschiedliche Säugetier-Arten am Lachen und am Acien Bras festgestellt werden (Abbildung 36 bis Abbildung 42).



Abbildung 36: Rehbock (*Capreolus capreolus*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 37: Wildschwein (*Sus scrofa*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 38: Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 39: Europäischer Dachs (*Meles meles*) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 40: Marder (*Martes* sp.) am östlichen bewaldeten Ufer des Lachen.



Abbildung 41: Bismarotte (*Ondatra zibethicus*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.



Abbildung 42: Reh (*Capreolus capreolus*) am östlichen Ufer des Ancien Bras.