



WASSERPFLANZEN im MURTENSEE



PLANTES AQUATIQUES du LAC DE MORAT

LA FLORE AQUATIQUE DU LAC DE MORAT

1. LAC DE MORAT - HISTOIRE

Histoire de la Terre, premières traces de peuplement, voies de communication, pêche, habitat sur les rives des lacs

2. LAC DE MORAT - ÉCOLOGIE

Trophie - teneur en nutriments dans le lac, zonage des rives du lac

3. SUCCESSION DE PLANTES DE LA TERRE À L'EAU

Zone de roseaux, zone de feuilles flottantes, zone de chénopodes, zone de charophytes

4. FLORE AQUATIQUE DU LAC DE MORAT

Conservation des espèces appliquée, conservation des espèces en Suisse, présence de macrophytes en fonction de la qualité de l'eau - quand apparaissent quelles espèces de macrophytes? Destruction que personne ne voit

5. CONCLUSION

Remerciements

Références bibliographiques





DIE WASSERPFLANZENFLORA DES MURTENSEES

1. MURTENSEE – GESCHICHTE

Erdgeschichte, Frühe Besiedelungsspuren, Verkehrswege, Fischerei, Lebensraum Seeufer

2. MURTENSEE - ÖKOLOGIE

Trophie - Nährstoffgehalt im See, Zonierung der Seeufer

3. PFLANZENABFOLGE VOM LAND INS WASSER

Röhrichtzone, Schwimmblattzone, Laichkrautzone, Zone der Armluchteralgen

4. WASSERPFLANZENFLORA IM MURTENSEE

Angewandter Artenschutz, Artenschutz in der Schweiz, Makrophytenvorkommen abhängig von der Wasserqualität – wann kommen welche Makrophytenarten vor? Zerstörung die niemand sieht

5. FAZIT

Danksagung

Referenzen und weiterführende Literatur



LAC DE MORAT - HISTOIRE

Le Murtensee, Lac de Morat, Lago di Murten, se trouve dans les cantons suisses de Fribourg (Fribourg) et de Vaud (Vaud) et est le plus petit des trois lacs frontaliers du Jura. Son histoire (d'origine) est étroite lié à l'histoire de tout le Seeland.

HISTOIRE DE LA TERRE

Le paysage que nous connaissons aujourd'hui a été façonné par les glaciers qui s'étendaient dans les vallées pendant les glaciaires se sont étendus à travers les vallées jusqu'au Plateau suisse. Sans la force de la glace qui façonne le paysage, il n'y aurait pas de lacs sur le Plateau. Pendant les périodes glaciaires, le glacier du Rhône - avec ses glaciers latéraux - a rempli toute la vallée du Rhône valaisanne d'une masse de glace pouvant atteindre 2000 m d'épaisseur et s'est divisé en deux bras dans la région du lac Léman. L'un de ces bras s'est uni au glacier de l'Aar dans la région de Berne et a recouvert de glace tout l'ouest du Plateau suisse. Pendant la glaciation de Würm, la dernière période de froid, qui a commencé il y a environ 115000 ans et s'est terminée il y a 10000 ans, la plus grande extension des masses de glace s'étendait jusqu'à la région de Wangen an der Aare. Ces glaciers ont façonné les vallées, ont aplani les pentes et entraîné avec eux une grande quantité de matériaux rocheux qu'ils ont déposés à leur extrémité et sur les bords. Les rivières, alimentées par l'eau de fonte des glaciers, ont déposé d'énormes quantités d'alluvions. Le paysage a été inondé, le sens du courant a changé et, non maîtrisés, ils ont ainsi façonné le paysage. Des témoignages de cette époque on trouve partout sur le Plateau suisse. Les trois lacs actuels du pied du Jura, les lacs de Neuchâtel, de Bièvre et de Morat, étaient eux aussi recouverts de masses de glace et ont été façonnés par elles. Après le retrait de la glace, ils sont restés à l'état des eaux stagnantes, avec de vastes étendues d'alluvions comme le Grand Marais, la La plaine de l'Orbe et la Grenchener Witi.

TRACES PRÉCOCES DE COLONISATION

Traversé par la Broye, le lac de Morat fait partie depuis le néolithique - également en raison de son emplacement climatiquement favorable - la région de Morat est l'une des plus densément peuplées de la Suisse. Son nom a évolué au fil du temps, passant de Lacus Muratensis à Lacus Mureto, puis à Lacus Mureti et Lac de Morat. Au tournant du 18e siècle / 19e siècle, le lac était encore appelé Üchtsee. Dans l'Antiquité romaine, le paysage a été profondément transformé. Des canaux ont été construits, l'eau a été retenue et les rivières ont été détournées. A l'époque romaine, il existait par exemple un canal de dérivation de 17 km de long reliant la rive du lac de Morat à Avenches. Pour ce faire, des zones humides ont été drainées et des forêts ont été défrichées. En raison de la déforestation massive, des inondations catastrophiques se sont produites au cours des trois premiers siècles de notre ère. L'impact sur l'environnement est devenu de plus en plus important. Avec l'augmentation de la colonisation permanente, de l'agriculture et de l'élevage, le défrichement des forêts, l'érosion et les rejets d'eaux usées non filtrées à l'époque romaine, trop de nutriments se sont retrouvés dans l'eau et la teneur en oxygène en profondeur a chuté de manière dramatique. Les chercheurs de l'EAWAG en ont trouvé la preuve dans les sédiments du lac de Morat. Ce n'est que lorsque l'Empire romain a commencé à s'effriter au 2e siècle après J.-C. que le lac s'est lentement rétabli. Il a toutefois fallu environ 300 ans pour que l'écosystème se rétablisse en grande partie (Eawag 2018...). Les premières maisons ont été construites sur un sol ferme et n'étaient pas des maisons sur pilotis. Traces de cette époque on trouve de nombreux endroits près des rives du lac et des anciens cours d'eau à Grengmühle, Grenginsel, Merlach, Murten, Muntelier-Village, Muntelier-Steinberg, Galmiz-Chablais, Sugiez-Gare, Bibera, Le Rondet, Praz, Motier, Fischilling, Mur et Guévaux (Hanni... e-periodica...). Les crues catastrophiques,



Photo du haut: Carte du territoire bernois de 1577/78 par Thomas Schoepf. Dietikon : Stocker, 1970-1972. Bibliothèque universitaire de Berne, MUE Kart 402 c, <https://doi.org/10.3931/e-rara-43175/> Public Domain Mark

la montée puis la descente du niveau du lac, un envasement croissant ont régulièrement contraint les hommes à quitter leurs villages sur les rives du lac pour les reconstruire ailleurs, en hauteur. A l'époque de Hallstatt, plus tard à l'âge du fer, le niveau des eaux des trois lacs du pied du Jura était beaucoup plus bas qu'aujourd'hui et les rives des lacs de l'époque se trouvaient à une distance de 600 à 750 m des rives actuelles. C'est pourquoi les vestiges des maisons sur pilotis datant des 5e - 6e siècles avant J.-C. se trouvent aujourd'hui à 2 mètres ou plus sous la surface de l'eau. En 1852, 1876, 1888, 1895 et 1944, des inondations dévastatrices ont eu lieu. Très tôt (et jusqu'à aujourd'hui), des mesures ont été prises dans toute la région de la Broye pour éviter de



Foto oben: Karte des Bernischen Staatsgebietes von 1577/78 von Thomas Schoepf. Dietikon : Stocker, 1970-1972. Universitätsbibliothek Bern, MUE Kart 402 c, <https://doi.org/10.3931/e-rara-43175/> Public Domain Mark

MURTENSEE - GESCHICHTE

Der Murtensee, Lac de Morat, Lago di Murten, liegt in den Schweizer Kantonen Freiburg (Fribourg) und Waadt (Vaud) und ist der kleinste der drei Jurarandseen. Seine (Entstehungs-) Geschichte ist eng mit der Geschichte des gesamten Seelandes verknüpft.

ERDGESCHICHTE

Die Landschaft, so wie wir sie heute kennen wurde geformt durch die Gletscher, welche sich in den Eiszeiten durch die Täler bis hinunter ins Mittelland erstreckten. Ohne die landschaftsgestaltende Kraft

des Eises gäbe es keine Seen im Mittelland. Der Rhonegletscher füllte während der Eiszeiten - zusammen mit seinen Seitengletschern - das gesamte Walliser Rhonetal mit einer bis zu 2000 m dicken Eismasse und teilte sich im Bereich des Genfersees in zwei Arme. Einer dieser Arme vereinigte sich in der Region Bern mit dem Aaregletscher und überdeckte das gesamte westliche Mittelland mit Eis. Während der Würmeiszeit, der letzten Kälteperiode, welche etwa vor 115000 Jahren begann und bis vor 10000 Jahren dauerte, reichte die grösste Ausdehnung der Eismassen bis in die Gegend von Wangen an der Aare. Diese Gletscher formten die Täler aus, schliffen die Hänge flach und führten eine grosse Menge an Gesteinsmaterial mit sich, welches sie an ihrem Ende und an den Rändern ablagerten. Die Flüsse, gespeist durch das Schmelzwasser der Gletscher, lagerten Unmengen von Geschiebe ab, überfluteten die Landschaft, änderten die Fliessrichtung und formten so - ungebändigt wie sie waren - ebenfalls die Landschaft. Zeugnisse aus dieser Zeit findet man überall im Mittelland. Auch die heutigen drei Jurarandseen, Neuenburgersee, Bielersee und Murtensee, waren von Eismassen überdeckt und wurden durch sie geformt. Nach dem Rückzug des Eises blieben sie als stehende Gewässer zurück, zusammen mit weiten Schwemmlandflächen wie das Grosse Moos, die Orbeebene und die Grenchener Witi.

FRÜHE BESIEDLUNGSSPUREN

Von der Broye durchflossen gehört der Murtensee seit dem Neolithikum - auch aufgrund seiner klimatisch günstigen Lage - zu den dicht besiedelten Gebieten der Schweiz. Sein Name wandelte sich im Laufe der Zeit von Lacus Muratensis zu Lacus Mureto zu Lacus Mureti und Lac de Morat. Zur Wende des 18. /19. Jahrhunderts wurde der See noch Üchtsee genannt. In der römischen Antike wurde die Landschaft tiefgreifend umgestaltet. Kanäle wurden

gebaut, Wasser aufgestaut, Flüsse umgeleitet. Zu Zeiten der Römer existierte zum Beispiel ein Stichkanal vom Murtenseeufener nach Avenches, welcher 17km lang war. Hierfür wurden Feuchtgebiete entwässert und Wald gerodet. Aufgrund von massiven Waldrodungen kam es in den ersten drei Jahrhunderten n. Chr. zu Überschwemmungskatastrophen. Die Auswirkungen auf die Umwelt wurden immer grösser. Mit zunehmender Besiedelung, Ackerbau und Landwirtschaft, Waldrodung, Erosion und ungefilterte Abwassereinleitungen zur Römerzeit gelangten zu viel Nährstoffe in das Wasser und der Sauerstoffgehalt in der Tiefe sank dramatisch ab. Beweise hierfür fanden Forscher der EAWAG in Sedimenten des Murtensees. Erst als das römische Reich im 2. Jh. n. Chr. zu bröckeln begann, erholte sich der See langsam wieder. Allerdings dauerte es etwa 300 Jahre bis sich der Murtensee weitgehend erholt hatte. Die ersten Häuser wurden auf festem Boden errichtet und waren keine Pfahlbauten. Spuren aus dieser Zeit findet man an vielen Orten nahe der Seeufer und an den alten Flussläufen bei Grenzmühle, Grennginsel, Merlach, Murten, Muntelier-Dorf, Muntelier-Steinberg, Galmiz-Chablais, Sugiez-Gare, Bibera, Le Rondet, Praz, Motier, Fischilling, Mur und Guévaux. Hochwasserkatastrophen, steigende und sich wieder senkende Seespiegel, eine zunehmende Versumpfung zwangen die Menschen immer wieder, ihre Dörfer an den Ufern des Sees zu verlassen und sie an anderer, höher gelegener Stelle, wiederaufzubauen. In der Hallstattzeit, der späteren Eisenzeit, war der Wasserspiegel der drei Jurarandseen wesentlich tiefer als heute und die damaligen Seeufer 600 bis 750 m vom heutigen Ufer entfernt. Die Überreste der Pfahlbauten aus dem 5. - 6. Jh. v. Chr. liegen daher heute 2 Meter und mehr unter der Wasseroberfläche. In den Jahren 1852, 1876, 1888, 1895 und 1944 kam es zu verheerenden Überschwemmungen. Schon früh (und bis heute andauernd) wurden im gesamten Broyegebiet Massnahmen getroffen, um

telles inondations, comme par exemple la modification du cours des rivières ou la construction de digues.

VOIES DE CIRCULATION

Les lacs ont toujours servi de voies de communication. Avec les rivières et les canaux, ils constituaient un réseau de voies navigables qui, tout comme les voies terrestres, était important pour le commerce de l'époque. Dès le néolithique, des relations commerciales se sont établies sur de longues distances. Elles s'étendaient jusqu'à la Méditerranée ou jusqu'à la région de la Loire ou du Danube. Le silex, par exemple, devait être importé car il n'était pas présent dans la région. L'«industrie métallurgique» qui s'est développée à l'âge du bronze dans la région maritime atteignait le nord de l'Allemagne et la Scandinavie grâce à des «exportations». Les «importations» venaient du nord de l'Italie et de l'Étrurie (pays central des Étrusques entre l'Arno et le Tibre). Les Romains améliorèrent les anciennes routes de transit et en créèrent de nouvelles, comme celle de Aventicum à travers le Grand Marais vers le Jura ou vers Soleure. Des vestiges de la voie romaine se trouvent surtout dans les communes de Galmiz, Fräschels, Kerzers, Kallnach, Bargen, Walperswil et Hagneck. Avenches (Aventicum) était traversée par la voie principale romaine qui reliait l'Italie aux provinces germaniques et aux camps de légionnaires le long de la frontière rhénane. Cette route, qui allait de Martigny à Avenches en passant par Payerne, Avenches et Kerzers vers Soleure et Augst et d'où partait une autre route en direction de Windisch et du lac de Constance, représentait l'axe de circulation le plus important du Plateau suisse. Le réseau routier qui s'était développé à l'époque romaine a perduré dans ses grandes lignes jusqu'au haut Moyen Âge. Le réseau de circulation actuel laisse lui aussi apparaître les grandes lignes de la circulation de l'époque.

LA PÊCHE DANS LE LAC DE MORAT

La pêche est l'un des métiers les plus anciens métier le plus ancien. Elle servait et sert toujours à la pêche directe

se procurer de la nourriture. Dans le lac de Morat, la pêche est pratiquée depuis le néolithique. Les hommes du néolithique utilisaient déjà des nasses. La pêche aux appâts, la pêche au filet, la chasse au harpon et la pêche au casier étaient pratiquées très tôt, comme c'est encore le cas aujourd'hui. On ramassait des coquillages et on tuait les poissons avec des poisons (poisons végétaux, chaux, mercure, acide nitrique ou autres poisons). Une grande partie de la faune aquatique, des oiseaux, des poissons, des grenouilles, des écrevisses, des moules d'eau douce ont été utilisés comme nourriture et parfois transformés en médicaments ou de la colle de poisson. Le défrichement des forêts, l'érosion des sols, les rejets d'eaux usées et l'élimination des déchets dans le lac et dans les rivières et ruisseaux qui l'alimentent ont régulièrement aggravé la situation des pêcheurs de manière dramatique. L'impact des influences environnementales négatives sur les stocks de poissons était déjà connu des Romains. Les conflits entre les commerçants qui polluent les eaux d'une part, les propriétaires terriens des rives des lacs et des rivières et les pêcheurs d'autre part, existaient bien avant notre époque. Dès le XIII^e siècle, il existait des ordonnances visant à protéger les eaux et les stocks de poissons. Au fil des siècles, les populations de poissons du lac de Morat ont été régulièrement décimées, au point que certaines espèces ont disparu ou sont devenues quasiment introuvables. Dans le cadre du «Projet Lac» dirigé par l'Eawag et le Musée d'histoire naturelle de Berne, les populations de poissons du lac de Morat et d'autres lacs alpins et périalpins ont été recensées scientifiquement. Les résultats d'une étude des populations de poissons du lac de Morat montrent que plus d'un tiers des espèces de poissons décrites par J. Gugelhard en 1840, comme les corégones, les om-

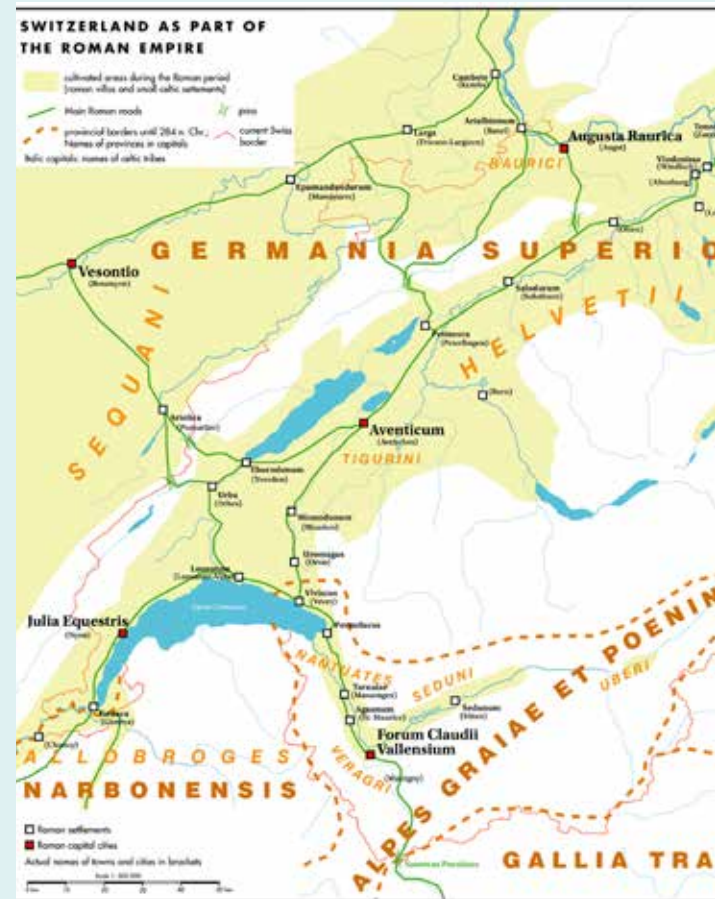


Photo du haut: La Suisse dans le cadre de l'empire romain. Marco Zanoli, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org>. Les voies de circulation qui traversent la Suisse sont faciles à voir. Photo:

bles ou la truite, ont disparu. La raison en est la perte d'habitats, des rives de lac artificielles et aménagées et un manque d'oxygène à partir d'une profondeur de lac de 20 mètres. Parallèlement, des espèces jusqu'alors inconnues ont été découvertes dans le lac de Morat, comme le rotengle (*Scardinius hesperidicus*), le poisson-chat (*Cobitis bilineata*) ou un premier barbeau (*Carassius gibelio*), qui sont originaires du sud des Alpes. Avec l'essor économique et le développement démographique depuis la fin de la deuxième



Foto oben: Die Schweiz als Teil des Römischen Reiches. Marco Zanoli, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org>. Gut zu sehen sind die Verkehrswege, die durch die Schweiz führten. Foto:

solche Überschwemmungen zu verhindern, wie z.B. die Veränderung von Flussläufen oder das Bauen von Deichen.

VERKEHRSWEGE

Seen dienten stets auch als Verkehrswege. Zusammen mit Flüssen und Kanälen bildeten sie ein Wasserwegenetz, welches, wie auch die Landwege, für den damaligen Handel bedeutungsvoll war. Schon in der Jungsteinzeit entstanden Handelsbezie-

hungen über grosse Distanzen. Diese reichten bis ans Mittelmehr oder bis in die Gegend der Loire oder der Donau. Feuerstein zum Beispiel musste importiert werden, da er in der Region nicht vorkommt. Die in der Bronzezeit entstandene „Metallindustrie“ im Seegebiet erreichte mit „Exporten“ Norddeutschland und Skandinavien. „Importe“ kamen aus Norditalien und Etrurien (Kernland der Etrusker zwischen Arno und Tiber). Die Römer verbesserten alte Transittrouten und legten neue an, wie zum Beispiel jener von Aventicum durchs Grosse Moos in den Jura, bzw. nach Solothurn. Reste der Römerstrasse haben sich v.a. in den Gemeinden Galmiz, Fräschels, Kerzers, Kallnach, Bargen, Walperswil und Hagneck erhalten. Aventicum (Aventicum) wurde von der römischen Hauptstrasse durchquert, die Italien mit den germanischen Provinzen und den Legionslagern längs der Rheingrenze verband. Diese Strasse, die von Martigny über Payerne, Aventicum und Kerzers nach Solothurn und Augst führte und von der eine weitere Strasse in Richtung Windisch und zum Bodensee abging, stellte die wichtigste Verkehrsachse im schweizerischen Mittelland dar. Das Strassennetz, welches sich in der römischen Zeit entwickelt hatte, bestand in seinen Grundzügen bis ins Hochmittelalter fort. Auch das heutige Verkehrsnetz lässt noch die Grundzüge der damaligen Verkehrsführung erkennen.

FISCHEREI IM MURTENSEE

Die Fischerei gehört zu den ursprünglichsten Gewerben. Sie diente und dient der unmittelbaren Nahrungsbeschaffung. Im Murtensee wird die Fischerei seit dem Neolithikum betrieben. Schon die Menschen der Jungsteinzeit setzten Reusen ein. Früh gab es, ähnlich wie zum Teil heute noch, die Köderfischerei, Netzfischerei, die Harpunenjagd, und die Reusenfischerei. Es wurden Muscheln gesammelt und Fische durch Gifte (Pflanzengifte, Kalk, Quecksilber,

Salpetersäure oder andere Gifte) getötet und eingesammelt. Grosse Teile der Gewässerfauna, Vögel, Fische, Frösche, Krebse, Süswassermuscheln wurden als Nahrungsmittel genutzt und teilweise auch zu Medikamenten oder Fischleim verarbeitet. Waldrodung, Bodenerosion, Abwassereinleitungen und Müllentsorgung im See und in den zuführenden Flüssen und Bächen verschlimmerten die Situation der Fischer immer wieder dramatisch. Die Auswirkung negativer Umwelteinflüsse auf die Fischbestände war schon den Römern bekannt. Konflikte zwischen gewässerverschmutzenden Gewerbetreibenden auf der einen Seite, den Landeigentümern an See- und Flussufern und den Fischern existierten lange vor unserer Zeit. Schon im 13. Jh. gab es Verordnungen zum Schutz der Gewässer, bzw. der Fischbestände, wie Fangverbote von Jungfischen und Laichtieren und das Verbot vom Fischfang mit Giften.

Die Fischbestände im Murtensee wurden über die Jahrhunderte hinweg immer wieder dezimiert, bis dahin, dass bestimmte Arten ausgestorben oder fast nicht mehr zu finden sind. Im Rahmen des „Projet Lac“ unter der Leitung der Eawag und des Naturhistorischen Museums Bern wurden die Fischbestände des Murtensees und anderer Alpen- und Alpenrand-Seen wissenschaftlich erfasst. Die Resultate einer Untersuchung der Fischbestände im Murtensee zeigen, dass über ein Drittel der von J. Gugelhard 1840 beschriebenen Fischarten, wie z.B. Felchen, Saiblinge oder die Trüsche, verschwunden sind. Grund hierfür sind der Verlust an Lebensräumen, künstliche und verbaute Seeufer und Sauerstoffmangel ab einer Seetiefe von 20 Metern. Gleichzeitig wurden bisher im Murtensee unbekannte Arten gefunden, wie z.B. Rotfeder (*Scardinius hesperidicus*), Steinbeisser (*Cobitis bilineata*) oder ein erster Giebel (*Carassius gibelio*), welche südlich der Alpen heimisch sind. Mit dem wirtschaftlichen Aufschwung und der Bevölkerungsentwicklung seit dem Ende des zweiten Weltkrieges nahm die Belastung

guerre mondiale, la pollution de nombreux lacs par la saleté et les nutriments a fortement augmenté. La pollution par le phosphore, notamment, due à la fertilisation ou au lessivage des sols agricoles, a entraîné une croissance accrue des algues.

croissance d'algues avec toutes ses conséquences, comme le manque d'oxygène dans les zones d'eau plus profondes. La teneur en phosphore du lac a certes baissé continuellement depuis les années 80 - avec de nouveaux pics au milieu des années 90 - mais elle reste encore trop élevée. Cela est lié aux pratiques agricoles et à l'érosion des sols. Les micropolluants dus aux résidus de médicaments et aux perturbateurs endocriniens (antibiotiques, analgésiques, bêtabloquants, hormones naturelles et synthétiques), qui sont envoyés dans les STEP via les égouts, posent actuellement problème aux organismes vivants du lac de Morat. Les perturbateurs endocriniens, comme les antibiotiques, entraînent des troubles de la fertilité chez les poissons. Les micropolluants ne peuvent être éliminés que par une quatrième étape d'épuration dans les STEP (ozonation ou filtration au charbon actif), ce qui est très coûteux. Actuellement, la mise à niveau des STEP du bassin versant du lac de Morat est encore en cours.

LES CORRECTIONS DES EAUX DU JURA

La région du lac de Morat est indissociable du Seeland. Avant la première correction des eaux du Jura, le paysage du Plateau était totalement différent. Il était caractérisé par des ruisseaux et des rivières à méandres, d'immenses paysages marécageux, des forêts alluviales, des lacs et des bras morts, qui étaient en constante évolution. Les lits des rivières se creusaient sans cesse, façonnés par les affluents et par l'Aar, qui changeait même plusieurs fois de sens d'écoulement. Des interventions „hydrauliques“ de l'homme avaient certes déjà eu lieu avant les corrections des eaux du Jura et la construction de centrales électriques, mais pas à une si grande échelle. Ainsi, à cette



Photo du haut : Corégone (...) Aujourd'hui disparu du lac de Morat. Le corégone fait partie des poissons d'eau froide et a besoin d'habitats en eaux profondes et froides. Foto oben: Felchen (...) Heute im Murtensee ausgestorben. Der Felchen gehört zu den Kaltwasserfischen und benötigt Lebensräume in tiefem, kaltem Wasser. Photo: Adobe

époque, le paysage était marqué par des interventions telles que le déboisement des forêts alluviales et le défrichage pour l'extraction de litière. Les cours d'eau n'étaient généralement consolidés qu'à l'intérieur des agglomérations. Avant la première et la deuxième correction des eaux du Jura et avant la construction de la première centrale électrique, les cours d'eau présentaient de grandes variations de niveau et des crues importantes se produisaient régulièrement, ainsi que l'extension du „grand marais“ entre le lac de Biene et le lac de Neuchâtel. Les conditions de vie des habitants de la région se sont alors dramatiquement détériorées, l'agriculture étant régulièrement paralysée dans les zones inondées. Les gens souffraient de maladies et de la faim. Depuis longtemps déjà, des propositions de correction existaient pour améliorer

Photo de droite: Lacs de Morat, de Biene et de Neuchâtel avant la correction des eaux du Jura. Photo de l'extrême droite: Lacs de Morat, de Biene et de Neuchâtel avant la première correction des eaux du Jura. Les chiffres 1 à 4 désignent les canaux nouvellement construits (canaux de la Thielle, de la Broye, de Hagneck et de Nidau-Büren, photos : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corrections_eau_jura-3-de.svg

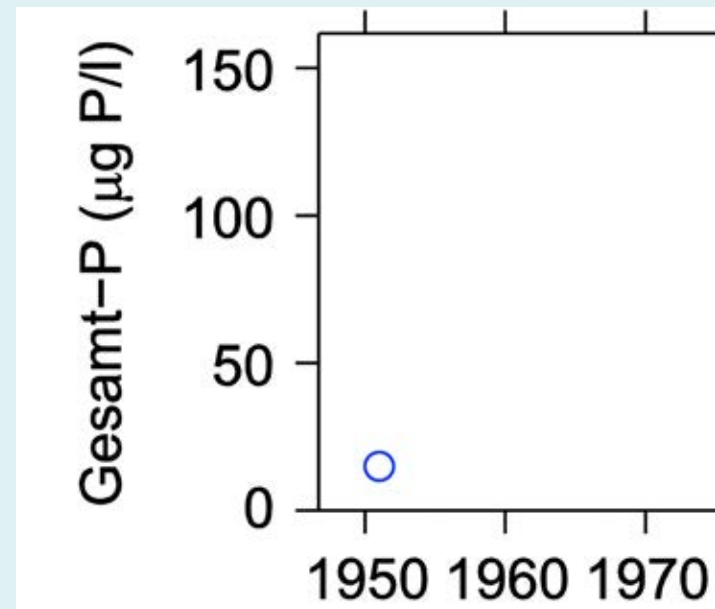


Photo du haut: Teneur en phosphore dans le lac de Morat. Les premières mesures de la teneur en phosphore ont eu lieu en 1954/55. Photo: BAFU



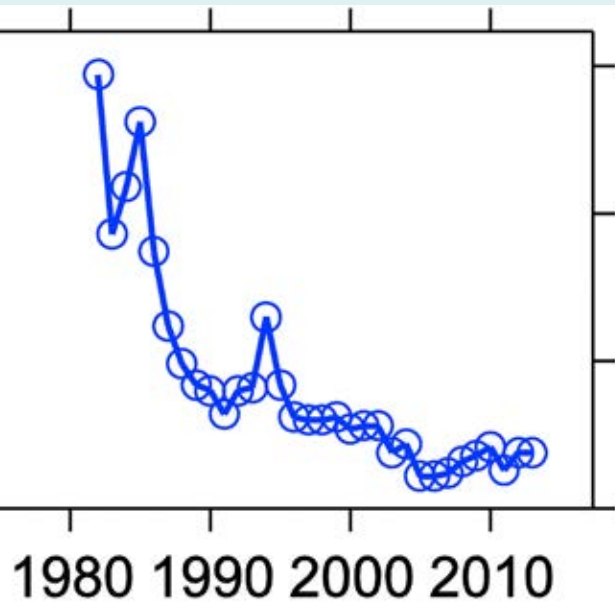


Foto oben: Phosphorgehalt im Murtensee. Die ersten Messungen des Phosphorgehaltes fanden 1954/55 statt. Foto: BAFU



Foto oben: Zander. (...) Häufig vorkommender Fisch im Murtensee. Foto: Adobe Stock
Photo du haut : Sandre. (...) Poisson fréquent dans le lac de Morat.

vieler Seen mit Schmutz und Nährstoffen stark zu. Vor allem die Phosphorbelastung durch Düngung oder mittlerweile durch Auswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Böden, führte zu verstärktem Algenwachstum mit all seinen Folgen, wie z.B. Sauerstoffmangel in tieferen Gewässerzonen. Der Phosphorgehalt des Sees ist seit den 80er Jahren zwar - mit neuen Spitzen Mitte der 90er Jahre - kontinuierlich gesunken, aber immer noch zu hoch. Dies hängt mit der landwirtschaftlichen Praxis und der Bodenerosion zusammen. Mikroverunreinigungen durch Medikamentenrückstände und hormonaktive Substanzen (Antibiotika, Schmerzmittel, Betablocker, natürliche und synthetische Hormone), welche über die Kanalisation in die ARA's geschickt werden, machen den Lebewesen im Murtensee aktuell zu schaffen. Hormonaktive Substanzen, wie z.B. Antibiotika führen bei den Fischen zu Fruchtbarkeitsstörungen. Mikro-

Foto ganz links: Murtensee, Bielersee und Neuenburgersee vor der ersten Juragewässerkorrektur. Foto links: Murtensee, Bielersee und Neuenburgersee nach der Juragewässerkorrektur. Die Zahlen 1 - 4 bezeichnen die neu gebauten Kanäle (Zibl-, Broye-, Hagneck- und Nidau-Büren-Kanal, Fotos: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corrections_eau_jura_apr%C3%A8s-dt.svg

verunreinigungen können nur sehr aufwändig durch eine 4. Reinigungsstufe in den ARA's (Ozonierung, bzw. Aktivkohlefilterung) entfernt werden. Derzeit steht die entsprechende Aufrüstung der ARA's im Einzugsgebiet des Murtensees noch an.

DIE JURAGEWÄSSERKORREKTIONEN

Das Murtenseegebiet ist untrennbar mit dem Seeland verbunden. Vor der ersten Juragewässerkorrektur gestaltete sich die Landschaft im Mittelland vollkommen anders. Sie war geprägt von mäandrierenden Bächen und Flüssen, riesigen Sumpflandschaften, mit Auenwäldern, Seen und Altwässern, welche sich in einem ständigen Prozess der Veränderung befanden. Flussbetten gruben sich immer wieder neu, gestaltet durch Nebenflüsse und durch die Aare, welche sogar ihre Fließrichtung einige Male änderte. «Wasserbauliche» Eingriffe durch den Menschen fanden zwar bereits vor den Juragewässerkorrekturen und dem Bau von Kraftwerken statt – jedoch nicht in einem so grossen Ausmass. So war das Landschaftsbild zu dieser Zeit geprägt durch Eingriffe wie Abholzung der Auenwälder und Rodung für die Streugewinnung. Die Gewässerläufe waren meist nur innerhalb der Siedlungen befestigt. Vor der ersten und zweiten Juragewässerkorrektur und vor dem Bau des ersten Kraftwerks wiesen die Gewässer grosse Wasserstandsschwankungen auf und es kam immer wieder zu starken Hochwasserereignissen und auch zur Ausweitung des «grossen Moores» zwischen Bielersee und dem Neuenburgersee. Die Lebensumstände der Menschen in der Region verschlechterten sich in dieser Zeit dramatisch, da die Landwirtschaft in den Überschwemmungsbereichen immer wieder zum Erliegen kam. Die Menschen litten an Krankheit und Hunger. Lange schon bestanden Korrekturvorschläge um die Situation zu verbessern. Aber erst mit der Industrialisierung und den sich entwickelnden technischen Möglichkeiten konnten die Arbeiten zur ersten Juragewässerkorrektur, der grössten

la situation. Mais ce n'est qu'avec l'industrialisation et le développement des possibilités techniques que les travaux de la première correction des eaux du Jura, la plus grande entreprise d'aménagement fluvial de l'histoire de la Suisse, ont pu être lancés en 1868. Ces mesures ont notamment eu pour effet d'abaisser le niveau des trois lacs jurassiens de 2,5 mètres ! D'anciennes zones marécageuses comme le Grand Marais ont été asséchées. Des terres agricoles fertiles ont été ont été gagnées. Dès le début du 19^e siècle, la situation des crues s'est à nouveau détériorée en raison de la surexploitation agricole. Ces circonstances ont ensuite conduit à la deuxième correction des eaux du Jura. Entre 1936 et 1940, un nouvel ouvrage de régulation a été construit à Port, en aval de l'embouchure de la Thielle. Entre 1962 et 1973, le canal de la Broye, le canal de la Thielle et le canal de Nidau-Büren ont été élargis et approfondis. Ces mesures ont permis d'éviter de trop grandes variations du niveau du lac. Les inondations provoquées par les précipitations et la fonte des neiges n'ont pratiquement plus lieu et il n'existe plus de zones alluviales de grande superficie. La liaison des trois lacs par les canaux et leur régulation par des barrages a permis de créer un gigantesque espace de rétention des crues en trois parties. Mais nous sommes également confrontés à une immense perte qualitative et quantitative d'habitats. Les fortes fluctuations du niveau d'eau, qui seraient typiques des lacs naturels du Plateau, ne se produisent plus. Il ne reste rien ou presque des types d'habitats aquatiques et amphibies d'origine, avec toutes leurs plantes et leurs animaux.

L'HABITAT DES RIVES DU LAC

La région du lac de Morat est exploitée par l'homme depuis des siècles. Les rives du lac ont été modifiées, tout comme celles de ses affluents. Le vaste mitage du paysage s'est aggravé avec l'augmentation du trafic routier et ferroviaire. De nombreuses rives et habitats

Photo de droite: Système de mesure automatique du niveau d'eau. Foto rechts: Automatische Messanlage Wasserstand

ont été irrémédiablement détruits par la construction d'autoroutes, de routes et de voies ferrées. La pression d'utilisation sur le réseau hydrographique et le paysage naturel est donc énorme. Outre la plage de Morat, il existe de nombreuses places de baignade, en partie équipées d'infrastructures, comme des places d'amarrage, toilettes et places de grillades. Diverses activités sports nautiques, comme la voile, le bateau à moteur, le surf, le wakeboard, le stand up paddle et autres sont en augmentation et la pression sur les places d'amarrage pour les bateaux augmente également. Actuellement, il existe 4 grandes installations portuaires et d'innombrables rampes de mise à l'eau sur le lac, avec les conséquences que cela implique pour le paysage sous-marin, telles que l'aménagement des rives, l'influence de la pollution, la modification de la nature des sédiments (nature du fond du lac), ainsi que dommages causés aux ancrs et aux bouées.

LAC DE MORAT - ÉCOLOGIE

Comme nous l'avons déjà mentionné, les conditions dans le lac de Morat n'ont cessé d'évoluer au cours des derniers siècles. Notamment en ce qui concerne la teneur en nutriments de l'eau. D'anciens spécimens isolés, comme la découverte de l'algue *Chara tomentosa* au début du 19^e siècle près de Löwenberg, indiquent que le lac présentait à cette époque des conditions totalement différentes de celles d'aujourd'hui. *Chara tomentosa*, l'algue à bras en bois, est une plante aquatique strictement liée aux lacs pauvres en nutriments et aux eaux transparentes. En Suisse, elle est présente en grandes populations, notamment dans le lac des Quatre-Cantons et le lac de Walenstadt. Sa présence dans le lac de Morat

Photo de droite: De vastes zones riveraines sont aménagées ou utilisées à des fins touristiques.

Photo: Anke Schwarzer





Foto links: Freie Liegeplätze führen zur Zerstörung der Unterwasserfauna. Photo de gauche: Les mouillages libres entraînent la destruction de la faune sous-marine. Foto: Anke Schwarzer

flussbaulichen Unternehmung in der Geschichte der Schweiz, 1868 in Angriff genommen werden. Die Massnahmen bewirkten u.a. eine Absenkung der Wasserspiegel der drei Juraseen um 2.5 Meter! Ehemalige Sumpfgebiete wie das grosse Moos wurden trockengelegt. Fruchtbare Ackerland wurde gewonnen. Ab Anfang des 19. Jahrhunderts verschlechterte sich die Hochwasserlage aufgrund von landwirtschaftlicher Übernutzung wieder. Diese Umstände führten dann zur zweiten Juragewässerkorrektur. Zwischen 1936 und 1940 wurde bei Port unterhalb der Zihlmündung ein neues Regulierwerk errichtet. Zwischen 1962 und 1973 wurden der Broyekanal und der Zihlkanal und der Nidau-Bürenkanal verbreitert und vertieft. Diese Massnahmen verhinderten zu grosse Seespiegelschwankungen. Durch Niederschlag und Schneeschmelze hervorgerufene Überflutungen finden praktisch nicht mehr statt, grossflächigen Auengebiete gibt es keine mehr. Durch die Verbindung der drei Seen über die Kanäle und deren Regulierung über Stauwehre wurde quasi ein gigantischer, 3-teiliger Hochwasser-Rückhalteraum geschaffen. Damit haben wir es aber auch mit einem immensen qualitativen und quantitativen Verlust an Lebensräumen zu tun. Starke Wasserstandsschwankungen, die für naturnahe Seen im Mittelland typisch wären, kommen nicht mehr vor. Grossflächige Moore, die Hochwasser aufnehmen könnten, existieren ebenfalls nicht mehr. Von den ursprünglichen aquatischen und amphibischen Lebensraumtypen mit allen Pflanzen und Tieren, ist wenig bis nichts übriggeblieben.

Foto links: Weite Uferbereiche sind verbaut oder werden touristisch genutzt. Foto: Anke Schwarzer



LEBENSRAUM SEEUFER

Die Region Murtensee wird seit Jahrhunderten durch den Menschen genutzt. Die Uferbereiche des Sees wurden ebenso verändert, wie auch die seiner Zuflüsse. Die umfangreiche Zersiedelung der Landschaft verschärfte sich mit dem zunehmenden Strassen- und Bahnverkehr. Viele Uferbereiche und Lebensräume wurden durch den Bau von Autobahnen, Strassen und Eisenbahntrassen unwiederbringlich zerstört. Der Nutzungsdruck für das Gewässersystem und die Naturlandschaft ist somit enorm. Neben dem Strandbad Murten gibt es viele Badeplätze, z.T. mit Infrastruktur, wie Liegeplätze, Toiletten und Grillplätze. Auch verschiedene Wassersportarten, wie Segeln, Motorbootfahren, Surfen, Wakeboarding, Stand Up Paddeln und andere nehmen zu und auch der Druck auf die Liegeplätze für Boote steigt. Aktuell gibt es 4 grössere Hafenanlagen und unzählige Bootsstege am See, mit den entsprechenden Folgen, wie Uferverbauung, Verschmutzungseinflüssen, Veränderung in der Sedimentbeschaffenheit (Beschaffenheit des Seebodens), sowie Anker- und Bojenschäden für die Unterwasserlandschaft.

DER MURTENSEE - ÖKOLOGIE

Wie bereits erwähnt, haben sich die Verhältnisse im Murtensee in den letzten Jahrhunderten immer wieder verändert. Vor allem was den Nährstoffgehalt im Wasser betrifft. Vereinzelt alte Sammlungsbelege wie der Fund der Geweih-Armluchteralge (*Chara tomentosa*) anfangs des 19. Jahrhunderts bei Löwenberg weisen darauf hin, dass der See zu diesem Zeitpunkt gänzlich andere Verhältnisse vorlagen als heute. *Chara tomentosa*, die Geweih-Armluchteralge, ist eine Wasserpflanze, die streng an nährstoffarme Seen mit transparentem Wasser gebunden ist. Sie kommt in der Schweiz in grösseren Beständen vor allem im Vierwaldstättersee und im Walensee vor. Ihr Vor-

prouve que ce plan d'eau devait encore être un lac d'eau claire pauvre en nutriments il y a 200 ans. De telles découvertes sont donc très instructives, car elles permettent de tirer des conclusions sur la qualité des eaux à une époque antérieure. Depuis les années 1980, les efforts d'épuration des eaux usées ont fortement modifié la concentration totale de phosphore dans le lac. En tant que facteur minimum dans le lac, le phosphore est l'élément clé de la croissance des plantes et détermine essentiellement la densité des algues et la profondeur de visibilité dans l'eau. Le lac de Morat se trouve aujourd'hui à nouveau dans un stade mésotrophe, c'est-à-dire dans une zone de productivité moyenne. Cela permet une réapparition des plantes aquatiques qui dépendent de concentrations plus faibles en nutriments. Cela signifie que le lac de Morat est actuellement en pleine mutation et que son état actuel, en termes de colonisation par les plantes aquatiques, évolue. Après une phase de conditions mésotrophes de plus de dix ans, les plantes aquatiques réagissent aux conditions durablement plus pauvres en substances nutritives dans les eaux libres. Bien que de grandes quantités de nutriments soient encore liées dans les sédiments et disponibles pour les plantes via les racines, la disponibilité réduite des nutriments dans l'eau et la plus grande perméabilité à la lumière modifient la situation concurrentielle dans le lac. Des espèces plus exigeantes apparaissent et les plantes peuvent pénétrer dans des zones plus profondes. L'apparition de l'algue à bras étoilé (*Nitellopsis obtusa*), qui n'est présente que depuis quelques années dans le lac de Morat, illustre bien ce phénomène.

TROPHIE - TENEUR EN NUTRIMENTS DANS LE LAC

La teneur en nutriments joue un rôle important dans la croissance et la reproduction des plantes aquatiques et des algues. Plus l'eau du lac est riche en nutriments, plus la croissance des plantes aquatiques et des algues est intense. Les spécialistes désignent ces

La rive nord entre Faoug et l'embouchure de la Broye se caractérise par des maisons de vacances proches de la rive, des installations de camping et un nombre incalculable de pontons et de places de bouées. Photo: Anke Schwarzer

processus de croissance et de production par le terme de „trophie“. Les lacs peuvent être caractérisés sur la base de cinq „états trophiques“ typiques :

1. oligotrophe

Un lac oligotrophe est pauvre en nutriments, c'est pourquoi seules quelques algues et quelques plantes de petite taille peuvent y pousser. L'eau est claire et la profondeur de visibilité est élevée. Le lac de Brienz, le lac des Quatre-Cantons et le lac d'Aegeri sont des exemples de lacs oligotrophes en Suisse.

2. Mésotrophes

Les lacs mésotrophes ont encore des teneurs en nutriments assez faibles dans l'eau. Elles sont toutefois suffisantes pour une faible densité d'algues et des populations de plantes aquatiques riches en espèces. Le lac Léman et le lac de Zurich sont des lacs mésotrophes.

3. Eutrophes

Les lacs eutrophes sont des lacs riches en éléments nutritifs. La quantité de nutriments permet à une grande quantité de plancton de vivre dans l'eau et, par conséquent, la profondeur de pénétration de la lumière (profondeur de visibilité) est faible. La richesse en espèces et en individus de plantes aquatiques est encore assez élevée, mais les espèces peu compétitives font largement défaut. Les lacs de Halwil et de Baldegg sont des exemples typiques de lacs eutrophes indigènes.

Pendant les mois d'été, d'innombrables bateaux jettent l'ancre dans la zone de faible profondeur située au nord-est de la forêt du Chablais. Le frottement des chaînes d'ancre, par exemple, rase littéralement la végétation.

Photo: Arno Schwarzer





Das Nordufer zwischen Faoug und der Broyemündung ist geprägt durch ufernahe Ferienhäuser, Campinganlagen und einer Unzahl an Bootstegen und Bojenplätzen.

Foto: Anke Schwarzer

kommen im Murtensee belegt, dass dieses Gewässer vor 200 Jahren noch ein nährstoffarmer Klarwassersee gewesen sein muss. Derartige Befunde sind somit sehr aufschlussreich, weil sich daraus Rückschlüsse auf die Gewässerqualität in früheren Zeiten schliessen lassen. Seit den 1980er Jahren hat sich durch die Bemühungen zur Abwasserreinigung die Gesamtposphorkonzentration im See stark verändert. Phosphor ist als Minimumfaktor im See das Schlüsselement für das Pflanzenwachstum und bestimmt die Algendichte und die Sichttiefe im Gewässer wesentlich. Der Murtensee befindet sich heute wieder in einem *mesotrophen* Stadium, also in einem Bereich mittlerer Produktivität. Dies lässt ein Wiederaufkommen von Wasserpflanzen, die auf niedrigere Nährstoffkonzentrationen angewiesen sind, zu. Dies bedeutet: Gegenwärtig befindet sich der Murtensee im Wandel, der derzeitige Zustand des Murtensees, bezogen auf seine Besiedlungsverhältnisse durch Wasserpflanzen, verändert sich. Nach nunmehr einer über 10 Jahre dauernden Phase mesotropher Verhältnisse reagieren die Wasserpflanzen auf die dauerhaft nährstoffärmeren Verhältnisse im Freiwasser. Obwohl noch grosse Nährstoffmengen im Sediment gebunden sind und über die Wurzeln den Pflanzen zur Verfügung stehen, verändern die reduzierte Nährstoffverfügbarkeit im Wasser und die höhere Lichtdurchlässigkeit die Konkurrenzsituation im See. Anspruchsvollere Arten kommen auf und die Pflanzen können in tiefere Zonen vordringen. Sehr eindrücklich lässt sich dies durch das Auftreten der Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*) belegen, die erst seit wenigen Jahren im Murtensee vorkommt.

In der nordöstlichen Flachwasserzone vor dem Chablaiswald ankern während der Sommermonate unzählige Boote. Durch schleifende Ankerketten zum Beispiel wird die Vegetation buchstäblich abrasiert. Foto: Arno Schwarzer



TROPHIE - NÄHRSTOFFGEHALT IM SEE

Der Nährstoffgehalt spielt eine wichtige Rolle, was das Wachstum und die Vermehrung von Wasserpflanzen und Algen betrifft. Je mehr Nährstoffe im Seewasser vorliegen, desto intensiver ist das Wachstum der Wasserpflanzen und Algen. Fachleute bezeichnen diese Wachstums- und Produktionsprozesse als „Trophie“. Seen können auf der Basis von fünf typischen „Trophiezuständen“ charakterisiert werden:

1. Oligotroph

Ein oligotropher See ist arm an Nährstoffen, daher können nur wenige Algen und wenige, kleinwüchsige Wasserpflanzen dort leben. Das Wasser ist klar und die Sichttiefe hoch. Beispiele für oligotrophe Seen in der Schweiz sind der Brienersee, der Vierwaldstättersee und der Ägerisee.

2. Mesotroph

Mesotrophe Seen haben noch recht geringe Nährstoffgehalte im Wasser. Sie reichen jedoch für eine geringe Algendichte und artenreiche Wasserpflanzenbestände aus. Der Genfersee und der Zürichsee sind mesotrophe Seen.

3. Eutroph

Eutrophe Seen sind nährstoffreiche Seen. Die Nährstoffmenge führt dazu, dass viel Plankton im Wasser leben kann und dadurch die Lichteindringtiefe (Sichttiefe) gering ist. Der Arten- und Individuenreichtum an Wasserpflanzen ist immer noch recht hoch, aber konkurrenzschwache Arten fehlen weitgehend. Der Halwilersee und der Baldeggersee sind typische Beispiele für heimische eutrophe Seen.

4. Polyotroph

Ein polyotropher See hat einen grossen Überschuss an Nährstoffen im Wasser. Deswegen ist die Planktondichte hoch und das Wasser stark grünlich gefärbt. Es dringt kaum noch Licht ein, sodass nur noch we-

4. Polytrophe

Un lac polytrophe présente un grand excédent de nutriments dans l'eau. C'est pourquoi la densité de plancton est élevée et l'eau est fortement colorée en vert. La lumière ne pénètre pratiquement plus, de sorte que seules quelques plantes aquatiques à feuilles flottantes peuvent encore survivre. Actuellement, plus aucun grand lac de Suisse n'est dans cet état.

ZONAGE DES RIVES DES LACS

Chaque lac peut être divisé en deux habitats principaux : La zone d'eau libre (pélagique) et la zone de fond (benthique). Ces habitats principaux sont essentiellement influencés par trois facteurs : la taille et la pente des rives du plan d'eau concerné, ainsi que l'intensité ou la portée de la lumière. La zone littorale d'un lac est appelée littoral dans le jargon technique. Elle représente la partie éclairée et colonisée par les plantes du fond de l'eau. Cette zone riveraine est un habitat de transition particulièrement dynamique, diversifié et complexe, qui fait le lien entre les habitats terrestres et les eaux libres du lac ouvert. L'incidence de la lumière revêt ici une importance particulière. Dans la zone proche de la rive, encore baignée par la lumière du soleil, les plantes aquatiques ont la possibilité de se développer. Selon l'incidence de la lumière, la pente, les conditions nutritives et les conditions du sol, ces zones sont plus ou moins développées ou présentent une composition végétale légèrement différente. Dans l'habitat lacustre, les plantes aquatiques sont d'une importance capitale, car elles dominent le littoral. L'expression de ces communautés de plantes aquatiques dépend de la situation générale des nutriments dans le lac, c'est-à-dire de son état trophique, qui est lui-même lié à un schéma complexe de relations entre les facteurs géographiques et écologiques. Par exemple, si la zone d'eau peu profonde est très étendue, de nombreuses espèces de plantes aquatiques différentes peuvent s'y installer et se multiplier en fonction de leur compétitivité. Dans l'idéal, de

Photo de droite: Les différents états trophiques, représentés sous forme de graphique. Photo :

véritables zones peuvent se former en fonction de la profondeur de l'eau et de l'intensité lumineuse. Dans lesquelles des espèces de plantes aquatiques ayant des exigences similaires en matière d'habitat se rencontrent (association). Cependant, si la zone d'eau peu profonde est peu développée et caractérisée par un fond rocheux et une forte pente, peu de plantes aquatiques pourront coloniser ce littoral.

SUCCESSION DE PLANTES DE

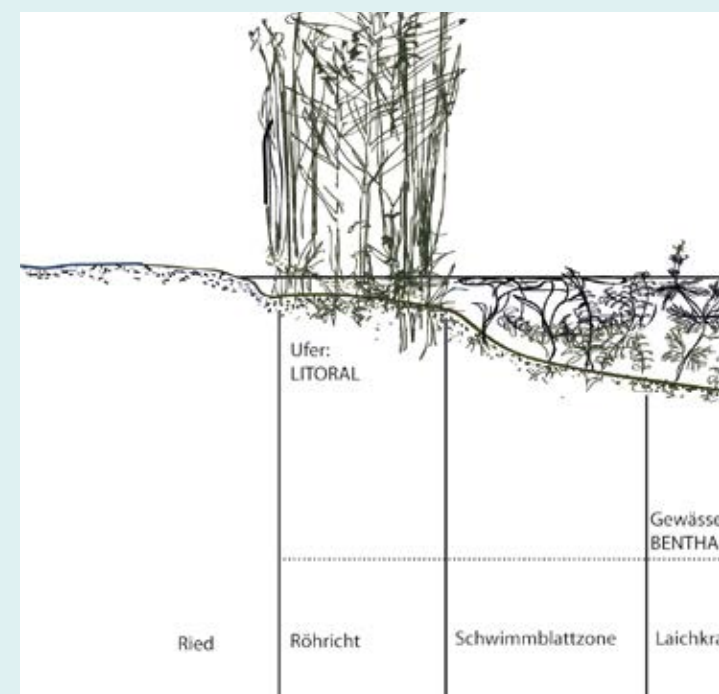
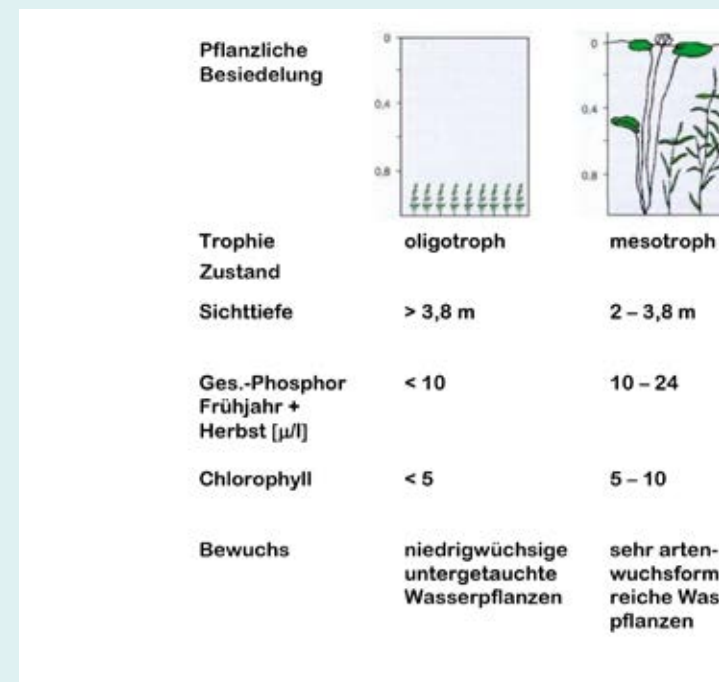
LA TERRE À L'EAU

Lorsque des plantes aquatiques ayant une forme de croissance similaire et des exigences complémentaires s'associent en groupes concentrés sur certaines zones de profondeur de la zone riveraine, on peut généralement parler de *zone de roseaux*, de *zone de feuilles flottantes*, de *zone de chénopodes* ou de *zone de characées*. Ces associations de plantes aquatiques, qui marquent fortement les zones riveraines, sont décrites plus en détail ci-après.

ZONE DE ROSEAUX

Dans la zone de roseaux, on trouve toutes les graminées acidophiles à longues tiges qui, comme leur représentant typique, le roseau, forment une „forêt de chaumes“ très dense. Elles occupent l'espace vital entre l'eau libre et la terre ferme. Les roselières sont des communautés d'atterrissement, c'est-à-dire qu'elles assurent la disparition d'un cours d'eau au fil du temps. Elles produisent une telle masse végétale lorsqu'elles meurent que le fond de l'eau s'élève au fil du temps et s'assèche lentement. Ce processus dépend du type de cours d'eau. Il joue un rôle majeur, que nous ayons affaire à une eau riche ou pauvre en nutriments y s'il est grand ou profond. Les roselières sont

Photo de droite: Zonage des rives du lac, représenté sous forme de graphique.



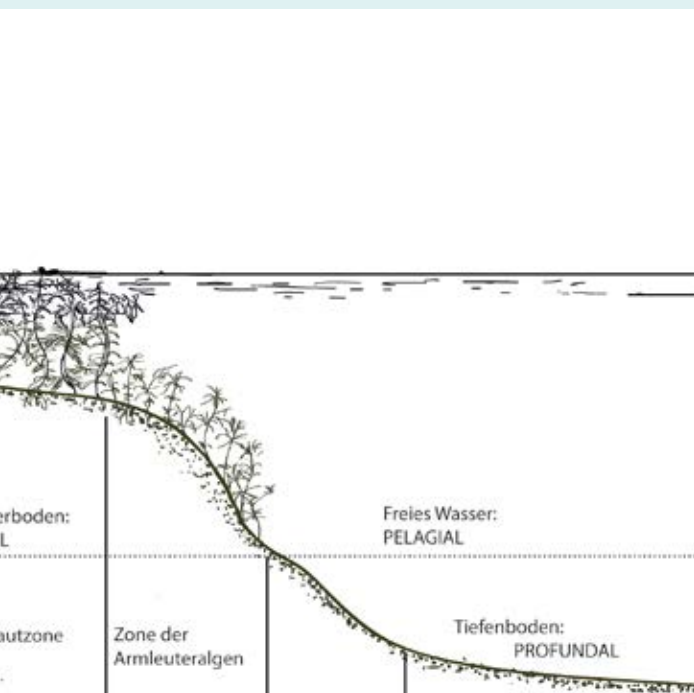
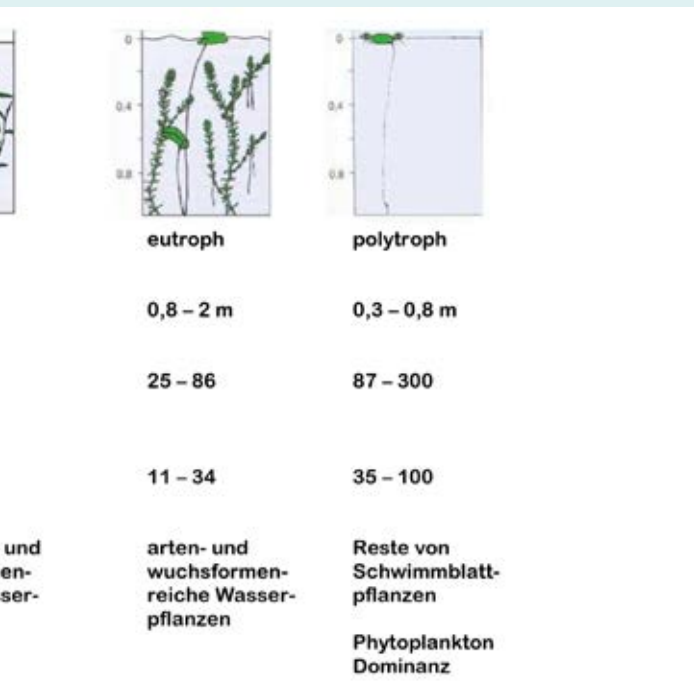


Foto links: Die unterschiedlichen Trophie-Zustände, dargestellt in Form einer Grafik. Foto:

nige Wasserpflanzen mit Schwimmblättern überleben können. Derzeit befindet sich kein grosserer See in der Schweiz mehr in diesem Zustand.

ZONIERUNG DER SEEUFER

Jeder See lässt sich in zwei Hauptlebensräume gliedern: In die Freiwasserzone (*Pelagial*) und die Bodenzone (*Benthal*). Diese Hauptlebensräume werden im Wesentlichen von drei Faktoren geprägt: Von der Größe und der Uferneigung (Gefälle) des betreffenden Gewässers, sowie von der Intensität bzw. Reichweite des Lichteinfalls. Der Uferbereich eines Sees wird in der Fachsprache als *Litoral* bezeichnet. Es stellt den belichteten und von Pflanzen besiedelten Teil des Gewässergrundes dar. Dieser Uferbereich ist ein besonders dynamischer, vielgestaltiger und komplexer Übergangsbereich, der zwischen den landseitigen Lebensräumen und dem Freiwasser des offenen Sees vermittelt. Von besonderer Bedeutung ist hier der Lichteinfall. In der ufernahen Zone, die noch von Sonnenlicht durchflutet ist, haben Wasserpflanzen die Möglichkeit zu wachsen. Je nach Lichteinfall, Gefälle, Nährstoff- und Bodenverhältnissen sind diese Zonen unterschiedlich stark ausgebildet oder haben eine etwas andere Pflanzensammensetzung. Im Lebensraum See sind die Wasserpflanzen von zentraler Bedeutung, da sie das *Litoral* dominieren. Die Ausprägung dieser Wasserpflanzengesellschaften hängt von der allgemeinen Nährstoffsituation im See, d.h. von seinem *trophischen* Zustand ab, welcher wiederum in einem komplexen Beziehungsschema zwischen geographischen und ökologischen Faktoren steht. Ist zum Beispiel die Flachwasserzone stark ausgedehnt, können sich dort viele verschiedene Wasserpflanzenarten ansiedeln und sich entsprechend ihrer Konkurrenzfähigkeit vermehren.

Foto links: Zonierung der Seeufer, dargestellt in Form einer Grafik

In Abhängigkeit von Gewässertiefe und Lichtintensität können sich im Idealfall regelrechte Zonen ausbilden, in denen sich Wasserpflanzenarten mit ähnlichen Lebensraumsprüchen zusammenfinden (Vergesellschaftung). Ist die Flachwasserzone jedoch nur schwach ausgebildet und durch felsigen Boden und starkes Gefälle geprägt, werden nur wenige Wasserpflanzen dieses *Litoral* besiedeln können.

PFLANZENABFOLGE VOM LAND

INS WASSER

Vergesellschaften sich Wasserpflanzen mit ähnlicher Wuchsform und sich ergänzenden Ansprüchen in Gruppen, die sich auf bestimmte Tiefenbereiche der Uferzone konzentrieren, lassen sich diese meist als *Röhrichtzone*, *Schwimmblattzone*, *Laichkrautzone* oder *Zone der Armleuchteralgen* ansprechen. Auf diese, die Uferzonen so stark prägenden Wasserpflanzenvergesellschaftungen wird im Folgenden näher eingegangen.

RÖHRICHTZONE

In der Röhrichtzone findet man all die langhalmigen Süss- und Sauergräser, welche wie ihr typischer Vertreter, das Schilfrohr, einen dichtgeschlossenen „Halmwald“ bilden. Sie besiedeln den Lebensraum zwischen dem offenen Wasser und dem festen Land. Röhrichte sind Verlandungsgesellschaften, das heisst, sie sorgen dafür, dass ein Gewässer im Laufe der Zeit verschwindet. Sie bilden so viel Pflanzenmasse wenn sie absterben, dass sich dadurch im Lauf der Zeit der Gewässerboden erhöht und langsam trocken fällt. Dieser Prozess ist abhängig von der Art des Gewässers. Es spielt eine grosse Rolle, ob wir es mit einem nährstoffreichen oder mit einem nährstoffarmen Gewässer zu tun haben und wie gross oder wie tief das Gewässer ist. Röhrichte sind in ganz Mitteleuropa im Rückgang begriffen. Als Folge davon verlieren Tier-

en recul dans toute l'Europe centrale. En conséquence, des espèces végétales et animales perdent leur habitat, comme par exemple, le butor étoilé (*Ixobrychus minutus*) un nicheur typique des roseaux, qui figure désormais sur la liste des espèces menacées. Sur les rives du lac de Morat, la roselière était également en recul. Des mesures de protection et de renaturation tentent d'enrayer cette évolution. Les représentants typiques de la zone de roseaux du lac de Morat sont le roseau commun et le jonc de mer. Cette dernière, avec ses tiges vertes, s'enfonce plus loin dans l'eau que le roseau.

ZONE À FEUILLES FLOTTANTES

Dans les baies tranquilles et sur les rives protégées du vent et des vagues, un ourlet de plantes à feuilles flottantes précède la roselière. Deux espèces de nénuphars donnent leur nom à cette zone : le nénuphar blanc et le nénuphar jaune. Alors que le nénuphar blanc se trouve généralement dans des baies calmes et peu profondes avec un fond vaseux, le nénuphar jaune se rencontre plus souvent sur des fonds sableux et supporte mieux les vagues. Il peut atteindre des profondeurs plus importantes et pousse donc à une distance plus grande de la rive que le nénuphar.

Les roses d'eau sont inférieures aux plantes de roseaux lorsqu'il s'agit de concurrence pour la lumière. On les trouve plutôt en direction de l'eau libre. Elles constituent un lien entre les plantes de roseaux qui n'ont que les „pieds“ dans l'eau et les plantes aquatiques entièrement immergées, dites submergées.

Ses grandes feuilles flottant à la surface de l'eau sont particulières à plus d'un titre : seule leur face supérieure est protégée par d'épaisses couches de cire, ce qui permet aux gouttes d'eau de s'écouler immédiatement. Leur face inférieure, en revanche, est mouillable et „colle“ ainsi littéralement à la surface de l'eau, ce qui a pour conséquence que les feuilles ne sont pas renversées par le vent et les vagues. A l'intérieur de la feuille se trouve un tissu spongieux qui assure une

Photo de droite : flore aquatique typique du lac de Morat. On voit bien ici la zonation des différentes espèces de plantes aquatiques, à l'avant la zone des chénopodes, suivie de la zone des feuilles flottantes et des roseaux.

flottabilité supplémentaire et maintient les feuilles à la surface de l'eau. Les feuilles de nénuphar servent de nourriture, de lieu de reproduction et d'habitat à une multitude d'insectes qui peuvent être très étroitement liés à ces plantes, comme par exemple le scarabée des nénuphars (*Galerucella nymphaeae*, en haut de la photo). Le nénuphar blanc et le nénuphar jaune se développent bien dans les eaux plus riches en nutriments. Autrefois, les deux espèces étaient présentes dans le lac de Morat, mais actuellement, on ne trouve plus que le nénuphar jaune.

ZONE DE FRAYÈRES/CHÉNOPODE

En amont de la zone des feuilles flottantes se trouve la zone des frayères/chénopode. Alors que les roses d'eau scellent littéralement la surface avec leurs grandes feuilles et que la lumière ne parvient donc pas à atteindre le fond, les plantes aquatiques qui ont besoin de lumière poussent dans la zone des frayères. Elles forment ici de véritables forêts sous-marines dans lesquelles vit et se nourrit une grande partie de la faune du littoral. Les poissons y ont leurs zones de frai. Dans le lac de Morat, on trouve cette zone à une profondeur de deux à six mètres. Ce sont les zones les plus productives du plan d'eau. La lumière y pénètre avec une forte intensité jusqu'au fond de l'eau et les plantes y assurent une forte production d'oxygène pendant la journée. Un autre nom pour la zone de frai est „ceinture de feuilles immergées“. Les feuilles immergées sont adaptées à un mode de vie submergé, car seules leurs inflorescences dépassent de l'eau. Comme ces feuilles submergées n'ont pas de protection contre l'évaporation, elles se dessèchent

Photo de droite: Zone de roseaux et de joncs de mer. La zonation des différentes espèces de plantes aquatiques est bien visible ici. Photo: Anke Schwarzer





Foto links: Typische Wasserpflanzenflora im Murtensee. Gut sichtbar hier die Zonierung der einzelnen Wasserpflanzenarten, vorne die Laichkrautzone, daran anschliessend die Schwimmblatt- und die Röhrichtzone.

und Pflanzenarten ihren Lebensraum, wie zum Beispiel die Zwergdommel (*Ixobrychus minutus*) als typischer Schilfbrüter, der mittlerweile auf der Roten Liste der bedrohten Vögel der Schweiz steht. Auch im Uferbereich des Murtensees war der Röhrichtbestand im Rückgang begriffen. Durch Schutz- und Renaturierungsmassnahmen versucht man dieser Entwicklung entgegenzuwirken. Typische Vertreter der Röhrichtzone im Murtensee sind das Schilfrohr und die See-Flechtbinse. Letztere dringt mit ihren grünen Halmen weiter ins Wasser vor als das Schilfrohr.

SCHWIMMBLATTZONE

In stillen Buchten und an von Wind und Wellenschlag geschützten Uferbereichen ist dem Röhricht ein Saum aus Schwimmblattpflanzen vorgelagert. Zwei Wasserrosenarten geben dieser Zone ihren Namen, die Weisse Seerose und die Gelbe Teichrose. Während die Weisse Seerose meist in ruhigeren und flacheren Buchten mit Schlammgrund zu finden ist, kommt die Teichrose häufiger auf Sandböden vor und erträgt auch Wellenschlag besser. Sie kann bis in grössere Tiefen vordringen und wächst damit in grösserer Entfernung zum Ufer als die Seerose. Wasserrosen sind den Röhrichtpflanzen unterlegen, wenn es um die Konkurrenz um das Licht geht. Man findet sie eher in Richtung offenes Wasser. Sie sind ein Bindeglied zwischen Röhrichtpflanzen, die nur „mit den Füssen“ im Wasser stehen und den gänzlich untergetauchten, den sogenannten *submersen* Wasserpflanzen. Ihre grossen, auf der Wasseroberfläche schwimmenden Blätter sind in mehrfacher Hinsicht besonders: Nur ihre Oberseite

Foto links: Röhrichtzone mit Schilfrohr und See-Teichbinse. Schön sichtbar hier die Zonierung der einzelnen Wasserpflanzenarten. Foto: Anke Schwarzer



ist durch dicke Wachsschichten geschützt, dadurch perlen Wassertropfen sofort wieder ab. Ihre Unterseite jedoch ist benetzbar und „klebt“ somit regelrecht auf der Wasseroberfläche, was zur Folge hat, dass die Blätter durch Wind und Wellenschlag nicht umgeworfen werden. Im Blattinneren befindet sich schwammartiges Gewebe, welches zusätzlich für Auftrieb sorgt und die Blätter zuverlässig an der Wasseroberfläche hält. Wasserrosenblätter sind Nahrungs-, Brut- und Lebensraum für eine Vielzahl von Insekten, die sehr eng an diese Pflanzen gebunden sein können, wie zum Beispiel der Seerosenblattkäfer (*Galerucella nymphaeae*, oben im Bild). Weisse Seerose und Gelbe Teichrose gedeihen gut in nährstoffreicheren Gewässern.

Früher kamen beide Arten im Murtensee vor, gegenwärtig ist jedoch nur noch die Gelbe Teichrose zu finden.

LAICHKRAUTZONE

Seewärts an die Schwimmblattzone schliesst sich die Laichkrautzone an. Während die Wasserrosen mit ihren grossen Blättern die Oberfläche regelrecht versiegeln und deshalb kaum Licht zum Boden durchkommt, wachsen in der Laichkrautzone die lichtbedürftigen Pflanzen. Sie bilden hier regelrechte Unterwasserwälder in denen ein Grossteil der Tiere des Litorals lebt und sich ernährt. Fische haben hier ihre Laichgebiete. Im Murtensee findet man diese Zone etwa in Tiefen von zwei bis sechs Metern. Es sind die produktivsten Bereiche des Gewässers. Licht dringt hier mit hoher Intensität bis zum Gewässergrund vor und die Pflanzen sorgen tagsüber für eine hohe Sauerstoffproduktion. Ein anderer Name für die Laichkrautzone ist Tauchblattgürtel. Tauchblatt deshalb, weil die Pflanzen nur mit ihren Blütenständen aus dem Wasser herausragen und an die submersen Lebensweise (Lebensweise unter Wasser) angepasst sind. Da diesen Unterwasserblättern ein Verdunstungsschutz fehlt, trocknen sie an der Luft rasch aus.

rapidement à l'air libre. Certaines plantes submergées poussent toute l'année et se reproduisent souvent de manière végétative, c'est-à-dire non pas par leurs graines, mais par des stolons ou des fragments de tiges. Cela signifie qu'une seule plante peut donner naissance à toute une forêt de plantes submergées. Elles ne meurent pas en hiver, mais survivent sous forme de plante entière (comme le nénuphar) ou sous une forme hivernale particulière. Dans le lac de Morat, on connaît actuellement neuf espèces différentes de potamots du genre *Potamogeton*. Les espèces les plus fréquentes sont le potamot à crêtes (*Potamogeton pectinatus*), le potamot à feuilles persistantes (*Potamogeton perfoliatus*) et la petite linotte (*P. pusillus*). Les plantes immergées sont volontiers consommées par le rat musqué (*Ondatra zibethica*) et le castor (*Castor fiber*) ; la foulque (*Fulica atra*) plonge volontiers à plusieurs mètres de profondeur pour capturer ces plantes. Les zones de chénopodes les plus étendues se trouvent dans le lac de Morat, au nord-est et dans la partie occidentale du lac.

ZONE DES CHARACÉES

Les characées sont des artistes de la faim et dépendent en partie de conditions pauvres en substances nutritives. Elles forment la limite entre le littoral couvert de plantes et le fond profond (profundal). Elles descendent jusqu'à ce que même elles ne reçoivent plus assez de lumière pour survivre. Les characées supportent mieux la pression de l'eau que les plantes à fleurs. A partir d'une profondeur de sept à huit mètres, les plantes à fleurs disparaissent et le fond de l'eau est libre pour la colonisation des characées. D'après leur apparence, ces artistes de la survie pourraient facilement être pris pour des plantes à fleurs, mais ce sont en fait des algues. Leur nom vient de leur forme. Plusieurs branches sont disposées en verticilles autour d'un axe central, sur lesquelles se trouvent les organes sexuels mâles et femelles de la plante sous forme de petites sphères jaunes et orange.

Une zone dense de feuilles flottantes avant la zone de roseaux (roseaux). Ici, nénuphar jaune.
Photo: Anke Schwarzer

Cette forme rappelle de loin celle des candélabres. Cette ramification particulière et la nature fragile et cassante des plantes, due à l'accumulation de calcaire, sont typiques de toutes les algues characées. Dans la „zone verte“ de ces algues vivantes, on trouve souvent des acariens et des larves d'insectes en masse. Parmi les plantes aquatiques, les characées détiennent le record de profondeur. Elles peuvent encore être présentes à plus de 40 m de profondeur, si les conditions de lumière le permettent. Elles peuvent former des coussins très étendus et denses, également appelés herbiers de fond ou prairies de chara. Dans le lac de Morat, cette zone est très étroite et seules quelques espèces y sont présentes. Elle est particulièrement bien développée au nord-est, entre Sugiez et Löwenberg, à une profondeur d'environ 5 mètres.



FLORE AQUATIQUE DU LAC DE MORAT

Jusqu'à présent, le lac de Morat n'a guère été étudié d'un point de vue hydrobotanique. Il n'existe que très peu de travaux floristiques et aucun travail sur la végétation concernant le lac. Dans le prochain paragraphe, chaque espèce de plantes aquatiques présente dans le lac de Morat sera examinée en détail.

CORNIFLE IMMERGÉ

(Ceratophyllum demersum L.)

Écologie

Le cornifle immergé se rencontre de préférence dans les plans d'eau riches en nutriments (eutrophes), mais il peut aussi apparaître dans des lacs très pauvres.

Photo de gauche : Zone de frayères dans le lac de Morat.
Photo : Anke Schwarzer





Eine dichte Schwimmblattzone vor der Röhricht- (Schilf-) zone. Hier Gelbe Teichrose.

Foto: Anke Schwarzer

Einige Tauchblattpflanzen wachsen das ganze Jahr über und vermehren sich häufig vegetativ, das heisst nicht über ihre Samen, sondern über Ausläufer oder Spross-Stücke. Dies bedeutet, dass eine einzige Pflanze einen ganzen Tauchblattwald entstehen lassen kann. Sie sterben im Winter nicht ab sondern überdauern als ganze Pflanze oder als spezielle Winterform. Im Murtensee sind gegenwärtig sechs verschiedene Laichkrautarten der Gattung *Potamogeton* bekannt. Die häufigsten Arten sind das Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), das Durchwachsene Laichkraut (*P. perfoliatus*) und das Kleine Laichkraut (*P. pusillus*). Tauchpflanzen werden gerne von Bisam (*Ondatra zibetihca*) und Biber (*Castor fiber*) gefressen; auch das Blässhuhn (*Fulica atra*) taucht gerne metertief hinab um diese Pflanzen zu erbeuten. Die ausgedehntesten Laichkrautzonen finden sich im Murtensee im Nordosten und im westlichen Teil des Sees.

ZONE DER ARMLEUCHTERALGEN....

Armluchteralgen (*Characeen*) sind Hungerkünstler und teilweise auf nährstoffarme Verhältnisse angewiesen. Sie bilden den Abschluss des pflanzenbewachsenen *Litorals* zum Tiefenboden (*Profundal*) hin. Sie reichen soweit hinab, bis selbst sie nicht mehr genügend Licht bekommen um zu überleben. Armluchteralgen ertragen Wasserdruck besser als die Blütenpflanzen. Ab einer Wassertiefe zwischen sieben und acht Metern fallen die Blütenpflanzen daher aus und der Gewässerboden ist frei für die Besiedlung durch Armluchteralgen.

Dem Aussehen nach könnte man diese genügsamen Überlebenskünstler leicht für Blütenpflanzen halten,

Foto links: Laichkrautzone im Murtensee.

Foto: Anke Schwarzer



es sind aber Algen. Ihr Name leitet sich von ihrer Gestalt ab. Um eine Mittelachse sind quirlartig mehrere Äste angeordnet, auf denen die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane der Pflanze als kleine, gelbe und orange-kugelige Gebilde sitzen. Durch diese Form erinnern sie entfernt an Armleuchter. Diese spezielle Verzweigung und die spröde, brüchige Beschaffenheit der Pflanzen, welche durch Kalkeinlagerung zustande kommt, sind typisch für alle Armleuchteralgen. Im „grünen Bereich“ dieser lebenden Algen findet man oft massenhaft Wassermilben und Insektenlarven. Unter den Wasserpflanzen halten die Armleuchteralgen den Tiefenrekord. Sie können noch in über 40 m Tiefe vorkommen, sofern die Lichtverhältnisse das zulassen. Sie können sehr ausgedehnte und dichte Polster bilden, die auch Grundrasen oder Charawiesen genannt werden.

Im Murtensee ist diese Zone sehr schmal und nur wenige Arten kommen dort vor. Besonders gut ausgeprägt ist sie im Nordosten, zwischen Sugiez und Löwenberg, in einer Tiefe von ca. 5 m.

WASSERPFLANZENFLORA

IM MURTENSEE

Der Murtensee wurde bislang kaum aus hydrobotanischer Sicht untersucht. Es liegen nur sehr wenige floristischen und keine vegetationskundlichen Arbeiten über den See vor. Im nächsten Abschnitt wird ausführlich auf jede im Murtensee vorkommende Wasserpflanzenart eingegangen.

DAS RAUE HORNBLATT

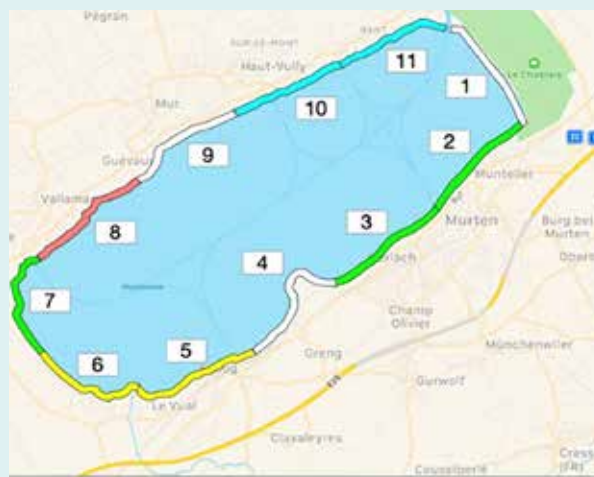
(*Ceratophyllum demersum* L.)

Ökologie

Das Raue Hornblatt kommt bevorzugt in nährstoffreichen (eutrophen) Stillgewässern vor, kann aber auch in sehr nährstoffarmen Seen auftreten, wenn die Konkurrenzverhältnisse es zulassen. Nicht sel-

res en nutriments si les conditions de concurrence le permettent. Il n'est pas rare qu'elle soit entraînée par les canaux ou les larges fossés à écoulement lent. Elle est très tolérante à l'ombre et se trouve dans des eaux „sombres“ dans lesquelles aucune autre espèce submergée ne peut plus s'aventurer. Elle peut former des pousses de plusieurs mètres de long qui se rejoignent pour former des forêts denses et impénétrables. Dans les eaux pauvres en substances nutritives, les accumulations locales du caloptéryx éclatant indiquent des influences d'eutrophisation ou de pollution. Son aire de répartition principale se situe dans les roselières d'étangs et les frayères sur des sols vaseux riches en humus, dans des régions collinéennes à montagnardes. Le cornifle immergé (*Ceratophyllum demersum* L) passe l'hiver sous forme de tige au fond de l'eau et ne remonte à la surface que lorsque l'eau se réchauffe nettement. Chez nous, l'espèce se reproduit principalement de manière végétative par des fragments de tiges ou des pousses latérales arrachées. Elle vit entièrement immergée comme plante flottante ou seulement légèrement ancrée dans la vase molle par des rhizoïdes. La dissémination se fait de manière hydrochorale ou zoochorale par les oiseaux aquatiques.

Distribution dans le lac



Verbreitung von *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt)
 Häufigkeit
 Legende
 Kein Nachweis

Zone des characées. Peu développée dans le lac de Morat.

Photo : Arno Schwarzer

Le Cornifle immergé n'est pas très fréquent dans le lac de Morat, on le trouve généralement sous forme de plante isolée dérivée. Dans les tronçons 1, 4 et 9, elle n'était même pas détectable au moment de l'étude. Dans les eaux moins profondes, l'espèce est surtout présente dans les tronçons 5 et 6. Elle n'est fréquente en grande quantité que dans le tronçon 8. Les eaux riches en nutriments de la Broye et du Pte Glâne contribuent probablement à la présence de cette espèce compétitive sur de grandes surfaces entre les roses d'étang et les communautés de crêtes. Elle y forme également des peuplements monospécifiques qui s'étendent jusqu'à 5 m de profondeur.

CHARA CONTRARIA KÜTZ

(En français, le nom de l'espèce manque.)

Écologie

Le *Chara contraria* Kütz est largement répandu et fréquent en Suisse, où il s'étend de l'étage collinéen à l'étage subalpin. Elle présente une large amplitude écologique et peut être présente dans presque tous les types d'eau, mais évite les cours d'eau. Elle est partiellement tolérante à l'eutrophisation et se trouve dans des eaux oligotrophes à faiblement eutrophes et est favorisée par une légère eutrophisation. Elle colonise aussi bien les eaux peu profondes que les zones plus profondes des cours d'eau. Dans les lacs indigènes, on la trouve, selon les conditions de concurrence et la profondeur de visibilité, depuis le littoral peu profond (0,5 m) jusqu'à environ 8 m de profondeur. *Chara contraria* est aussi bien annuelle que pluriannuelle. En eau peu profonde, elle se comporte comme une annuelle, en eau profonde, elle est pérenne. Le *charaaria contraria* est fertile toute l'année,

Photos de droite: Cornifle immergé (Ceratophyllum demersum) dans les profondeurs du lac de Morat.

Photo : Arno Schwarzer.





Zone der Armelechteralgen. Im Murtensee nicht sehr ausgeprägt. Photo: Arno Schwarzer

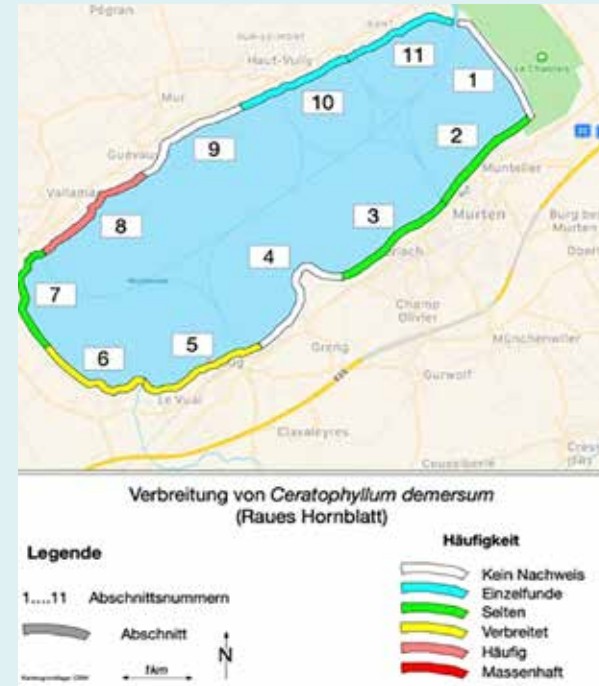
ten wird sie über Kanäle oder langsam fließende breite Gräben verdriftet. Sie ist sehr beschattungs-tolerant und kommt in „dunklen“ Gewässern vor, in die keine andere submerse Art mehr vordringen kann. Sie kann meterlange Triebe ausbilden die zu dichten, undurchdringlichen Wäldern zusammenwachsen. In nährstoffarmen Gewässern sind lokale Häufungen des Rauhen Hornblattes ein Hinweis auf Eutrophierungs- bzw. Verschmutzungseinflüsse. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in Teichrosen- und Laichkrautbeständen über humusreichen Schlamm-böden in kollinen bis montanen Lagen. Das Raue Hornblatt (*Ceratophyllum demersum* L.) überwintert als Spross auf dem Gewässergrund und treibt erst bei deutlicher Wassererwärmung an die Oberfläche. Die Art vermehrt sich bei uns überwiegend vegetativ durch abgerissene Sprosstücke oder Seitentriebe. Sie lebt vollständig untergetaucht als freischwimmende Pflanze oder aber nur leicht verankert über Rhizoide im weichen Schlamm. Die Verbreitung erfolgt hydrochor oder zoochor über Wasservögel.



Verbreitung im See

Das Raue Hornblatt ist im Murtensee nicht sehr häufig, man findet sie meist als verdriftete Einzelpflanze. In den Abschnitten 1, 4 und 9 war sie zum Untersuchungszeitpunkt gar nicht nachweisbar. Im flacheren Wasser ist die Art vor allem in den Abschnitten 5 und 6 zu finden. Einzig im Abschnitt 8 kommt sie in grossen Mengen häufig vor. Nährstoffreiches Wasser von Broye und Pte Glâne trägt wahrscheinlich dazu bei, dass diese konkurrenzkräftige Art hier zwischen den Teichrosen und Kammlaichkrautgesellschaften grossflächig auftritt. Hier bildet sie auch Ein-Art-Bestände aus, die sich bis in 5 m Tiefe erstrecken.

Foto links: Rauhes Hornblatt (Ceratophyllum demersum). in der Tiefe des Murtensees. Fotos: Arno Schwarzer



GEGENSÄTZLICHE ARMLEUCHTERALGE

(*Chara contraria* Kütz)

Ökologie

Die gegensätzliche Armelechteralge ist in der Schweiz weit verbreitet und häufig. Sie dringt von der collinen bis in die subalpine Stufe vor. Sie weist eine breite ökologische Amplitude auf und kann in nahezu allen Gewässertypen vorkommen, Fließgewässer meidet sie jedoch. Sie ist bedingt eutrophierungstolerant und in oligotrophen bis in schwach eutrophe Gewässer zu finden und wird durch leichte Eutrophierung begünstigt. Sie besiedelt sowohl die Flachwasserbereiche als auch tieferen Zonen der Gewässer. In einheimischen Seen kommt sie, je nach Konkurrenzverhältnissen und Sichttiefe, vom flachen Litoral (0,5m) bis in Tiefen von zirka 8 m vor. *Chara contraria* tritt sowohl ein- als auch mehrjährig

de la fin du printemps jusqu'à l'automne. Elle se reproduit aussi bien par voie végétative que générative. Comme elle fructifie généralement abondamment, elle est facilement disséminée par les oospores. Cependant, la multiplication végétative est également efficace et se fait par des fragments de pousses.

Distribution dans le lac

Le „gegensätzliche Armelechteralge“ est présent dans les 11 secteurs du lac de Morat, mais n'y est nulle part fréquent ou massif. Elle est cependant présente dans pratiquement tous les sites d'eau peu profonde et se trouve aussi régulièrement dans le sous-bois des potamogeton.



Dans les communautés denses de plantes flottantes dominées par la grande nénuphar, elle n'est représentée que de manière marginale - si elle l'est - en raison du fort ombrage. Dans le lac de Morat, *Chara contraria* se concentre clairement dans le littoral supé-

Photo de droite: Chara contraria Kütz sous la surface de l'eau à une profondeur de 0,5 à 8m.
Photo: Arno Schwarzer



rieur, c'est-à-dire dans la zone située entre les roseaux et les frayères. Elle n'est pratiquement pas présente dans la zone des characées proprement dite, car les conditions de luminosité y sont actuellement encore défavorables à cette espèce.

CHARA GLOBULARIS THUILL.

(En français, le nom de l'espèce manque.)

Écologie

Le *Chara globularis* Thuill. est largement répandu et fréquent en Suisse, où il s'étend de l'étage collinéen à l'étage subalpin. C'est actuellement le characée le plus fréquent en Suisse. *Chara globularis* est à la fois annuelle et vivace. Elle se reproduit aussi bien par voie végétative que générative et est fertile toute l'année, du printemps à l'automne. Comme elle fructifie généralement abondamment, elle est facilement disséminée par les oospores. *Chara globularis* présente une large amplitude écologique et peut être présente dans presque tous les types d'eau, y compris les cours d'eau. Elle est très tolérante à l'eutrophisation et se trouve donc dans des eaux oligotrophes à fortement eutrophes. Elle est favorisée par l'influence anthropique sur les eaux. Le *Chara globularis* est tolérante à l'ombre et colonise aussi bien les zones d'eau peu profonde que les zones profondes des cours d'eau. Dans les eaux indigènes, on la trouve aussi bien dans les zones littorales peu profondes que jusqu'à la limite

Photo à l'extrême gauche : Chara contraria, gros plan.
Photo de gauche : Chara globularis fragile (Chara globularis Thuill. Photos: Arno Schwarzer

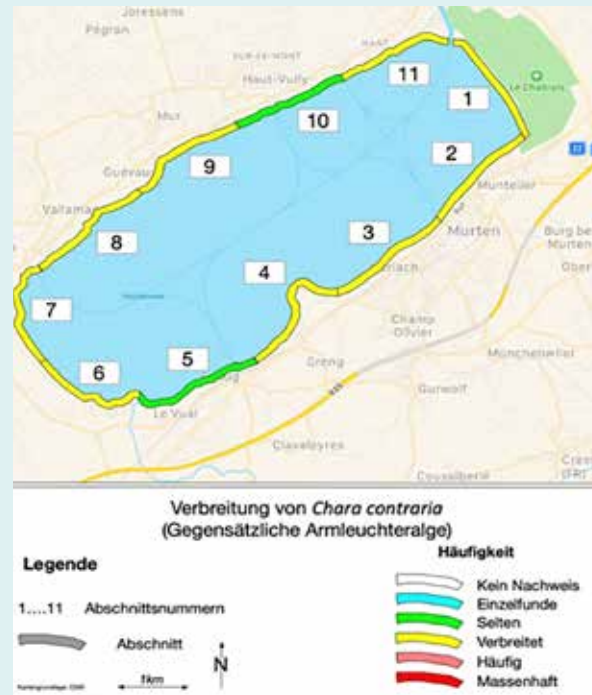




Foto links: Gegenseitliche Armleuchteralge (*Chara contraria* Kütz.) unter der Wasseroberfläche in 0.5 bis 8m Tiefe. Foto: Arno Schwarzer

auf. Im Flachwasser verhält sie sich wie eine Annuelle, im Tiefenwasser perenniert sie. Die Gegenseitliche Armleuchteralge ist das ganze Jahr über vom späten Frühjahr bis in den Herbst fertil. Sie vermehrt sich sowohl vegetativ als auch generativ. Da sie meist reich fruchtet, wird sie leicht über die Oosporen verbreitet. Die vegetative Vermehrung ist jedoch auch effektiv und erfolgt über Sprosstücke.

Verbreitung im See



Die Gegenseitliche Armleuchteralge ist in allen 11 Abschnitten des Murtensees vertreten, kommt dort

Foto ganz links: Gegenseitliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Nahaufnahme. Foto links: Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis* Thuill.). Fotos: Arno Schwarzer



aber nirgends häufig oder massenhaft vor. Die Art findet sich jedoch praktisch an allen Flachwasserstandorten und ist auch im Unterwuchs der Potamogeton-Bestände regelmässig zu finden. In den von der Grossen Teichrose dominierten, dichten Schwimmblattgesellschaften ist sie aufgrund der starken Beschattung - wenn überhaupt - nur randlich vertreten. Im Murtensee hat *Chara contraria* eindeutig einen Schwerpunkt im Oberen Litoral, d.h. im Bereich zwischen Schilf und Laichkrautzone. In der eigentlichen Armleuchteralgenzone kommt sie praktisch nicht vor, da dort gegenwärtig noch ungünstige Lichtverhältnisse für diese Art vorliegen.

ZERBRECHLICHE ARMLEUCHTERALGE

(*Chara globularis* Thuill.)

Ökologie

Die Zerbrechliche Armleuchteralge ist in der Schweiz weit verbreitet und häufig und dringt von der collinen bis in die subalpine Stufe vor. Sie ist derzeit die häufigste Armleuchteralge in der Schweiz. *Chara globularis* ist sowohl ein- als auch mehrjährig. Sie vermehrt sich sowohl vegetativ als auch generativ und ist das ganze Jahr über vom Frühjahr bis in den Herbst fertil. Da sie meist reich fruchtet, wird sie leicht über die Oosporen verbreitet. Die vegetative Vermehrung ist jedoch auch effektiv über Sprosstücke oder Adventivsprosse. *Chara globularis* weist eine breite ökologische Amplitude auf und kann in nahezu allen Gewässertypen, auch Fliessgewässern, vorkommen. Sie ist sehr eutrophie-tolerant, und ist daher in oligotrophen bis stark eutrophen Gewässern zu finden. Sie wird durch den anthropogenen Einfluss auf die Gewässer gefördert. Die Zerbrechliche Armleuchteralge ist schattentolerant und besiedelt sowohl die Flachwasserbereiche als auch Tiefenzonen der Gewässer. In einheimischen Gewässern kommt sie, je nach Konkurrenzverhältnissen und Sichttiefe, sowohl im flachen Litoral als auch bis an die Vegetationsgrenze vor.

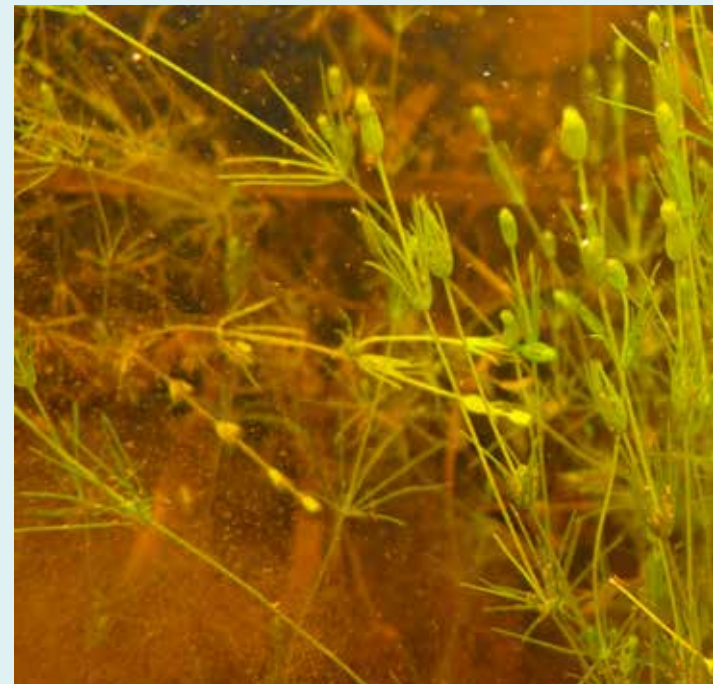
de la végétation, selon les conditions de concurrence et la profondeur de visibilité.

Distribution dans le lac

Le caractère fragile est présent dans 9 des 11 tronçons du lac. Elle est absente des tronçons 5 et 6, mais on peut s'attendre à ce que des individus isolés soient également présents dans ces tronçons. L'espèce n'a donc pas été observée jusqu'à présent. Sinon, le modèle de répartition de *Chara globularis* montre une dichotomie : elle est plus régulièrement représentée sur les rives nord et nord-est du lac de Morat, alors qu'elle est nettement plus rare dans les secteurs sud et sud-est. Il est en outre remarquable qu'elle s'approche de la limite de la végétation. Elle forme souvent, avec *Nitellopsis obtusa*, *Elodea nuttallii* et *Najas marina*, la limite de la végétation. La limite de végétation se situe à environ 5 m de profondeur.



Photo de droite: *Chara globularis* Thuill.
Photo: Arno Schwarzer



ELODÉE DE NUTALL

(*Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John)

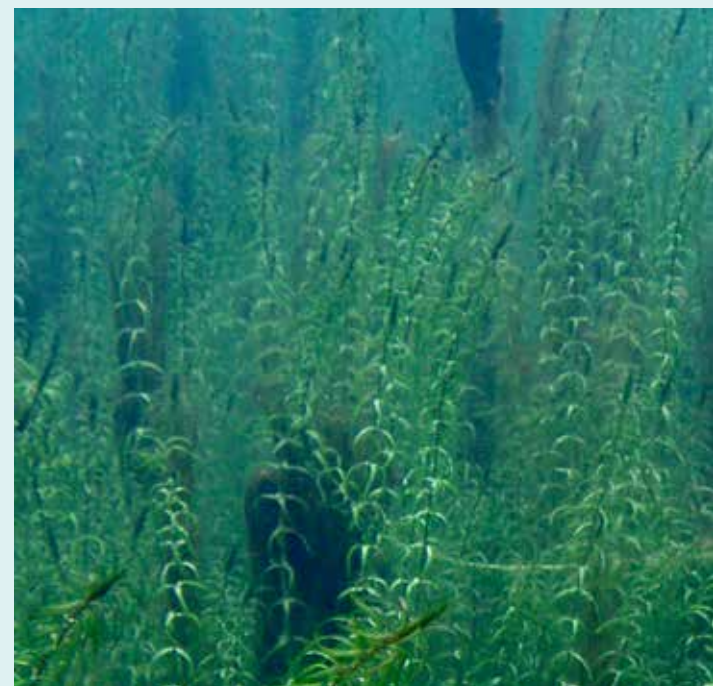
Ecologie

Elodée de Nutall est originaire des États-Unis et du sud-est du Canada. En Suisse, elle est considérée comme une espèce invasive de la „liste noire“, un néophyte dont la présence a un impact négatif sur les habitats colonisés. *Elodea nuttallii* présente une grande amplitude écologique: elle est présente aussi bien dans les zones de des plans d'eau et des cours d'eau pauvres en nutriments ou très riches en nutriments, et supporte également de fortes pollutions. Elle passe l'hiver au fond de l'eau sous forme de pousses et croît dès le début du printemps, supplantant les autres espèces en raison de sa grande capacité de croissance. Elle se développe très rapidement et forme des peuplements denses qui dépassent la végétation locale. Elle n'est que faiblement ancrée dans le substrat et est facilement entraînée par la dérive. Elle ne produit que rarement des fleurs et se reproduit donc principalement de manière végétative par des fragments de tiges.

Distribution dans le lac



Photo de droite: Elodée de Nutall (*Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John) Photo : Arno Schwarzer





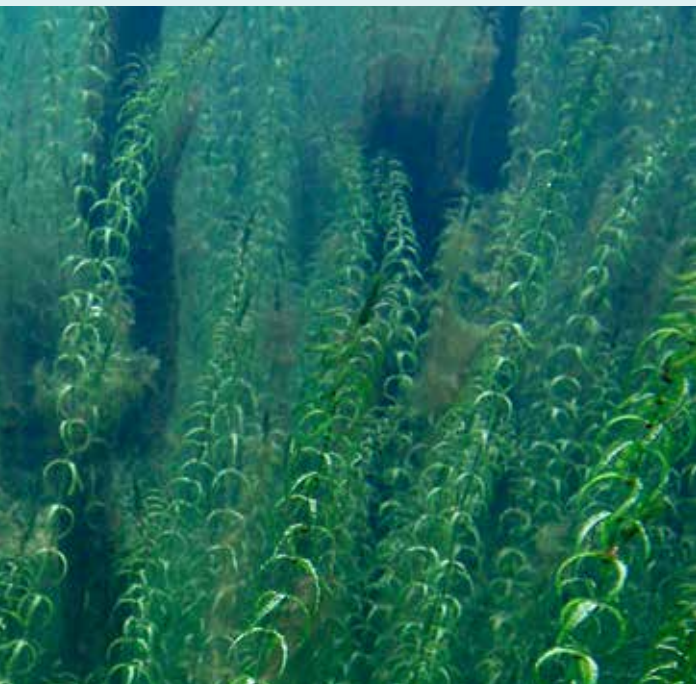
*Zerbrechliche Armeleuchteralge (Chara globularis Thuill.)
Foto: Arno Schwarzer*

Verbreitung im See



Die Zerbrechliche Armeleuchteralge ist in 9 von 11 Abschnitten des Sees nachgewiesen. Sie fehlt in den Abschnitten 5 und 6. Es ist aber zu erwarten, dass zumindest Einzelfunde auch in diesen Abschnitten vorkommen, die Art also hier bislang übersehen wurde. Ansonsten zeigt das Verbreitungsmuster für *Chara globularis* eine Zweiteilung: Sie ist regelmäßiger im Nord- und Nordostufer des Murtensees vertreten, im südlichen und südöstlichen Bereich kommt sie deutlich seltener vor. Bemerkenswert ist ausserdem ihr Vordringen bis nahe an die Vegetationsgrenze. Sie bildet häufig, zusammen mit *Nitellopsis*

Foto links: Nutalls Wasserpest (Elodea nuttallii (Planch.) H. St. John). Foto: Arno Schwarzer



obtusa, Elodea nuttallii und *Najas marina* die Vegetationsgrenze in zirka 5 m Tiefe.

NUTALLS WASSERPEST

(*Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John)

Ökologie

Nutalls Wasserpest stammt ursprünglich aus den USA und Südost-Kanada und gilt in der Schweiz als invasive Art der „Schwarzen Liste“, als Neophyt, dessen Vorkommen sich negativ auf die besiedelten Lebensräume auswirkt. *Elodea nuttallii* weist eine grosse ökologische Amplitude auf: Sie kommt sowohl in nährstoffarmen als auch sehr nährstoffreichen Still- und Fließgewässern vor und verträgt auch starke Verschmutzungseinflüsse. Sie überwintert als Spross auf dem Gewässerboden und wächst bereits im zeitigen Frühjahr und verdrängt aufgrund ihrer enormen Wuchsleistung und den dichten Beständen, die sie ausbildet, die heimische Vegetation. Sie ist nur schwach im Substrat verankert und wird leicht verdriftet. Blüten bildet sie selten aus und vermehrt sich daher überwiegend vegetativ über Sprosstücke.

Verbreitung im See

Nutalls Wasserpest ist im Murtensee erfreulicherweise nicht häufig. Diese invasive Art wurde während der sommerlichen Kartierphase 2020 nur in 4 von 11 Litoralabschnitten nachgewiesen. Interessanterweise beschränken sich die Vorkommen auf die Abschnitte, in denen Zuflüsse in den See gelangen, Abschnitte 5, 7, 8 und 1. Am häufigsten kommt die Art in den stark gestörten Abschnitten 7 und 8 vor, dort begünstigen Badebetrieb, Bootsverkehr und der Zufluss der Broye die Ausbreitung der Art.

Elodée de Nutall n'est heureusement pas fréquent dans le lac de Morat. Cette espèce invasive n'a été observée durant la phase de cartographie estivale 2020 que dans 4 des 11 tronçons littoraux. Il est intéressant de noter que sa présence se limite aux tronçons où des affluents se déversent dans le lac, les tronçons 5, 7, 8 et 1. L'espèce est la plus fréquente dans les tronçons 7 et 8, fortement perturbés, où l'activité de pêche et la présence de la Broye favorisent sa présence. La baignade, la circulation des bateaux et l'affluence de la Broye favorisent l'expansion de l'espèce. Les rapports de concurrence ne se sont toutefois pas (encore) modifiés en faveur de cette néophyte. A l'avenir, il faudrait observer à intervalles réguliers dans quelle mesure les conditions de colonisation d'*Elodea nuttallii* se modifient dans le lac.

FONTINALIS ANTIPYRETICA HEDW.

(Aucun nom d'espèce français trouvé.)

Écologie

La bryophyte commune est un représentant fréquent de la flore des bryophytes aquatiques et est largement répandue en Suisse. L'espèce colonise aussi bien les plans d'eau que les cours d'eau et se concentre sur les eaux mésotrophes à eutrophes. *Fontinalis antipyretica* pousse généralement immergée, mais peut aussi s'assécher pendant une longue période et survivre ainsi à de fortes variations du niveau de l'eau. Elle n'est pas limitée aux substrats rocheux ou pierreux riches en calcaire, mais pousse également sur des pierres pauvres en calcaire, sur des murs en ciment et sur du bois. Dans les eaux claires, on peut la trouver jusqu'à de grandes profondeurs (< 10 m).

Distribution dans le lac

Fontinalis antipyretica est régulièrement présente dans le lac de Morat. La mousse aquatique se trouve dans 8 des 11 tronçons de berges. L'espèce profite du remblayage étendu des rives avec des blocs de pierre

Photo de droite: *Fontinalis antipyretica* Hedw. au bord de l'eau.

Photo de gauche: Elodée de Nutall (*Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John). Photos: Arno Schwarzer

et des murs de rive dans certaines régions. Cela signifie que *Fontinalis antipyretica* est également présente partout où les berges naturelles sont fortement marquées.



PETITE LENTILLE D'EAU

(*Lemna minor* L.)

Écologie

La petite lentille d'eau est une plante aquatique flottant à la surface de l'eau, d'une taille de quelques millimètres seulement, avec quelques courts filaments

Fontinalis antipyretica Hedw. sous la surface de l'eau.
Photo : Arno Schwarzer

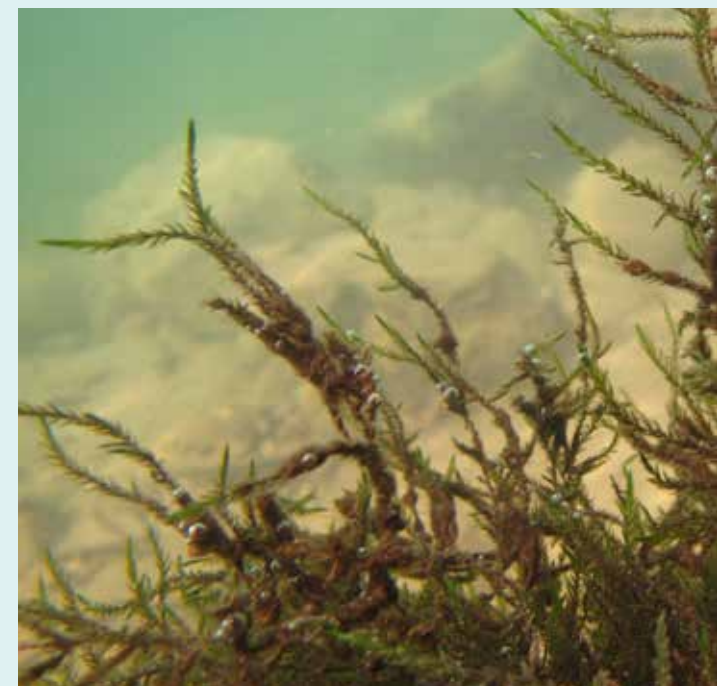




Foto rechts: *Gemeines Brunnenmoos (Fontinalis antipyretica Hedw.) am Wasserrand.*

Foto links: *Nutalls Wasserpest (Elodea nuttallii (Planch.) H. St. John).* Fotos: Arno Schwarzer



Verbreitung von *Elodea nuttallii* (Nutalls Wasserpest)

Legende

1....11 Abschnittnummern

Abschnitt

1km

Häufigkeit

- Kein Nachweis
- Einzelfunde
- Selten
- Verbreitet
- Häufig
- Massenhaft

Die Konkurrenzverhältnisse haben sich aber offensichtlich (noch) nicht zugunsten dieses Neophyten verschoben. Zukünftig sollte in regelmässigen Abständen beobachtet werden, in wie weit sich die Besiedlungsverhältnisse von *Elodea nuttallii* im See verändern.

GEMEINES BRUNNENMOOS

(*Fontinalis antipyretica Hedw.*)

Ökologie

Das Gemeine Brunnenmoos ist ein häufiger Vertreter

Gemeines Brunnenmoos (Fontinalis antipyretica Hedw. unter der Wasseroberfläche. Foto: Arno Schwarzer

ter der Wassermoosflora und ist in der Schweiz weit verbreitet. Die Art besiedelt sowohl Still- als auch Fließgewässer und hat ihren Schwerpunkt in meso- bis eutrophen Gewässern. *Fontinalis antipyretica* wächst in der Regel untergetaucht, kann aber auch längere Zeit trocken fallen, überdauert also stärker-Wasserspiegelschwankungen. Sie ist nicht auf kalkreiche Fels- bzw. Steinsubstrate beschränkt sondern wächst auch auf kalkarmen Steinen, auf Zementmauern sowie Holz. In klaren Gewässern kann sie bis in grössere Wassertiefen (< 10 m) vorkommen.

Verbreitung im See



Verbreitung von *Fontinalis antipyretica* (Gemeines Brunnenmoos)

Legende

1....11 Abschnittnummern

Abschnitt

1km

Häufigkeit

- Kein Nachweis
- Einzelfunde
- Selten
- Verbreitet
- Häufig
- Massenhaft

racinaires qui pendent librement dans l'eau. On la trouve dans les eaux stagnantes mais aussi dans les eaux lentes, mésotrophes à eutrophes.

Dans les cours d'eau, elle se limite généralement aux bords à faible courant ou apparaît dans la zone de retenue des obstacles. *Lemna minor* préfère les eaux peu profondes et protégées du vent, qu'elle peut recouvrir entièrement. Elle se propage par le biais des oiseaux aquatiques ou de l'eau courante. La petite lentille d'eau est une plante aquatique fréquente et largement répandue dans toute la Suisse jusqu'à l'étage subalpin.

Distribution dans le lac



La petite lentille d'eau n'a été observée que dans le tronçon 6 du lac de Morat, dans la zone d'influence directe de l'embouchure de l'Eau Noire, près du cam-

Photo de droite: Petite lentille d'eau (Lemna minor L.)

Photo : Arno Schwarzer

ping d'Avenches Plage. Elle y séjourne dans les eaux calmes et calmes, entre les nénuphars et la roselière littorale. La population n'est pas très importante.

LENTILLE D'EAU TRIFIDE

(*Lemna trisulca* L.)

Écologie

La lentille d'eau trifide, tout comme la petite lentille d'eau qui lui est apparentée, est une espèce flottante qui nage librement dans l'eau. Mais à la différence de *L. minor*, qui est pléusophile, elle vit submergée, c'est-à-dire qu'elle flotte à quelques centimètres de la surface de l'eau. En conséquence, *L. trisulca* est principalement présente dans les eaux claires et propres, mésotrophes à eutrophes, qui sont généralement ombragées. En plein soleil, cette espèce est envahie en surface par les autres lemnacées. *Lemna trisulca* L. est relativement résistante au froid et se rencontre dans les Alpes jusqu'à près de 1900 m d'altitude.

Distribution dans le lac

La lentille d'eau trifide n'a été observée que dans le tronçon 6 du lac de Morat, dans la zone d'influence directe de l'embouchure de l'Eau Noire au camping d'Avenches Plage. Elle y séjourne dans les eaux calmes et calmes, entre les nénuphars et la roselière littorale. La population n'est pas très importante.





Foto links: Kleine Wasserlinse (*Lemna minor* L.)

Foto: Arno Schwarzer

Das Brunnenmoos ist im Murtensee regelmässig zu finden. Das Wassermoos findet sich in 8 von 11 Uferabschnitten. Die Art profitiert von den gebietsweise ausgedehnten Uferschüttungen mit Blocksteinen und den Ufermauern. Dies bedeutet: Überall wo es zu starke Überprägungen des Naturufers kommt, tritt auch *Fontinalis antipyretica* auf.

KLEINE WASSERLINSE

(*Lemna minor* L.)

Ökologie

Die Kleine Wasserlinse ist eine auf der Wasseroberfläche schwimmende, nur wenige Millimeter grosse Wasserpflanze mit wenigen kurzen Wurzelfäden, die frei im Wasser hängen. Sie ist in stehenden aber auch langsam fliessenden, meso- bis eutrophen Gewässern zu finden. In Fließgewässern ist sie meist auf strömungsarme Gewässerränder beschränkt oder tritt im Staubereich von Hindernissen auf. *Lemna minor* bevorzugt flache, windgeschützte Gewässer, die sie komplett zuwachsen kann. Die Verbreitung erfolgt über Wasservogel oder fliessendes Wasser. Die Kleine Wasserlinse ist eine häufige Wasserpflanze und in der ganzen Schweiz bis in die subalpine Stufe weit verbreitet.

Verbreitung im See

Die Kleine Wasserlinse wurde in Murtensee nur im Abschnitt 6 nachgewiesen und zwar im unmittelbaren Einflussbereich der Eau Noire-Mündung beim Campingplatz Avenches Plage. Hier hält sie sich im windberuhigten Stillwasserbereich auf, zwischen Seerosen und Uferföhricht. Die Population ist nicht sehr gross.

Foto links: Dreifurchige Wasserlinse (*Lemna trisulca* L.)

Fotos: Arno Schwarzer



DREIFURCHIGE WASSERLINSE

(*Lemna trisulca* L.)

Ökologie

Die Dreifurchige Wasserlinse ist wie die mit ihr verwandte Kleine Wasserlinse, ein freischwimmender Wasserschweber. Im Unterschied zur pleustisch lebenden *L. minor* lebt sie allerdings submers, d.h. sie schwebt wenige Zentimeter unter der Wasseroberfläche. Dementsprechend ist *L. trisulca* überwiegend in klaren und saubereren, meso- bis eutrophen Gewässern zu finden, die meist beschattet sind. In vollsonnigen Lagen wird diese Art von den anderen Lemnaceen an der Oberfläche überwuchert. *Lemna trisulca* L. ist relativ kälteresistent und kommt in den Alpen bis auf fast 1900 m vor.



MYRIOPHYLLE EN ÉPI (*Myriophyllum spicatum* L.)

Écologie

Myriophyllum spicatum est encore assez fréquent dans les eaux locales. La plante pousse aussi bien individuellement que par groupes, mais peut aussi former des peuplements monospécifiques denses. La Myriophylle en épi se rencontre dans les eaux mésotrophes à fortement eutrophes et supporte également un certain degré de pollution.

L'axe de la tige, très souple et stable, supporte bien le courant, c'est pourquoi l'espèce est régulièrement présente dans les communautés de plantes aquatiques des cours d'eau. Elle est aussi souvent l'une des premières à coloniser les eaux d'excavation fraîchement créées, et la pollinisation des fleurs émergées

Photo de droite: Myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum* L.). Photo : Arno Schwarzer

se fait par le vent. Mais le millepertuis se reproduit aussi très efficacement par les branches arrachées et les bourgeons terminaux.

Distribution dans le lac



Myriophyllum spicatum est attestée dans 9 des 11 tronçons, elle est donc pratiquement répartie sur l'ensemble du lac. Bien qu'elle ne soit nulle part fréquente, on la trouve régulièrement en tant que plante isolée ou en groupe dans les eaux peu profondes. Dans le lac de Morat, elle ne forme pas de communauté dominante, mais accompagne princi-

Photo de droite: Myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum* L.) sous la surface de l'eau. Photo de l'extrême droite: Najaie marine (*Najas marina*). Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum* L.). Foto: Arno Schwarzer

Verbreitung im See



Die Dreifurche Wasserlinse wurde im Murtensee nur im Abschnitt 6 nachgewiesen und zwar im unmittelbaren Einflussbereich der Eau Noire-Mündung beim Campingplatz Avenches Plage. Hier hält sie sich im windberuhigten Stillwasserbereich auf, zwischen Seerosen und Uferröhricht. Die Population ist nicht sehr gross.

Foto links: Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum* L.) unter der Wasseroberfläche. Rechts: Grosses Nixenkraut, (*Najas marina*). Fotos: Arno Schwarzer



ÄHRIGES TAUSENBLATT (*Myriophyllum spicatum* L.)

Ökologie

Myriophyllum spicatum ist in heimischen Gewässern noch recht häufig zu finden. Die Pflanze wächst sowohl einzeln als auch truppweise, kann aber auch dichte monotypische Bestände ausbilden.

Das Ährige Tausendblatt kommt in mesotrophen bis stark eutrophen Gewässern vor und erträgt auch einen gewissen Grad an Verschmutzung.

Die sehr biegsame und stabile Sprossachse hält Strömung gut aus, daher ist die Art auch regelmässig in Wasserpflanzengesellschaften der Fliessgewässer zu finden. Auch tritt sie häufig in frisch angelegten Abgrabungsgewässern als eine der ersten Besiedler auf.

Die Bestäubung der emersen Blüten erfolgt über den Wind. Das Ährige Tausendblatt vermehrt sich jedoch auch sehr effektiv über abgerissene Äste und Endknospen.

Verbreitung im See

Myriophyllum spicatum ist in 9 von 11 Abschnitten nachgewiesen, kommt also praktisch über den ganzen See verteilt vor. Sie tritt zwar nirgends häufig auf, ist aber immer wieder als Einzelpflanze oder truppweise im Flachwasser zu finden.

Sie bildet im Murtensee keine eigene Dominanzgesellschaft sondern ist als Begleiter überwiegend in Characeengesellschaften, in der Gesellschaft des Kammlaichkrautes und der Teichrosengesellschaft zu finden. Das Ährige Tausendblatt wurde dabei in Gewässertiefen zwischen 1,0 und 4,1 m Tiefe beobachtet.

palemment les communautés de characées, les communautés de carex et les communautés de roses d'étang. La centaurée a été observée entre 1,0 et 4,1 m de profondeur.

NAÏADE MARINE

(*Najas marina* L.)

Écologie

La Naïade marine est un thérophyte thermophile qui se développe chaque année en été à partir des graines hivernantes. L'espèce est thermophile et se limite donc aux eaux collinaires qui se réchauffent fortement en été. En Suisse, *Najas marina* colonise donc principalement les rives des lacs, les anciens plans d'eau et les eaux d'excavation. La présence de l'espèce varie fortement en fonction de l'évolution des températures. Contrairement aux données de la littérature, l'espèce n'est pas seulement présente dans les eaux peu profondes (0,5-1,5 m), mais aussi dans les zones plus profondes et forme parfois - comme dans les lacs de Sempach et de Zurich - la limite de végétation à 10 m de profondeur.

Distribution dans le lac

La Naïade marine est présente dans 10 des 11 tronçons du lac de Morat. L'espèce forme des peuplements particulièrement denses dans les eaux peu profondes des tronçons 1 et 10. Dans plusieurs tronçons (5, 7, 9 et 10), les peuplements étaient si développés en été 2020 que la Naïade a pu y former sa propre communauté dominante. Dans le lac de Morat, l'espèce est toutefois également présente dans des zones littorales plus profondes. Elle envahit la communauté de l'herbe à crêtes, ainsi que celle de la frayère brillante et se trouve aussi régulièrement dans la communauté des roses d'étang. Il n'est pas rare que *Najas marina* forme la limite de la végétation à 5 m de profondeur dans le lac de Morat.

Photo de droite: Naïade marine, (Najas marina). Sous la surface de l'eau. Photo : Arno Schwarzer.



NITELLA OPACA (BRUZELIUS) C. AGARDH

(*Aucun nom d'espèce français trouvé.*)

Écologie

Actuellement, l'algue luisante sombre est surtout présente dans les grands lacs clairs et les étangs du Plateau. Dans toute la Suisse, on compte actuellement moins de 50 stations de cette espèce de characées. Sa présence a diminué et l'espèce est classée comme menacée à l'échelle nationale. Elle colonise une large palette d'habitats et se trouve surtout dans les lacs, mais aussi dans les petits plans d'eau, les cours d'eau, les fossés et les eaux d'excavation. On ne la trouve que

Photo de droite: Nitella opaca (Bruzelius) C. Agardh).

Photo : Arno Schwarzer





Foto links: Grosses Nixenkraut, (*Najas marina*) unter der Wasseroberfläche. Foto: Arno Schwarzer.



GROSSES NIXENKRAUT

(*Najas marina* L.)

Ökologie

Das Grosse Nixenkraut ist ein wärmeliebender Therophyt, der sich alljährlich neu erst im Sommer aus den überwinterten Samen entwickelt. Die Art ist wärmeliebend und daher auf colline Gewässer beschränkt, die sich sommerlich stark erwärmen. Demzufolge besiedelt *Najas marina* in der Schweiz überwiegend Seeufer, Altgewässer und Abgrabungsgewässer. Die Vorkommen schwanken stark, je nach Temperaturverlauf. Die Bestände können sich jedoch

Foto links: Dunkle Glanzleuchteralge (*Nitella opaca* (Bruzelius) C. Agardh). Foto: Arno Schwarzer



unter günstigen Bedingungen v.a. im August stark ausbreiten und andere Wasserpflanzenbestände überwachsen. Entgegen den Literaturangaben kommt die Art in heimischen Gewässern oft nicht nur im Flachwasser (0,5-1,5 m), sondern auch in tieferen Zonen vor und bildet gelegentlich - wie im Sempachersee und im Zürichsee - stellenweise die Vegetationsgrenze in 10 m Tiefe.

Verbreitung im See



Das Grosse Nixenkraut kommt im Murtensee in 10 von 11 Abschnitten vor. Besonders dichte Bestände bildet die Art im Flachwasser der Abschnitte 1 und 10. In verschiedenen Abschnitten (5,7,9 und 10) waren die Bestände im Sommer 2020 so ausgeprägt, dass das Grosse Nixenkraut dort eine eigene Dominanzgesellschaft ausbilden konnte. Im Murtensee kommt

très rarement dans les eaux temporaires. *Nitella opaca* est une plante printanière dont le pic de fertilité se situe en mars-mai. Dans les petits cours d'eau peu profonds, la plante est observable jusqu'à fin mai, date à laquelle elle disparaît. Dans les eaux profondes et froides, elle est vivace et fertile de juillet-août, mais reste souvent stérile. L'espèce n'est que partiellement tolérante à l'eutrophisation, elle colonise principalement les eaux oligo-mésotrophes. Dans les lacs, elle est présente dans les eaux peu profondes avec une profondeur optimale comprise entre 1,0 et 6,0 m, mais elle apparaît également dans la zone profonde des lacs clairs, où elle forme la limite de la végétation. En Suisse, des populations sont connues dans des lacs clairs jusqu'à 20 m de profondeur.

Distribution dans le lac

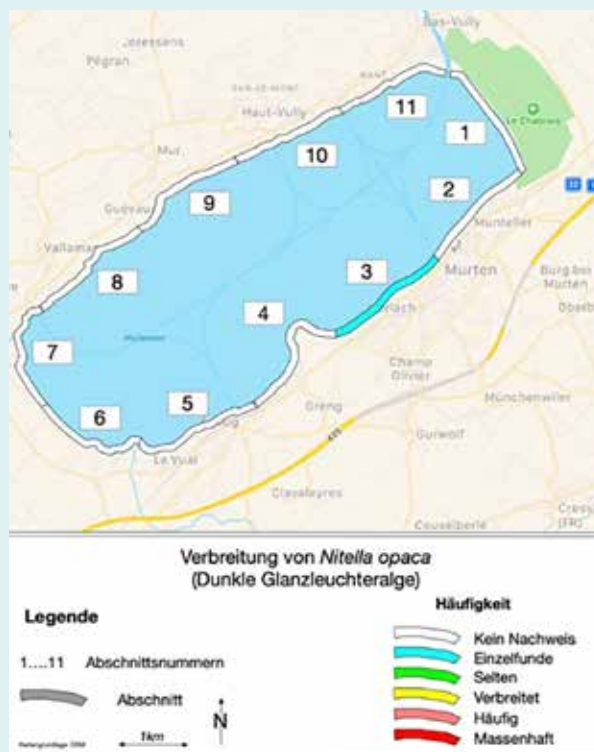


Photo de droite: Nitella opaca (Bruzellius) C. Agardh sous le microscope. *Photo à l'extrême droite: Nitella opaca sur une feuille.* Photos: Arno Schwarzer

La découverte de l'algue luisante sombre dans le lac de Morat est une surprise et montre clairement que la végétation du lac se déplace lentement en faveur des espèces mésotrophes. *Nitella opaca* n'a été trouvée jusqu'à présent qu'à un seul endroit dans un petit port près de Morat. En raison de la profondeur de visibilité encore relativement faible, l'espèce n'est pas en mesure de coloniser la zone profonde du lac et se déplace donc vers des sites d'eau peu profonde. Il faut s'attendre à ce que l'algue luisante sombre continue à se répandre dans le lac de Morat.

NITELLOPSIS OBTUSA (DESV.) J. GROVES

(Aucun nom d'espèce français trouvé.)

Écologie

Nitellopsis obtusa est présente dans tous les grands lacs de Suisse. Des populations parfois importantes sont désormais connues dans le lac de Bièvre, le lac de Zurich et le lac des Quatre-Cantons. L'espèce n'a été identifiée en Suisse qu'au début du 20^e siècle, mais depuis, son aire de répartition n'a cessé de s'étendre dans le pays. Autrefois connue uniquement des eaux profondes des lacs oligotrophes, elle a changé d'emplacement et se trouve également en Suisse dans les eaux peu profondes, à proximité immédiate des rives. L'espèce est généralement annuelle et meurt à la fin de l'été/au début de l'automne. Elle peut toutefois persister en vert dans les eaux profondes. *Nitellopsis obtusa* est rarement fertile, elle pousse généralement à partir de bulbilles hivernantes. *Nitellopsis obtusa* est oligomésotrophe. Elle est favorisée par une légère eutrophisation. Elle est relativement tolérante à l'ombre et ne se déplace vers les zones peu profondes que lorsque l'eau devient plus trouble.

Photo de droite: Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Groves.
Photo: Arno Schwarzer

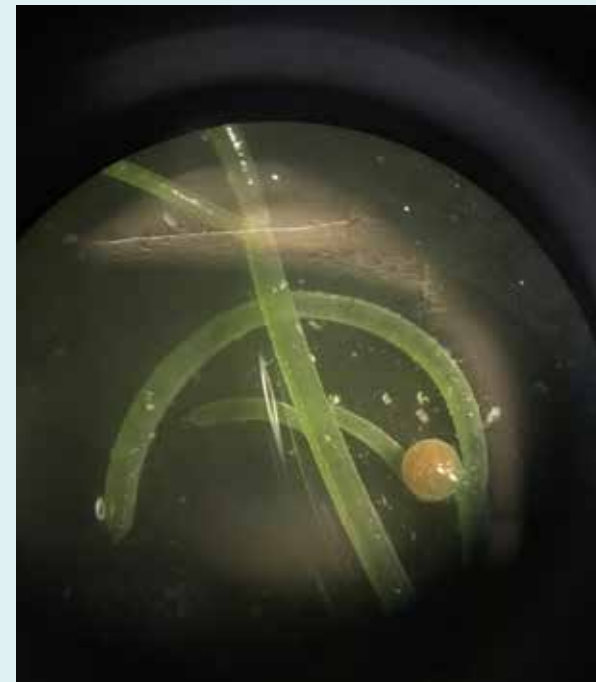




Foto ganz links: Dunkle Glanzleuchteralge (*Nitella opaca* (Bruzelius) C. Agardh) unterm Mikroskop. Foto links: *Nitella opaca* auf dem Blatt. Fotos Arno Schwarzer

die Art jedoch auch in tieferen Litoral-Bereichen vor. Sie dringt in Kammlaichkrautgesellschaft ein, ebenso in die Gesellschaft des Glänzenden Laichkrautes und ist auch regelmässig in der Teichrosengesellschaft zu finden. Nicht selten bildet *Najas marina* im Murtensee die Vegetationsgrenze in 5 m Tiefe.

DUNKLE GLANZLEUCHTERALGE

(*Nitella opaca* (Bruzelius) C. Agardh)

Ökologie

Die Dunkle Glanzleuchteralge kommt gegenwärtig vor allem in den klaren grossen Seen und in Weihern des Mittellandes vor. Schweizweit gibt es derzeit weniger als 50 Fundorte dieser Armleuchteralgenart. Ihre Vorkommen sind zurückgegangen und die Art wird landesweit als gefährdet eingestuft. Sie besiedelt eine breite Palette von Lebensräumen und kommt vor allem in Seen, aber auch in Kleingewässern, Fliessgewässern, Gräben und Abgrabungsgewässern vor. Nur sehr selten findet man sie auch in temporären Gewässern. Im Flachwasser ist sie einjährig, im Tiefenwasser mehrjährig. *Nitella opaca* ist eine Frühjahrs- und Sommerpflanze, der Fertilitätsschwerpunkt liegt im März-Mai. In flachen Kleingewässern ist die Pflanze beobachtbar bis Ende Mai, dann verschwindet sie. In tiefen, kalten Gewässern ist sie ausdauernd und von Juli-August fertil, bleibt aber oft auch steril. Die Art ist nur bedingt eutrophierungstolerant, sie besiedelt überwiegend oligo-mesotrophe Gewässer. In Seen kommt sie im Flachwasser mit einem Tiefenoptimum zwischen 1,0-6,0 m vor, tritt aber auch in der Tiefenzone klarer Seen auf, und bildet dort die Vegetationsgrenze. In der Schweiz sind in klaren Seen Vorkommen bis in 20 m Tiefe bekannt.

Foto links: Die Stern-Armleuchteralge (*Nitelopsis obtusa* (Desv.) J. Groves. Foto: Arno Schwarzer



Verbreitung im See



Der Nachweis der Dunklen Glanzleuchteralge im Murtensee ist eine Überraschung und zeigt deutlich, dass sich die Vegetation des Sees langsam zugunsten der mesotraphenten Arten verschiebt. *Nitella opaca* wurde bislang nur an einer Stelle in einem kleinen Hafen bei Murten gefunden. Die Art ist aufgrund der noch relativ geringen Sichttiefe nicht in der Lage, die Tiefenzone des Sees zu besiedeln und weicht daher auf Flachwasserstandorte aus. Es ist zu erwarten, dass sich die Dunkle Glanzleuchteralge weiter im Murtensee ausbreiten wird.

DIE STERN-ARMLEUCHTERALGE

(*Nitelopsis obtusa* (Desv.) J. Groves)

Ökologie

Die Stern-Glanzleuchteralge kommt in allen grossen

Distribution dans le lac



Il y a quelques années encore, *Nitellopsis obtusa* n'était pas connue dans le lac de Morat. Elle a été détectée pour la première fois lors d'études préliminaires en 2011. L'étude de l'ensemble du lac de Morat montre de manière surprenante que la nophtalmie étoilée est présente partout dans le littoral du lac, mais à des fréquences très différentes. Elle est la plus fréquente dans les tronçons 2, 7, et 11, où elle se trouve principalement dans les eaux peu profondes et pénètre jusqu'à la communauté de laïches à crête. En de nombreux endroits du lac, on trouve cependant l'espèce jusqu'à proximité de la limite de la végétation entre 4 et 5 m de profondeur. D'un point de vue quantitatif, *Nitellopsis obtusa* est actuellement la characée la plus fréquente. Elle est présente dans tous les grands lacs de Suisse.

Photo de droite: *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves.
Photo à l'extrême droite: *Nénuphar jaune* (*Nuphar lutea* L.). Photos: Arno Schwarzer

NÉNUPHAR JAUNE

(*Nuphar lutea* L.) - non menacée, pas d'espèce prioritaire

Écologie

La Nénuphar jaune est encore largement répandue en Suisse et colonise les eaux stagnantes et à courant lent comme les lacs, les étangs, les canaux et les anciens cours d'eau dans les régions collinéennes à montagnardes. Les eaux colonisées sont mésotrophes à eutrophes. Elle est bien adaptée aux grandes profondeurs d'eau grâce à sa tige large et élastique et à ses feuilles immergées et peut être présente jusqu'à 6 m de profondeur. La dissémination se fait par les poissons et les oiseaux aquatiques qui mangent les graines. La reproduction végétative se fait également par les tiges couchées sur le fond de l'eau, de la taille d'un bras.

Distribution dans le lac

Dans le lac de Morat, *Nuphar lutea* est présente dans tous les tronçons. Elle est particulièrement fréquente dans les tronçons 5, 6, 8, 9 et 10. Dans les endroits protégés, on trouve toujours de grandes populations fermées qui peuvent occuper une surface de plus de 1000 m². Les vagues provoquées par les vents forts affectent régulièrement la grande nénuphar dans le lac de Morat, de sorte qu'elle est surtout présente dans les parties sous le vent. Dans les endroits au vent, les feuilles émergées sont souvent complètement détruites par le choc des vagues, de sorte que la plante ne continue à pousser que dans les „feuilles de salade“ submergées, même dans les eaux peu profondes. Dans le lac de Morat, la rosalie d'étang forme une communauté dominante à de nombreux endroits,

Photo de droite: *Nénuphar jaune* (*Nuphar lutea* L.)
Photo: Anke Schwarzer





Foto links: Nénuphar jaune (*Nuphar lutea* L.) Foto ganz links: Die Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves. Fotos Arno Schwarzer

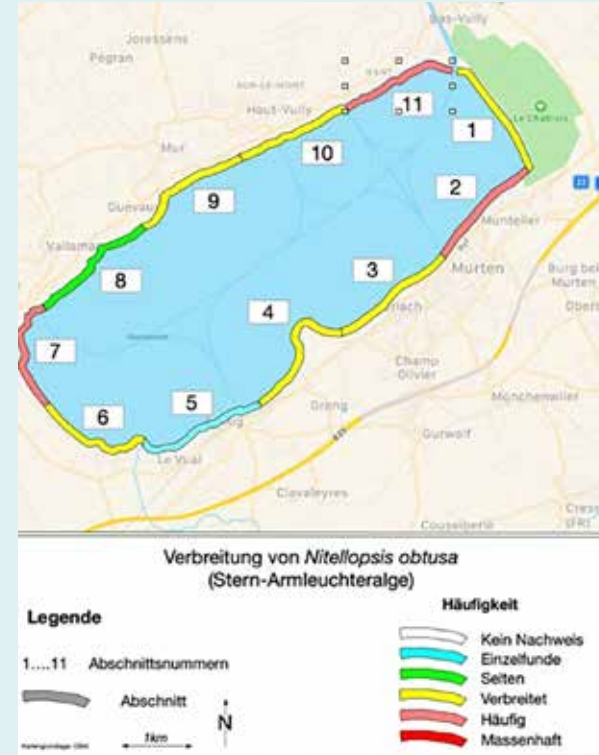
Seen der Schweiz vor. Aus dem Bielersee, dem Zürichsee und dem Vierwaldstättersee sind mittlerweile zum Teil grosse Bestände bekannt. Die Art wurde erst anfangs des 20. Jahrhunderts in der Schweiz nachgewiesen, seitdem hat sich ihr Verbreitungsgebiet in der Schweiz kontinuierlich vergrössert. Früher nur aus dem Tiefenwasser oligotropher Seen bekannt, hat sie einen Standortwechsel vollzogen und ist in der Schweiz auch im Flachwasser in unmittelbarer Ufernähe zu finden. Die Art ist in der Regel einjährig und stirbt im Spätsommer/Frühherbst ab. Sie kann aber auch im Tiefenwasser grün überdauern. *Nitellopsis obtusa* ist selten fertil, sie wächst meist aus überwinternden Bulbillen. *Nitellopsis obtusa* ist oligo- bis mesotrophent. Sie wird durch leichte Eutrophierung gefördert. Sie ist bedingt schattentolerant und weicht erst bei stärkerer Gewässertrübung in Flachwasserzonen aus.



Verbreitung im See

Bis vor wenigen Jahren war *Nitellopsis obtusa* noch nicht aus dem Murtensee bekannt. Sie wurde erstmals bei Voruntersuchungen in 2011 nachgewiesen. Die flächendeckende Untersuchung des Murtensees zeigt überraschenderweise, dass die Stern-Glanzleuchteralge überall im Seelitoral vorkommt, jedoch in sehr unterschiedlichen Häufigkeiten. Am häufigsten kommt sie in den Abschnitten 2, 7, und 11 vor, wo sie überwiegend im Flachwasserbereich auftritt und bis in die Kamm-Laichkrautgesellschaft vordringt. An vielen Stellen des Sees findet man die Art jedoch auch bis nahe der Vegetationsgrenze zwischen 4 und 5m Tiefe. Quantitativ betrachtet ist *Nitellopsis obtusa* gegenwärtig die häufigste Characee. Sie kommt in allen grossen Seen der Schweiz vor.

Foto links: Grosse Teichrose (*Nuphar lutea* L.) Foto: Anke Schwarzer



GROSSE TEICHROSE

(*Nuphar lutea* L.)
- nicht gefährdet, keine prioritäre Art

Ökologie

Die Grosse Teichrose ist in der Schweiz noch weit verbreitet und besiedelt stehende und langsam fließende Gewässer wie Seen, Teiche, Kanäle und Altgewässer in collinen bis in montane Lagen. Die besiedelten Gewässer sind meso- bis eutroph. Sie ist an grössere Wassertiefen durch ihren breiten, elastischen Stängel und die Unterwasserblätter gut angepasst und kann bis in 6m Tiefe vorkommen. Die Verbreitung erfolgt durch Fische und Wasservogel, die die Samen fressen. Auch vegetative Fortpflanzung findet über die armdicken, liegenden Stängel auf dem Gewässerboden statt.

dont la présence optimale se situe entre 1 m et 3 m de profondeur.



Dans les peuplements denses et peu lumineux, seules quelques espèces accompagnatrices peuvent se maintenir, comme par exemple *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum* ou *Schoenoplectus lacustris*. Des plantes isolées à feuilles émergées sont présentes dans le lac de Morat jusqu'à 4,5 m de profondeur.

Photo de droite: Phragmites australis est présent dans tous les secteurs du lac de Morat. Photo : Anke Schwarzer

ROSEAU COMMUN

(*Phragmites australis* (Cav.) Steud.)

Écologie

Le roseau commun est l'espèce dominante de la zone de roseaux dans les cours d'eau locaux. En tant qu'espèce typique des bords de cours d'eau, elle peut aussi bien s'avancer vers la terre ferme que pousser jusqu'à 2 m de profondeur. La tige est partiellement lignifiée et résistante à la flexion, ce qui permet d'absorber les vagues et le vent jusqu'à un certain point.

Les roseaux ne forment pas de feuilles immergées. Dès que les tiges se plient, la plante meurt. Le roseau ne supporte pas les fortes variations du niveau de l'eau. L'espèce se reproduit de manière très végétative par les tiges. Un réseau de rhizomes très dense et profond dans le sol empêche l'apparition d'autres héli- et macrophytes. Les feuilles, disposées en étages, utilisent beaucoup la lumière. Les racines adventives dans l'eau, qui ressemblent à des pousses, permettent un prélèvement accru de nutriments.

Distribution dans le lac

Phragmites australis est présent dans tous les secteurs du lac de Morat. On le trouve en masse dans les secteurs 1, 4, 9 et 10, mais il est plus rare dans les secteurs largement remaniés (rives de baignade, ports), à savoir les secteurs 2, 3, 6 et 7. Les peuplements les plus denses se trouvent dans les eaux peu profondes, jusqu'à 1 m de profondeur. Les peuplements clairsemés et les plantes isolées vont toutefois nettement plus loin (jusqu'à 2 m). Dans les endroits où le vent et le courant sont forts, les roseaux sont remplacés par le jonc des étangs.

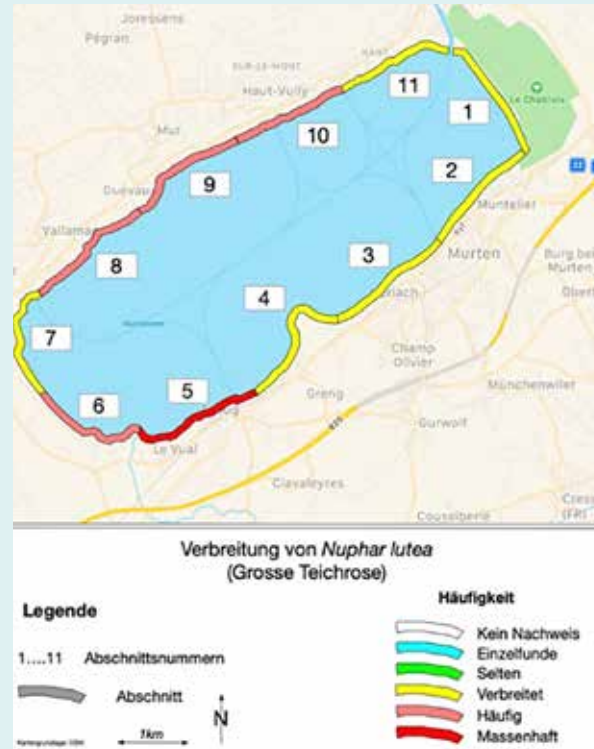
*Photo de droite : On voit ici une belle légumineuse. Photo à l'extrême droite : Inflorescence d'un (*Phragmites australis* (Cav.) Steud.) Photos de l'exposition : Arno Schwarzer*





Foto links: *Phragmites australis* ist in allen Abschnitten des Murtensees vertreten. Foto: Anke Schwarzer

Verbreitung im See



Im Murtensee ist *Nuphar lutea* in allen Abschnitten zu finden. Besonders häufig tritt sie in den Abschnitten 5, 6, 8, 9 und 10 auf. Es finden sich an geschützten Stellen immer wieder grosse geschlossene Bestände, die über 1000 m² Fläche einnehmen können. Wellenschlag durch starke Winde setzt der Grossen Teichrose im Murtensee regelmässig zu, sodass sie v.a. in den leeseitigen Abschnitten gehäuft vorkommt. Durch Wellenschlag werden in luvseitigen Wuchsorten oftmals die emersen Blätter komplett zerstört,

Foto ganz links: Hier sieht man schön einen Leghalm.
Foto links: Blütenstand eines (*Phragmites australis* (Cav.) Steud.). Fotos: Arno Schwarzer



sodass die Pflanze selbst im Flachwasser nur submers über die „Salatblätter“ weiterwächst. Die Teichrose bildet im Murtensee an vielen Stellen eine Dominanzgesellschaft aus, die ihre optimalen Vorkommen in Tiefen zwischen 1 m und 3 m hat. In den dichten, lichtarmen Beständen können sich nur wenige Begleitarten wie z.B. *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum* oder *Schoenoplectus lacustris* halten. Einzelpflanzen mit emersen Blättern kommen im Murtensee bis in eine Tiefe von 4,5 m vor.

SCHILF

Phragmites australis (Cav.) Steud.

Ökologie

Das Schilf ist an heimischen Gewässern die dominante Art der Röhrichtzone. Als typische Gewässerrandart kann sie sowohl landseits vordringen und gewässerseits bis in Tiefen von 2 m wachsen. Der Stängel ist teilweise verholzt und biegefest, wodurch Wellenschlag und Wind bis zu einem bestimmten Grad gut abgefangen werden können, auch weil Schilf keine Unterwasserblätter ausbildet. Sobald die Halme knicken stirbt die Pflanze ab. Starke Wasserstandsschwankungen verträgt das Schilf nicht. Die Art vermehrt sich stark vegetativ über Leghalm. Sehr dichtes, tief reichendes Rhizomgeflecht im Boden verhindert das Aufkommen anderer Helo- und Makrophyten. Die in Etagen angeordneten Blätter haben eine hohe Lichtausnutzung. Über die sprossbürtigen Adventivwurzeln im Wasser erfolgt eine erhöhte Nährstoffaufnahme.

Verbreitung im See

Phragmites australis ist in allen Abschnitten des Murtensees vertreten. Massenhafte Vorkommen finden sich in den Abschnitten 1, 4, 9 und 10. Am seltensten kommt das Schilf in den grossflächig überformten Abschnitten (Badeufer, Häfen) vor, dies sind die Abschnitte 2, 3, 6 und 7. Die dichtesten Bestände



POTAMOT CRÉPU (*Potamogeton crispus* L.)

Écologie

Potamogeton crispus est un potamot de grande taille à l'habitus reconnaissable. On le trouve souvent dans les petits plans d'eau tels que les étangs de pêche, les étangs d'extinction ou les étangs riches en nutriments, mais aussi dans les ruisseaux à courant lent et les fossés de drainage, et il est également présent dans les grands lacs. L'espèce peut se rencontrer dans les eaux extrêmement peu profondes, mais aussi dans les parties littorales profondes des lacs mésotrophes à eutrophes. Elle est assez tolérante à la pollution (insensible à la pollution organique) et sa présence en masse indique certainement une influence de la pollution. Les populations des eaux propres et pauvres en nutriments sont

Photo de droite: Potamot crépu (*Potamogeton crispus* L.) sous la surface de l'eau. Photo: Arno Schwarzer

pauvres en individus en raison de la faible compétitivité de *Potamogeton crispus* dans ces conditions. Le potamot frisé est présent dans les régions collinéennes à montagnardes et se propage par les graines et souvent par les turions (bourgeons hivernaux).

Distribution dans le lac



Potamot crépu est rarement présent dans le lac de Morat. Elle n'a été observée que dans les tronçons 7 et 10, le plus souvent sous forme de plante isolée. *Potamogeton crispus* est présent aussi bien dans les eaux peu profondes (dans le tronçon 7, à l'embouchure

Photo de droite : Potamot frisé (*Potamogeton crispus* L.). Photo à l'extrême droite : Potamot luisant (*Potamogeton lucens* L.) sous l'eau. Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus* L.) unter der Wasseroberfläche. Foto: Arno Schwarzer

finden sich im Flachwasser, in Tiefen bis zu 1 m. Aufgelockerte Bestände und Einzelpflanzen gehen jedoch deutlich tiefer (bis 2m). An Stellen mit starkem Wind und Strömung wird das Schilf durch die Teichbinse abgelöst.



KRAUSES LAICHKRAUT

(*Potamogeton crispus* L.)

Ökologie

Potamogeton crispus ist ein grosswüchsiges Laichkraut mit unverkennbarem Habitus. Es ist häufig in kleineren Stillgewässern wie Fischteichen, Lösschteichen oder

Foto ganz links: Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus* L.). Foto links: Glänzendes Laichkraut (*Potamogeton lucens* L.) unter Wasser. Fotos: Arno Schwarzer

nährstoffreichen Weihern, aber auch in langsam fließenden Bächen und Entwässerungsgräben zu finden, kommt aber auch in grossen Seen vor. Die Art kann in extremem Flachwasser, aber auch tieferen Litoralabschnitten meso- bis eutropher Seen auftreten. Sie ist recht verschmutzungstolerant (unempfindlich gegenüber organischer Belastung) und Massenvorkommen dieser Art deuten sicher auf Verschmutzungseinflüsse hin. Bestände in sauberen, nährstoffarmen Gewässern sind aufgrund der unter diesen Bedingungen geringen Konkurrenzkraft von *Potamogeton crispus* individuenarm. Das Krause Laichkraut kommt in kollinen bis montanen Lagen vor und verbreitet sich über Samen und häufig über Turionen (Winterknospen).

Verbreitung im See



Das Krause Laichkraut kommt im Murtensee selten vor. Es wurde nur in den Abschnitten 7 und 10 nach-

de la Broye à 1,2 m de profondeur, sur du sable) que près de la limite de végétation (dans le tronçon 10, à 4,1 m de profondeur, dans une roselière d'étang lacunaire, sur de la vase sableuse). L'espèce ne forme donc pas de populations massives dans le lac de Morat et est une compagne plutôt rare aussi bien dans les zones de croissance perturbées que dans les peuplements végétaux denses.

POTAMOT LUISANT

(*Potamogeton lucens* L.)

Écologie

Potamogeton lucens est un potamot à grandes feuilles submergé qui, en raison de son habitus robuste, se rencontre aussi bien dans les eaux dormantes que dans les cours d'eau à fort courant. La plante est méso- à eutrophile, mais sensible à la pollution et aux apports de phosphates. L'espèce fait partie des frayères qui pénètrent le plus profondément dans le littoral et peuvent encore pousser à 7-8 m de profondeur. Selon la température de l'eau, le potamot luisant fleurit - hors de l'eau - entre juin et septembre, mais les épis peuvent également fleurir sous l'eau. *Potamogeton lucens* est répandu dans les eaux de Suisse, de l'étage collinéen à l'étage subalpin.

Distribution dans le lac

Le potamot luisant est présente partout dans le lac et fait quantitativement partie des espèces les plus fréquentes et les plus répandues, avec la laiche en forme de peigne et le jonc de mer. Elle peut être considérée comme une espèce caractéristique du lac de Morat.

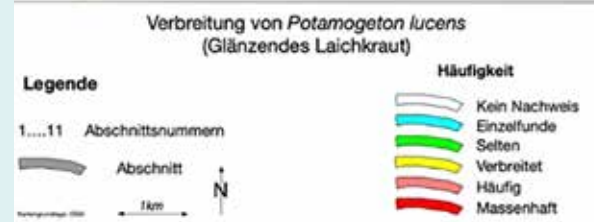
Les populations les plus denses se trouvent dans la partie sud-ouest du lac de Morat, dans les tronçons 5, 6, 7 et 8 ainsi que dans le tronçon 2 dans la partie nord-est du lac. *Potamogeton lucens* forme une association dominante dans le lac de Morat, aussi bien dans les eaux peu profondes que près de la limite de profondeur des macrophytes. Dans les sections 6 et 7 en particulier,

Photo de droite: Potamot luisant (*Potamogeton lucens* L.).

Espèce de characée du lac de Morat.

Photo : Anke Schwarzer

l'espèce n'est pas présente dans les eaux peu profondes fortement perturbées, mais, avec la sarcelle d'hiver et le chénopode, elle est régulièrement présente et forme des peuplements à 4 ou 5 m de profondeur.



POTAMOT PECTINÉ

(*Potamogeton pectinatus* L.)

Écologie

Potamogeton pectinatus est l'espèce la plus compétitive parmi les potamots indigènes. Elle est non seulement présente dans une grande variété

Photo de droite : Feuille de potamot luisant (*Potamogeton lucens* L.). Photo tout à droite : Potamot à crête (*Potamogeton pectinatus* L.) avec fleur. Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Glänzendes Laichkraut (*Potamogeton lucens* L.). Die Characeenart des Murtensees.

Foto: Anke Schwarzer

gewiesen und zwar meist als Einzelpflanze. *Potamogeton crispus* kommt dabei sowohl im Flachwasser (in Abschnitt 7, im Mündungsbereich der Broye in 1,2 m Tiefe, auf Sand) als auch nahe der Vegetationsgrenze (in Abschnitt 10, in 4,1 m Tiefe in einem lückigen Teichrosenbestand, auf sandigem Schlamm) vor. Die Art bildet also im Murtensee keine Massenbestände aus und ist ein eher seltener Begleiter sowohl in gestörten Wuchszonen als auch dichten Pflanzenbeständen.

GLÄNZENDES LAICHKRAUT

(*Potamogeton lucens* L.)

Ökologie

Potamogeton lucens ist ein grossblättriges, submers wachsendes Laichkraut, welches aufgrund seines robusten Habitus sowohl in Stillgewässern als auch in stark strömenden Fliessgewässern vorkommt. Die Pflanze ist meso- bis euträpönt, jedoch gegenüber Verschmutzung und Phosphateinträgen empfindlich. Die Art gehört zu jenen Laichkräutern, die am tiefsten ins Litoral vordringen und noch in 7-8 m Tiefe wachsen können. Je nach Wassertemperatur blüht das Glänzende Laichkraut - über Wasser- zwischen Juni und September, die Ähren können aber auch unter Wasser blühen. *Potamogeton lucens* ist in Gewässern der Schweiz von der kollinen bis subalpinen Stufe verbreitet.

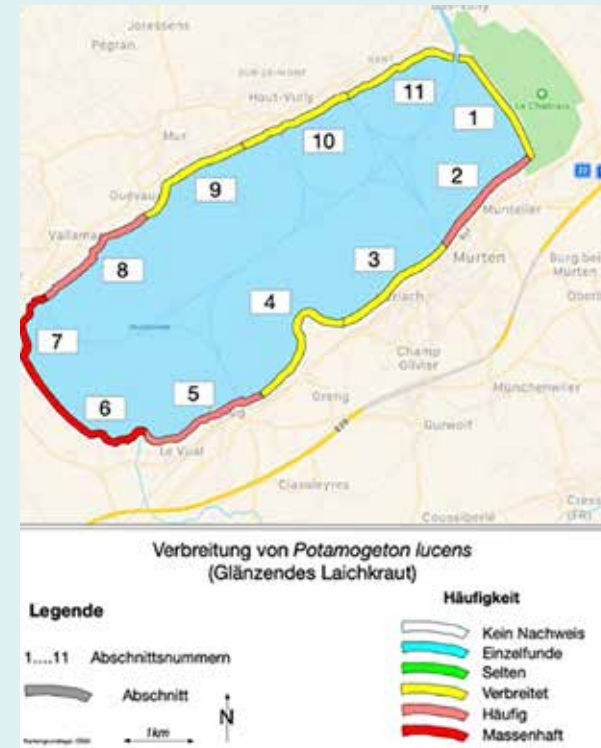
Verbreitung im See

Das Glänzende Laichkraut kommt überall im See vor und gehört neben dem kammförmigen Laichkraut und der See-Flechtbinse quantitativ zu den häufigs-

Foto ganz links: Glänzendes Laichkraut (*Potamogeton lucens* L.) Blatt. Foto links: Kammförmiges Laichkraut (*Potamogeton pectinatus* L.) mit Blüte.

Fotos: Arno Schwarzer

ten und am weitesten verbreiteten Arten. Sie kann als Charakterart des Murtensees bezeichnet werden. Die dichtesten Vorkommen befinden sich im südwestlichen Bereich des Murtensees, in den Abschnitten 5, 6, 7 und 8 sowie im Abschnitt 2 im nordöstlichen Bereich des Sees. Das *Potamogeton lucens* bildet im Murtensee eine Dominanzgesellschaft aus, die sowohl im Flachwasser als auch nahe der Makrophyten-Tiefengrenze vorkommt. Insbesondere in den Abschnitten 6 und 7 ist die Art nicht im stark gestörten Flachwasser, sondern zusammen mit der Teichrose und dem Durchwachsenen Laichkraut regelmässig und bestandsbildend in 4 bis 5 m Tiefe zu finden.



té de types d'eaux stagnantes et courantes, mais elle est également insensible à l'eutrophisation et à la pollution et, en tant qu'espèce eutrophe, on la trouve dans des eaux oligotrophes à polytrophes. Selon la température de l'eau, elle fleurit très tôt (au-dessus et au-dessous de l'eau), en général de juin à octobre. Elle forme souvent un rhizome rampant, ce qui lui permet de former des peuplements monospécifiques denses. Mais elle se propage aussi par des fragments de pousses, des bourgeons d'hiver et de manière générative par les graines. En Suisse, Potamogeton pectinatus est présent de l'étage collinéen à l'étage montagnard.

Distribution dans le lac



Le Potamogeton pectinatus est l'une des espèces les plus fréquentes du lac, avec le Potamogeton à feuilles de laurier et le Potamogeton brillant, et peut être considéré comme

Photo de droite: Présence massive de *Potamogeton pectinatus*. Photo: Arno Schwarzer

l'une des trois espèces caractéristiques du lac de Morat. La plante est présente dans toutes les zones riveraines, elle est fréquente presque partout et particulièrement abondante dans les tronçons 1, 6 et 7. *Potamogeton pectinatus* peut, en fonction du site, développer différentes formes de croissance et est ainsi capable de recouvrir aussi bien des zones riveraines très peu profondes que des zones littorales plus profondes. On la trouve dans le lac de Morat à une profondeur comprise entre 0,5 et 4,5 mètres. Dans les eaux peu profondes, chaudes et riches en nutriments des tronçons 11 et 1, l'espèce peut très rapidement se reproduire en masse. Dans le lac de Morat, le Potamogeton pectinatus forme sa propre communauté dominante, mais il envahit également diverses autres unités phytosociologiques. Elle est encore particulièrement fréquente dans le *Potamogeton lucentis*, le *Najadetum marinae* et dans diverses associations de characées.

POTAMOT PERFOLIÉ

(*Potamogeton perfoliatus* L.)

Écologie

Avec Potamogeton luisant, Potamogeton perfoliatus forme les plus longues tiges et peut être trouvée jusqu'à 7 m de profondeur. On trouve cette espèce mésophile à eutrophile dans les lacs, les étangs, les bras morts et les rivières. La plante supporte les courants forts et le battement des vagues et se trouve souvent aux abords des embarcadères dans les lacs locaux. Elle pousse aussi bien sur des substrats fortement graveleux et sablonneux que sur des sols vaseux. En Suisse, elle fleurit entre juin et août et se reproduit aussi bien de manière végétative (surtout par des bourgeons hivernaux) que générative (par des graines).

Photo de droite : Potamogeton en forme de peigne. Fleur de la plante. Photo à l'extrême droite : Potamogeton perfoliatus (*Potamogeton perfoliatus*). Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Massenhaftes Vorkommen von *Potamogeton pectinatus*. Foto: Arno Schwarzer

KAMMFÖRMIGES LAICHKRAUT

(*Potamogeton pectinatus* L.)

Ökologie

Potamogeton pectinatus ist die konkurrenzkräftigste Art unter den heimischen Laichkräutern. Sie kommt nicht nur in einer grossen Vielfalt von stehenden und fliessenden Gewässertypen vor, sie ist auch unempfindlich gegen Eutrophierung und Verschmutzung und als eutraphente Art in oligo- bis polytrophen Gewässern zu finden. Je nach Wassertemperatur blüht sie schon früh (über und unter Wasser), in der Regel von Juni bis in den Oktober. Sie bildet häufig ein kriechendes Rhizom aus was sie befähigt, dichte monotypische Bestände zu bilden. Sie verbreitet sich aber auch über Sprosstücke, Winterknospen und generativ über die Samen. In der Schweiz kommt das Kammförmige Laichkraut von der kollinen bis in die montane Stufe vor.

Verbreitung im See

Das Kammförmige Laichkraut gehört neben der Seeflechtbinse und dem Glänzenden Laichkraut zu den häufigsten Arten im See und kann als eine der drei Charakterarten des Murtensees bezeichnet werden. Die Pflanze ist in allen Uferzonen zu finden, fast überall häufig und insbesondere in den Abschnitten 1, 6 und 7 massenhaft vorkommend. *Potamogeton pectinatus* kann standortbedingt verschiedene Wuchsformen ausbilden und ist so in der Lage, sowohl sehr flache Uferzonen als auch tiefere Litoralbereiche zu bewachsen. Sie ist im Murtensee in einer Tiefe zwischen 0,5 und 4,5 m zu finden.

Foto ganz links: Kammförmiges Laichkraut. Blüte. Foto links: Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*). Fotos: Arno Schwarzer



Im warmen, nährstoffreichen Flachwasser der Abschnitte 11 und 1 kann die Art sehr schnell eine Massenvermehrung in Gang setzen. Das Kammförmige Laichkraut bildet im Murtensee eine eigene Dominanzgesellschaft aus, dringt aber auch in verschiedene andere pflanzensoziologische Einheiten ein. Besonders häufig ist sie noch im Potametum lucentis, im Najadetum marinae und in verschiedenen Characeengesellschaften zu finden.



DURCHWACHSENES LAICHKRAUT

(*Potamogeton perfoliatus* L.)

Ökologie

Das Durchwachsene Laichkraut bildet neben dem Glänzenden Laichkraut die längsten Stängel aus und ist bis in 7 m Tiefe zu finden. Man findet diese meso- bis eutraphente Art in Seen, Weihern, Altgewässern

Elle est répandue de l'étage collinéen à l'étage sub-alpin.

Distribution dans le lac



Potamot perfolié est plus rare que potamot luisant ou potamot pectiné. On le trouve certes dans 8 des 11 tronçons de rives, mais il ne forme nulle part des populations massives. L'espèce est le plus souvent présente dans les eaux peu profondes du tronçon 11 ou dans les zones plus profondes des tronçons 6 et 8. Dans les eaux peu profondes (0,5-3 m), *Potamogeton perfoliatus* n'est généralement qu'une plante isolée, alors que dans les eaux plus profondes, il est souvent présent dans le lac de Morat jusqu'à la limite de la végétation ou forme avec *P. lucens* des forêts subaquatiques denses entre 3 et 4,5 m de profondeur. Dans le lac de Morat, l'espèce

Photo de droite: Potamot perfolié (Potamogeton perfoliatus). Photo : Arno Schwarzer

ce forme sa propre communauté dominante, mais il n'est pas rare qu'elle soit aussi présente comme espèce accompagnatrice dans le *Potametum lucentis* et le *Potametum pectinati*.

POTAMOT FLUET

(*Potamogeton pusillus* L.)

Écologie

Le Potamot fluet est un hydrophyte de faible hauteur qui passe souvent inaperçu ou est confondu avec d'autres espèces. Cependant, en Suisse, l'espèce est régulièrement présente dans les grands lacs et les eaux d'excavation. Dans les lacs de dragage en particulier, *Potamogeton pusillus* peut apparaître comme colonisateur pionnier aux côtés de *Myriophyllum spicatum* et de diverses characées. Mais on le trouve également dans les petits plans d'eau comme les étangs et les fossés. L'espèce est sensible à la pollution et préfère les eaux claires et mésotrophes.

Distribution dans le lac

Dans le lac de Morat, *Potamogeton pusillus* est présent dans tous les tronçons de berges. La plupart du temps, il est répandu, et même fréquemment représenté dans le tronçon 2. Dans le lac de Morat, l'espèce pousse principalement en tant que plante isolée ou par groupes dans les zones littorales peu profondes, à des profondeurs comprises entre 0,8 et 4,5 mètres. Dans les eaux peu profondes (0,5-3 m) des tronçons 1, 2 et 11, elle pousse au sein de pelouses denses de characées. Mais on la trouve aussi comme plante d'eau profonde jusqu'à proximité de la limite de végétation. *Potamogeton pusillus* ne forme pas de communauté végétale propre dans le lac de Morat.

Photo de droite: Potamot fluet (Potamogeton pusillus L.). fréquente comme espèce associée dans les communautés de characées. Photo: Arno Schwarzer





Foto links: Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*). Foto: Arno Schwarzer

und Flüssen. Die Pflanze erträgt starke Strömung und Wellenschlag und ist in heimischen Seen häufig im Umfeld von Schiffsanlegestellen zu finden. Sie wächst sowohl auf stark kiesig-sandigen Substraten als auch auf schlammigen Böden. In der Schweiz blüht sie zwischen Juni und August und pflanzt sich sowohl vegetativ (v.a. über Winterknospen) aber auch generativ (über Samen) fort. Sie ist von der kollinen bis in die subalpine Stufe verbreitet.

Verbreitung im See



Das Durchwachsene Laichkraut ist seltener als das

Foto links: Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus* L.). Häufig als Begleitart in Gemeinschaften in der Characeengesellschaft. Foto: Arno Schwarzer



Glänzende Laichkraut oder das Kamm-Laichkraut. Man findet sie zwar in 8 der 11 Uferabschnitte, Massenbestände bildet die Art nirgends aus. Am häufigsten tritt die Art im Flachwasser des Abschnittes 11 oder in tieferen Bereichen der Abschnitte 6 und 8 auf. Im Flachwasser (0,5-3 m) ist *Potamogeton perfoliatus* meist nur als Einzelpflanze zu finden, im tieferen Wasser kommt sie im Murtensee häufig bis fast an die Vegetationsgrenze vor, oder bildet zusammen mit *P. lucens* dichte Unterwasser-Wälder in 3 bis 4,5 m Tiefe. Im Murtensee bildet die Art eine eigene Dominanzgesellschaft, kommt aber auch nicht selten als Begleitart im *Potamogeton lucensis* und im *Potamogeton pectinatus* vor.

ZWERG-LAICHKRAUT (*Potamogeton pusillus* L.)

Ökologie

Das Zwerg-Laichkraut ist ein niedrigwüchsiger Hydrophyt, der oft übersehen bzw. verwechselt wird. Allerdings kommt die Art in der Schweiz regelmässig in grossen Seen und Abtragungsgewässern vor. Gerade in Baggerseen kann *Potamogeton pusillus* neben *Myriophyllum spicatum* und diversen Characeen als Pionierbesiedler auftreten. Die Pflanze ist aber auch in Kleingewässern wie Teichen und Gräben zu finden. Die Art ist empfindlich gegenüber Verschmutzung und bevorzugt klare, mesotrophe Gewässer.

Verbreitung im See

Im Murtensee ist *Potamogeton pusillus* in allen Uferabschnitten nachgewiesen. Meist tritt sie verbreitet auf, in Abschnitt 2 ist sie sogar häufig vertreten. Die Art wächst im Murtensee überwiegend als Einzelpflanze oder truppweise im flachen Litoral, in Tiefen zwischen 0,8 und 4,5 Metern. Im Flachwasser (0,5-3 m) in den Abschnitten 1, 2 und 11 wächst sie innerhalb der dichten Characeen-Rasen. Sie kommt aber auch als Tiefwasserpflanze bis nahe der Vegeta-

On le trouve souvent comme espèce associée dans les communautés de characées, le plus souvent dans le *Potametum pectinati* et le *Najadetum marinae*. L'image de la répartition de potamot fluét dans le lac de Morat montre que l'espèce n'est pas rare et qu'elle est facilement repérable lors de recherches approfondies et ciblées. Cette situation devrait pouvoir être transposée aux autres lacs mésotrophes de Suisse.



POTAMOT À FEUILLES DE SAULE

(*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch)

Écologie

Le panicaut à feuilles de saule est un hybride stable des parents *P. lucens* et *P. perfoliatus*. L'hybride est connu depuis près de 200 ans et a également été répertorié sous le nom de *P. x salicifolius* Wolfgang 1827. L'espèce est souvent confondue soit avec un

*Photo de droite: Potamot fluét (*Potamogeton pusillus* L.).
Photo tout à droite: Potamot à feuilles de saule (*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch). Photos: Arno Schwarzer*

autre hybride, *P. x nitens*, soit avec des modifications de site atypiques de *P. perfoliatus*. Pour cette raison, la répartition nationale de ce chénopode est incertaine, *P. x decipiens* est probablement souvent négligé. L'épilobe croît dans les eaux calmes claires mésotrophes à légèrement eutrophes. Il peut également être présent de manière isolée dans des cours d'eau à faible débit. En Suisse, l'espèce devrait encore être présente dans le lac de Neuchâtel, le lac Léman et le lac de Constance. Elle pousse aussi bien dans les eaux peu profondes que dans les zones littorales plus profondes, jusqu'à 6 m de profondeur.

Distribution dans le lac



*Photo de droite: Potamot à feuilles de saule (*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch). Photo: Arno Schwarzer*

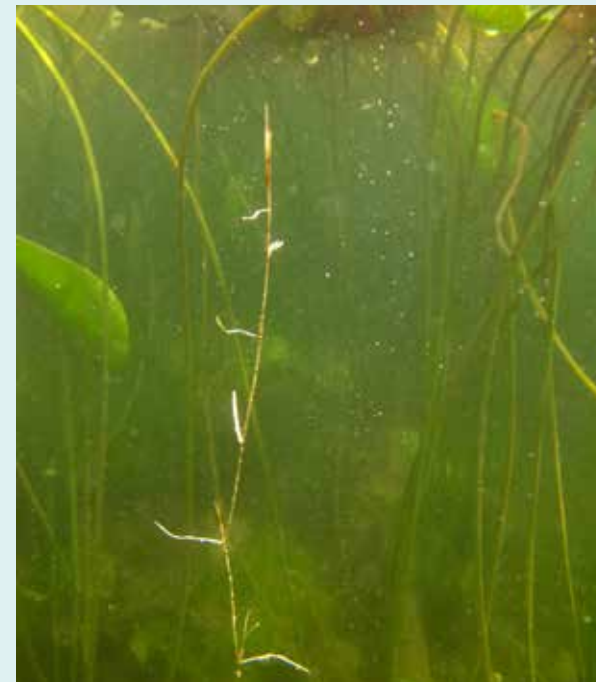




Foto ganz links: Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus* L.). Foto links: Weidenblättriges Laichkraut (*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch). Fotos: Arno Schwarzer

tionsgrenze vor. *Potamogeton pusillus* bildet im Murtensee keine eigene Pflanzengesellschaft aus. Man findet sie häufig als Begleitart in den Characeen-Gesellschaften, am häufigsten tritt sie im *Potametum pectinati* und im *Najadetum marinae* auf. Auch ist sie immer wieder im Flachwasser randlich im *Phragmitetum australis* vertreten. Das Verbreitungsbild des Zwerg-Laichkrautes im Murtensee zeigt, dass die Art nicht selten ist und bei eingehender, gezielter Suche gut auffindbar ist. Diese Situation dürfte sich auf die anderen mesotrophen Seen der Schweiz übertragen lassen.



Photo links: Weidenblättriges Laichkraut (*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch) Foto: Arno Schwarzer

WEIDENBLÄTTRIGES LAICHKRAUT

(*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch)

Ökologie

Das Weidenblättrige Laichkraut ist ein stabiler Bastard der Eltern *P. lucens* und *P. perfoliatus*. Der Hybride ist seit fast 200 Jahren bekannt und wurde auch unter dem Namen *P. x salicifolius* Wolf-gang 1827 geführt. Die Art wird häufig entweder mit einem weiteren Bastard, *P. x nitens*, oder mit untypischen Standortmodifikationen von *P. perfoliatus* verwechselt. Aus diesem Grund ist die landesweite Verbreitung dieses Laichkrautes unsicher, *P. x decipiens* wird wohl oft übersehen. Das Weidenblättrige Laichkraut wächst in klaren meso- bis leicht eutrophen Stillgewässern. Vereinzelt kann es auch in langsam fließenden Gewässern vorkommen. In der Schweiz dürfte die Art sicher noch im Neuenburgersee, im Genfersee und im Bodensee anzutreffen sein. Sie wächst sowohl im Flachwasser als auch in tieferen Litoralbereichen in bis zu 6 m Tiefe.

Verbreitung im See

Im Murtensee war das Weidenblättrige Laichkraut während der Freilanduntersuchungen im Sommer 2019 nur im Abschnitt 10 nachweisbar. Die Art kam dort in wenigen Einzelexemplaren im Flachwasser vor. Hier wächst sie an eher gestörten Stellen auf Sand und lehmigem Sand, in lichten Beständen des *Potametum pectinati* und des *Schoenoplectetum lacustris*, in einer Tiefe zwischen 0,8-1,9 Metern. Es ist nicht auszuschliessen, dass *Potamogeton x decipiens* noch in weiteren Abschnitten vorkommt, allerdings ist die Art selbst am Wuchsort oftmals nicht leicht von *P. perfoliatus* zu unterscheiden. Eine gezielte Suche nach dieser landesweit als gefährdet eingestuft Art im Murtensee wäre wünschenswert.

Dans le lac de Morat, l'épilobe à feuilles de saule n'a été détecté que dans le tronçon 10 lors des analyses de terrain de l'été 2019. L'espèce y était présente en quelques exemplaires isolés dans les eaux peu profondes. Elle pousse ici dans des endroits plutôt perturbés sur du sable et du sable argileux, dans des peuplements clairsemés du *Potametum pectinati* et du *Schoenoplectetum lacustris*, à une profondeur comprise entre 0,8 et 1,9 mètre. Il n'est pas exclu que *Potamogeton x decipiens* soit encore présent dans d'autres tronçons, mais l'espèce n'est souvent pas facile à distinguer de *P. perfoliatus*, même sur le lieu de croissance. Une recherche ciblée de cette espèce classée comme menacée au niveau national dans le lac de Morat serait souhaitable.

RENONCULE EN CROSSE (*Ranunculus circinatus* Sibth.)

Écologie

La renoncule en crosse est un hydrophyte très adaptable qui peut continuer à vivre sous forme terrestre en cas d'assèchement. L'espèce préfère les eaux stagnantes claires et eutrophes, elle peut également être présente dans les cours d'eau ou les anciens plans d'eau, plus rarement dans les eaux d'excavation. Elle pousse de préférence sur des sols vaseux, et se trouve à des profondeurs comprises entre 0,5 et 5 mètres. En Suisse, *Ranunculus circinatus* est répandue sur le Plateau, mais n'est nulle part fréquente ; elle est surtout présente dans les grands lacs et dans les zones riveraines à courant modéré des cours d'eau. On le trouve jusqu'en moyenne montagne (zone montagnarde). L'espèce est considérée comme menacée.

Distribution dans le lac

Ranunculus circinatus est présent dans tous les secteurs de la rive du lac de Morat. Elle se présente le plus souvent sous forme de plante isolée ou

Photo de droite : Potamot à feuilles de saule (Potamogeton x decipiens W. D. J. Koch). Photo tout à droite: Renoncule à feuilles étalées (Ranunculus circinatus Sibth.). Photos de l'exposition : Arno Schwarzer

de groupe et se trouve répartie de manière homogène surtout dans les tronçons 2, 5, 7 et 8. L'espèce est surtout présente dans les eaux peu profondes (0,5-3m), mais se rencontre également jusqu'à 4m de profondeur. La Renoncule en crosse ne forme pas de communauté propre dans le lac de Morat, mais se trouve principalement dans le *Potametum pectinati*, le *Potametum lucentis* ou le *Najadetum marinae*.

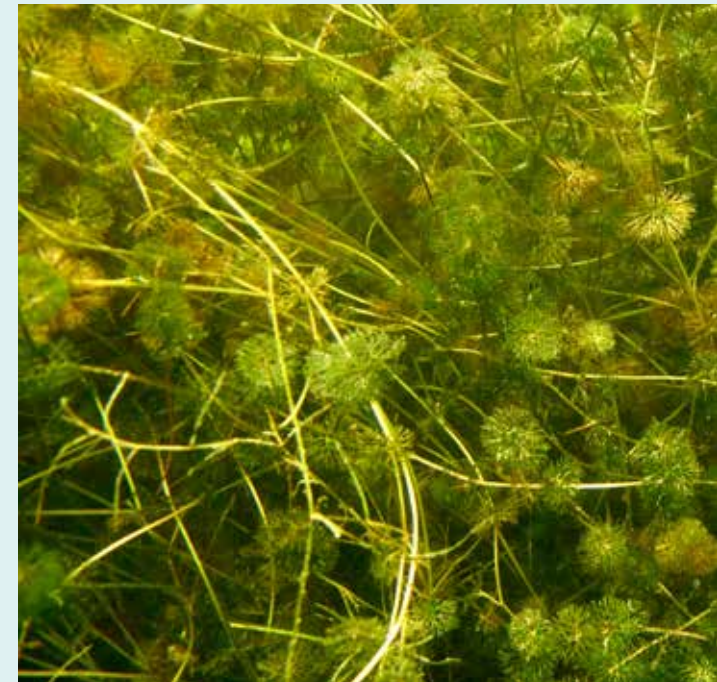
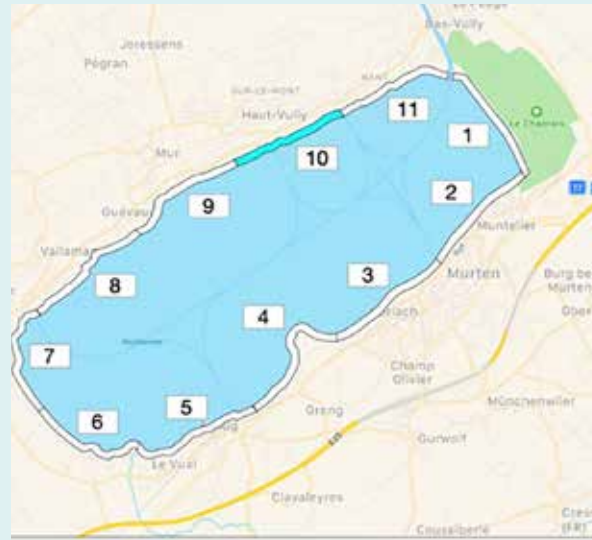


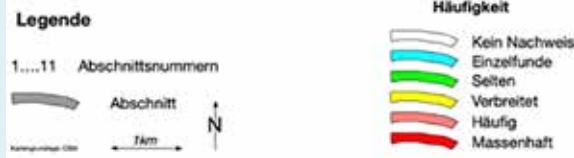
Photo de droite: Renoncule en crosse (Ranunculus circinatus Sibth.). Photo: Arno Schwarzer



Foto ganz links: Weidenblättriges Laichkraut (*Potamogeton x decipiens* W. D. J. Koch). RFoto links: Spreizender Wasserhahnenfuss (*Ranunculus circinatus* Sibth.). Fotos: Arno Schwarzer



Verbreitung von *Potamogeton x decipiens* (Weidenblättriges Laichkraut)



SPREIZENDER WASSERHAHNENFUSS (*Ranunculus circinatus* Sibth.)

Ökologie

Der Spreizende Wasserhahnenfuss ist ein sehr anpassungsfähiger Hydrophyt, der bei Austrocknung als Landform weiterleben kann. Die Art bevorzugt klare, eutrophe Stillgewässer, auch in Fließgewässern oder Altgewässern kann sie vorkommen, seltener in Abgrabungsgewässern. Sie wächst bevorzugt auf schlammigen Böden, und ist in Tiefen zwischen 0,5 und 5

Foto links: Spreizender Wasserhahnenfuss (*Ranunculus circinatus* Sibth.). Foto: Arno Schwarzer

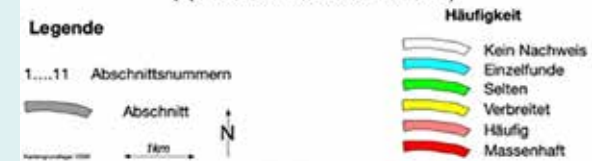
Metern zu finden. In der Schweiz ist *Ranunculus circinatus* im Mittelland verbreitet, aber nirgends häufig und tritt hier vor allem in den grossen Seen und auch in strömungsberuhigten Uferzonen der Fließgewässer auf. Er kommt bis in mittlere Gebirgslagen vor (montane Zone). Die Art gilt als gefährdet.

Verbreitung im See

Ranunculus circinatus ist im Murtensee in allen Uferabschnitten zu finden. Er kommt meist als Einzelpflanze oder truppweise vor und findet sich in gleichmässig verteilt vor allem in den Abschnitten 2, 5, 7 und 8. Die Art ist vor allem im Flachwasser (0,5-3m) vertreten, kommt aber auch in Tiefen bis zu 4m vor. Der Spreizende Wasserhahnenfuss bildet im Murtensee keine eigene Gesellschaft aus sondern ist überwiegend im *Potametum pectinati*, im *Potametum lucentis* oder im *Najadetum marinae* zu finden.



Verbreitung von *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuss)



JONC DES TONNELIERS

(*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla)

Écologie

Le jonc des tonneliers est un pionnier de l'atterrissement dans les zones riveraines des eaux mésotrophes à eutrophes. De toutes les espèces de roseaux, c'est celle qui peut s'enfoncer le plus loin dans l'eau (jusqu'à 6 m de profondeur) et qui ne développe souvent que des feuilles submergées en forme de ruban en profondeur. Contrairement aux roseaux, *Schoenoplectus lacustris* est moins compétitive côté terre, mais plus compétitive côté eau. Les tiges rondes, très résistantes à la flexion, s'assimilent également sous l'eau et supportent bien le courant et les vagues. L'espèce s'accommode mieux des variations du niveau de l'eau que le roseau, mais moins bien de l'assèchement. Le Jonc des tonneliers pousse sur tous les substrats, mais avec une préférence pour les sols sablo-graveleux boueux. En Suisse, le jonc des lacs est encore fréquent dans les lacs et sur les bords des cours d'eau. Il est présent de l'étage collinéen à l'étage subalpin.

Distribution dans le lac

Schoenoplectus lacustris est, avec *Potamogeton lucens* et *P. pectinatus*, le macrophyte le plus fréquent du lac de Morat. L'espèce forme de très grands peuplements denses et étendus qui précèdent les roseaux et s'étendent souvent jusqu'à la zone des feuilles flottantes ou immergées. Elle est présente dans tous les secteurs de la rive et particulièrement fréquente dans les secteurs de la rive nord et de la rive sud. La densité de population du Jonc des tonneliers est influencée par la direction principale du vent, elle est nettement plus rare dans les secteurs 1, 6 et 7. *Schoenoplectus lacustris* forme sa propre communauté dominante dans le lac de Morat. Selon l'intensité des perturbations (p. ex. sur les lieux de baignade) et la profondeur de l'eau, celle-ci est composée en différentes proportions

Photo de droite: Jonc des tonneliers (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla) - une image typique du lac de Morat.

Photo : Anke Schwarzer

d'espèces de chénopodes. Les populations émergentes de cette espèce atteignent une profondeur de 3,2 mètres dans le lac de Morat.



Photo de droite: *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla)A
Photo tout à droite : floraison de l'orchis de mer.

Photos : Arno Schwarzer



Foto links: See-Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla) - ein typisches Bild am Murtensee.

Foto: Anke Schwarzer

SEE-FLECHTBINSE

(*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla)

Ökologie

Die See-Flechtbinse ist ein Verlandungspionier in den Uferzonen meso- bis eutropher Gewässer. Sie kann von allen Röhrichtarten am weitesten ins Wasser vordringen (bis in 6 m Tiefe) und bildet in der Tiefe häufig nur bandförmige Unterwasserblätter aus. *Schoenoplectus lacustris* ist im Gegensatz zum Schilf landseits konkurrenzschwächer, jedoch wasserseits konkurrenzstärker als dieses. Die runden, sehr biegefesten Stängel assimilieren auch unter Wasser und ertragen Strömung und Wellenschlag gut. Die Art kommt mit Wasserstandsschwankungen besser zurecht als Schilf, mit Austrocknung hingegen weniger gut. Die See-Flechtbinse wächst auf allen Substraten, bevorzugt jedoch auf sandig-kiesigen Schlammböden. In der Schweiz ist die See-Flechtbinse noch häufig in Seen und an Rändern von Fließgewässern anzutreffen. Sie ist von der kollinen bis in die subalpine Stufe verbreitet.

Verbreitung im See

Schoenoplectus lacustris ist - neben *Potamogeton lucens* und *P. pectinatus* - der häufigste Makrophyt im Murtensee. Die Art bildet sehr grosse, dichte und ausgedehnte Bestände aus, die dem Schilf vorgelagert sind und häufig bis in die Schwimm- bzw. Tauchblattzone hinein reichen. Sie ist in allen Uferabschnitten und besonders häufig in den Uferabschnitten am Nord- und Südufer zu finden. Die Bestandsdichte der See-Flechtbinse wird durch die Hauptwindrichtung beeinflusst, in den Abschnitten 1, 6 und 7 ist sie deutlich seltener

Foto ganz links: See-Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla). **Foto links:** Blüte der See-Flechtbinse. **Fotos:** Arno Schwarzer



zu finden. *Schoenoplectus lacustris* bildet im Murtensee eine eigene Dominanzgesellschaft aus. Diese ist, je nach Störungsintensität (z.B. an Badestellen) und Wassertiefe, zu unterschiedlichen Anteilen mit Laichkrautarten durchsetzt. Emerse Vorkommen dieser Art reichen im Murtensee bis in eine Tiefe von 3,2 Metern.



TEICHLINSE

(*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.)

Ökologie

Diese freischwimmende, pleustophytische Pflanze kommt meist in Gesellschaft anderer *Lemnaceen* vor, von denen sie sich durch ihre Grösse, ihre rote Unterseite und durch eine Vielzahl von Wurzelfäden unterscheidet. *Spirodela polyrhiza* kann in windgeschützten Gewässern dichte Schwimmdecken ausbilden, die keinerlei Licht mehr in den Wasserkörper durch-

SPIRODÈLE À PLUSIEURS RACINES

(*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.)

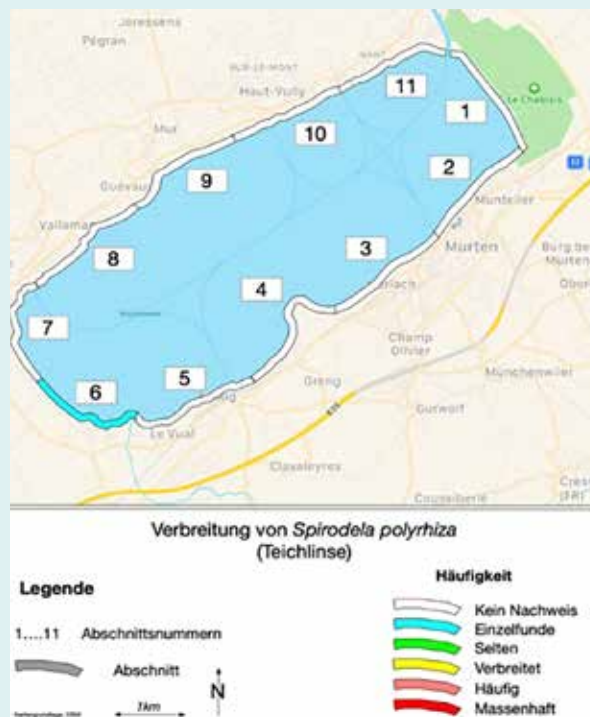
Écologie

Cette plante pléustophyte nageant librement se trouve généralement en compagnie d'autres lemnaées, dont elle se distingue par sa taille, sa face inférieure rouge et par une multitude de filaments racinaires. Dans les eaux abritées du vent, *Spirodela polyrhiza* peut former des couvertures flottantes denses qui ne laissent pas passer la lumière. La lumière ne pénètre plus dans la masse d'eau. Elle se rencontre de préférence dans les eaux riches en nutriments, eaux mésotrophes à eutrophes. L'espèce supporte les eaux usées domestiques. Les sites peuvent être aussi bien en plein soleil qu'à l'ombre. Elle colonise les fossés, les canaux, les anciens cours d'eau ainsi que les étangs et les baies protégées du vent des grands lacs. L'espèce se reproduit surtout de manière végétative par des turions (bourgeons d'hivernage) qui se forment très tôt dans l'année (juin/juillet). Un peu thermophile, la lentille d'étang présente une phase de repos plus longue que toutes les autres lemnaées, qui peuvent encore être présentes à la surface de l'eau lorsqu'il gèle. En Suisse, elle se trouve surtout sur le Plateau et se rencontre aux étages collinéen à montagnard. Elle est disséminée par les oiseaux aquatiques ou par le courant.

Distribution dans le lac

La Spirodèle à plusieurs racines n'a été observée que dans le tronçon 6 du lac de Morat, dans la zone d'influence directe de l'embouchure de l'Eau Noire au camping d'Avenches Plage. Elle y séjourne dans les eaux calmes et calmes, entre les nénuphars et les roselières littorales. La population n'est pas très importante et ne forme pas de couvertures fermées.

Photo de droite: Spirodèle à plusieurs racines (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.) Photo : Arno Schwarzer



UTRICULAIRE MÉRIDIONALE

(*Utricularia australis* / *vulgaris*)

Écologie

Les deux espèces d'Utriculaires ne peuvent pas être distinguées avec certitude lorsqu'elles sont stériles. Toutes les espèces d'*Utricularia* sont des plantes carnivores qui capturent du zooplancton avec leurs vessies de capture. Elles flottent à la surface de l'eau et sous l'eau et peuvent former des pousses pouvant atteindre 3 m de long. Les fleurs sont formées au-dessus de l'eau. Les graines ne mûrissent généralement

Photo de droite: Lentille d'étang (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.). Photo tout à droite: *Utricularia australis/vulgaris* australienne/communautaire sous le microscope.

Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Teichlinse (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.)

Foto: Arno Schwarzer

lassen. Sie kommt bevorzugt in nährstoffreichen, meso- bis eutrophen Gewässern vor. Die Art erträgt Haushaltsabwässer. Die Standorte können sowohl vollsonnig als auch beschattet sein. Sie besiedelt Gräben, Kanäle, Altgewässer sowie Teiche und windgeschützte Buchten grösserer Seen. Die Art vermehrt sich vor allem vegetativ über Turionen (Überwinterungsknospen), die sich schon früh im Jahr bilden (Juni/Juli). Die etwas wärmeliebende Teichlinse weist eine längere Ruhephase als alle anderen *Lemnaceen* auf, welche noch bei Frost auf der Wasseroberfläche vorkommen können. In der Schweiz ist sie vor allem im Mittelland zu finden und kommt in der kollinen bis montanen Stufe vor. Sie wird durch Wasservögel oder durch Strömung verbreitet.

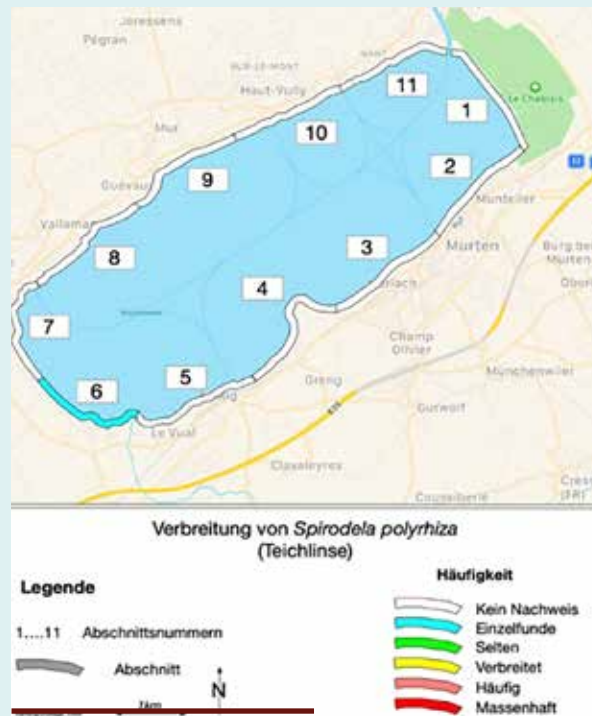
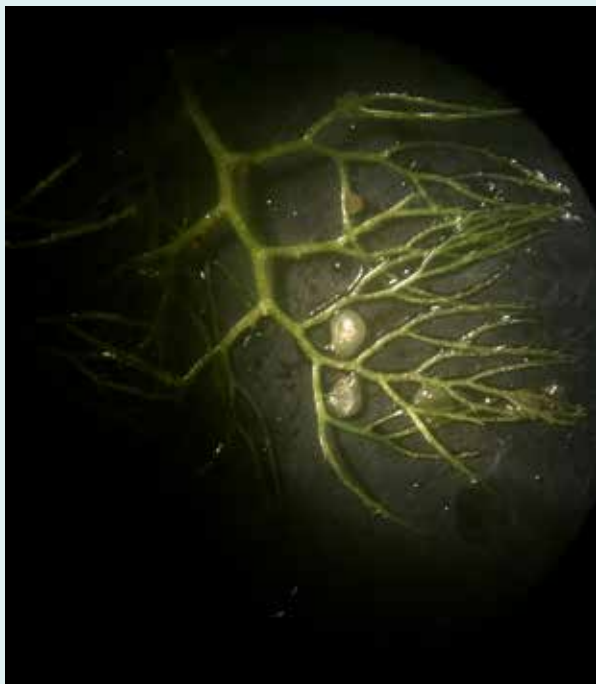


Foto ganz links: Teichlinse (*Spirodela polyrhiza* (L.)

Schleid.). Foto links: Südlicher/Gemeiner Wasserschlauch (*Utricularia australis/vulgaris*) unter dem Mikroskop.

Fotos: Arno Schwarzer



Verbreitung im See

Die Teichlinse wurde in Murtensee nur im Abschnitt 6 nachgewiesen und zwar im unmittelbaren Einflussbereich der Eau Noire-Mündung beim Campingplatz Avenches Plage. Hier hält sie sich im windberuhigten Stillwasserbereich auf, zwischen Seerosen und Uferrohrlicht. Die Population ist nicht sehr gross und bildet keine geschlossenen Decken aus.

SÜDLICHER/GEMEINER WASSERSCHLAUCH

(*Utricularia australis/vulgaris*)

Ökologie

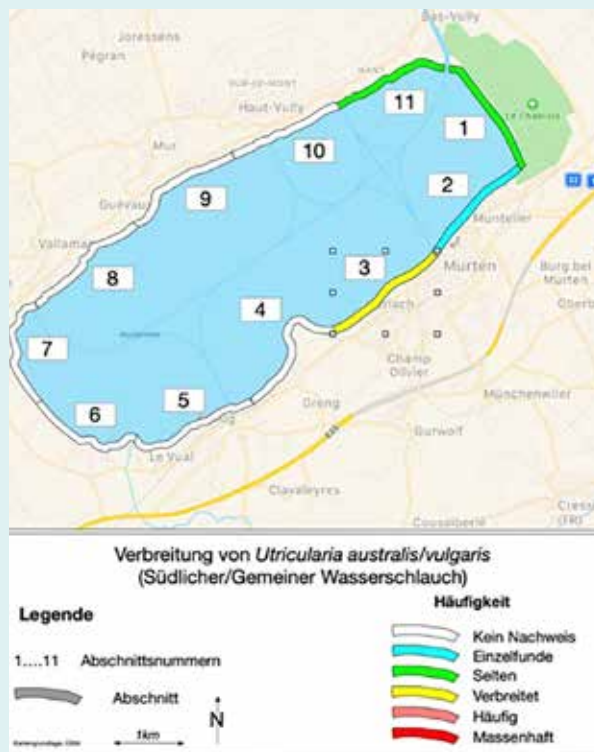
Die beiden Wasserschlauch-Arten sind steril nicht sicher unterscheidbar. Alle *Utricularia*-Arten sind karnivore Pflanzen, die mit ihren Fangblasen Zooplankton erbeuten. Sie schweben an der Wasseroberfläche und unter Wasser und können bis 3m lange Sprosse ausbilden. Die Blüten werden über Wasser gebildet. Die Samen reifen meist nicht aus, die Pflanzen sind ausdauernd und überwintern als Turionen. Beide Arten bevorzugen meso- bis eutrophe Gewässer, sie sind gegenüber Gewässerverschmutzung empfindlich. Sie kommen überwiegend im Mittelland in Torfgräben, Mooren, Teichen, klaren Altwässern, Abtragungsgewässern und Seen vor. Ihr Vorkommen ist beschränkt auf die kolline und montane Stufe.

Verbreitung im See

Der Wasserschlauch wurde im Murtensee während der Untersuchungsphase 2020 nur im nordöstlichen Teil in 4 Abschnitten nachgewiesen (1,2,3 und 11). Meist wurden nur Einzelpflanzen gesichtet, lediglich in Abschnitt 3 konnte *Utricularia* häufiger nachgewiesen werden. Interessanterweise kommen die Pflanzen im See nicht nur an der Wasseroberfläche oder im ufernahen Flachwasser sondern auch zur Seemitte hin bis in eine Tiefe von 3,5 m vor. Die Pflanzen bilden im Murtensee keine eigenen Gesellschaften aus, sondern dringen in das *Schoenoplectetum lacustris*, ins

pas, les plantes sont vivaces et passent l'hiver sous forme de turions. Les deux espèces préfèrent les eaux mésotrophes à eutrophes, elles sont sensibles à la pollution de l'eau. On les trouve principalement sur le Plateau, dans les fosses de tourbage, les marais, les étangs, les bras morts clairs, les eaux d'excavation et les lacs. Leur présence est limitée aux étages collinéen et montagnard.

Distribution dans le lac



Durant la phase d'étude 2020, l'Utricularie n'a été observée dans le lac de Morat que dans la partie nord-est et dans 4 secteurs (1, 2, 3 et 11). La plupart du temps, seules des plantes isolées ont été observées, l'Utricularia n'a été détectée plus fréquemment que dans le tronçon 3. Il est intéressant de constater que les plantes du lac ne se trouvent pas seulement à la

Photo de droite: Urticaire australienne/vulgaire (Utricularia australis/vulgaris). Photo: Arno Schwarzer

surface de l'eau ou dans les eaux peu profondes proches de la rive, mais aussi vers le milieu du lac jusqu'à une profondeur de 3,5 m. Les plantes ne forment pas leurs propres associations dans le lac de Morat, mais pénètrent dans le *Schoenoplectetum lacustris*, le *Najadetum marinae* et le *Potametum pectinati*. On les trouve aussi occasionnellement dans le *Phragmitetum australis*.

ZANNICHELLIE DES MARAIS

(*Zannichellia palustris* L.)

Écologie

Le filament d'étang est une petite plante aquatique filiforme qui, à l'état stérile, peut facilement être confondue avec un chénopode. Ses fruits typiques en forme de croissant se trouvent à l'angle des feuilles. Dans les eaux peu profondes, les pousses latérales poussent en touffes à partir d'un rhizome rampant et enraciné en permanence. La sarcelle d'hiver colonise aussi bien les plans d'eau et les cours d'eau oligotrophes qu'eutrophes. Cette espèce eutrophe est très tolérante à la pollution. En Suisse, on trouve la sarcelle d'hiver dans les petits plans d'eau, les fossés, les ruisseaux et les rivières, les étangs, les eaux d'excavation et les lacs. Elle se limite aux sites d'eau peu profonde (jusqu'à 2,5 m de profondeur).

Distribution dans le lac

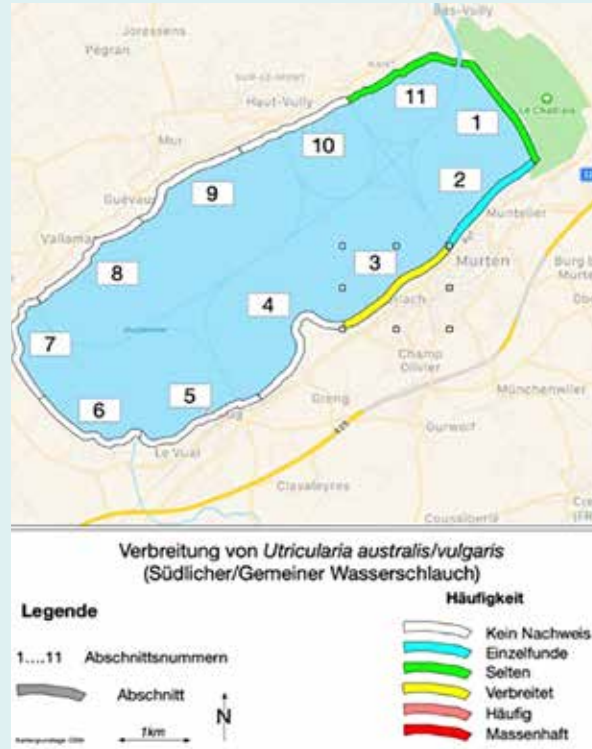
La sarcelle d'hiver n'est pas fréquente dans le lac de Morat. Il n'a pu être identifié que dans 2 tronçons (1, 9) où il est présent dans les eaux peu profondes en compagnie de characées, de l'épiaire à crête et du lichen lacustre. En raison de son habitus discret, l'espèce est probablement plus fréquente et on peut s'attendre à la trouver également dans les tronçons 6,7

Photo de droite: Fleur d'Utricularia. Photo tout à droite: filament d'étang. Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Südlicher/Gemeiner Wasserschlauch (*Urticularia australis/vulgaris*). Foto: Arno Schwarzer



TEICHFADEN
(*Zannichellia palustris* L.)

Ökologie

Der Teichfaden ist eine kleine, fadenförmige Wasserpflanze die steril leicht mit einem Laichkraut verwechselt werden kann. Ihre typischen, sichelförmigen Früchte sitzen in den Blattwinkeln. Im Flachwasser wachsen büschelartig die Seitentriebe aus einem ständig verwurzelten, kriechenden Rhizom. Der Teichfaden besiedelt sowohl oligo- als auch eutrophe Still- und Fließgewässer. Die eutraphente Art ist sehr verschmutzungstolerant. In der Schweiz findet man

Foto ganz links: Blüte von *Urticularia*. Foto links: Teichfaden. Fotos: Arno Schwarzer

den Teichfaden in Kleingewässern, Gräben, Bächen und Flüssen, Teichen, Abgrabungsgewässern und Seen. Sie ist auf Flachwasserstandorte (bis 2,5 m Tiefe) beschränkt.

Verbreitung im See

Im Murtensee ist der Teichfaden nicht häufig. Die Pflanze konnte nur in 2 Abschnitten (1, 9) nachgewiesen werden und kommt dort im Flachwasser zusammen mit Characeen, dem Kamm-Laichkraut und der See-Flechtbinse vor. Aufgrund ihres unscheinbaren Habitus ist die Art wahrscheinlich häufiger und ist vor allem auch in den Abschnitten 6,7 und 11 zu erwarten. *Zannichellia palustris* bildet im Murtensee keine eigene Gesellschaft aus. Sie kommt als individuenarme Begleitart im *Schoenoplectetum lacustris*, im *Najadetum marinae* und im *Charetum contrariae* vor.



et 11. *Zannichellia palustris* ne forme pas d'association propre dans le lac de Morat. Elle est présente en tant qu'espèce accompagnatrice pauvre en individus dans le *Schoenoplectetum lacustris*, le *Najadetum marinae* et le *Charetum contrariae*.



DESTRUCTION QUE PERSONNE NE VOIT

Les dangers qui menacent les plantes aquatiques ne sont souvent pas visibles au premier coup d'œil, tout se passe dans l'ombre. Parmi les multiples influences qui s'exercent sur la flore aquatique, trois facteurs sont particulièrement efficaces dans le lac de Morat. Outre la destruction de la zone riveraine par les aménagements déjà mentionnés, il s'agit des dommages causés par la circulation des bateaux et par les rejets d'eaux usées. Les lignes de destruction causées par les ancres traînées qui, comme des râtaux, arrachent les plantes

Photo de droite: *Zannichellia palustris* L.
Photo: Arno Schwarzer

des sédiments, sont fréquentes dans le lac de Morat. La végétation subaquatique est ainsi fortement touchée, en particulier dans les baies calmes qui invitent à la détente. Les longues chaînes des bouées causent également de gros dégâts. Elles traînent sur le sol et détruisent toute végétation. Un autre danger réside dans les rejets non traités qui, en cas de fortes pluies, déversent les eaux usées et les engrais directement dans le lac. De cette manière, les algues vertes se développent en masse et étouffent les plantes à fleurs. Mais un changement de mentalité est en train de s'opérer, et de précieux tronçons de rives dans les zones d'eau peu profonde sont désormais mieux protégés et valorisés. La revitalisation de certains tronçons de berges est également en cours.

CONCLUSION

Les rives des lacs proches de l'état naturel, avec leurs roselières et leurs zones d'eau peu profonde riches en plantes, font partie de nos paysages naturels les plus fragiles. C'est surtout dans les zones d'eau peu profonde que l'on trouve un grand nombre de plantes et d'animaux menacés. Pour l'homme, la diversité de la vie sous-marine reste généralement un monde inconnu et l'importance écologique du lac de Morat ne se révèle que lentement à nous et les différents intérêts des riverains, des protecteurs de la nature ou des visiteurs s'opposent sans cesse. Il faut toutefois garder à l'esprit que la protection de la nature ne veut rien pour elle-même, comme c'est le cas par exemple pour la pratique d'un hobby pour le surfeur ou pour l'amateur de sport. La protection de la nature s'engage pour la collectivité, pour nos enfants et pour notre survie! Cette brochure veut donc aussi contribuer à ne pas

À gauche : Dégâts causés à la faune aquatique par des bateaux au mouillage. À droite : déchets plastiques également au fond du lac. Photos: Arno Schwarzer





Foto links: Teichfaden (Zannichellia palustris L.)

Foto: Arno Schwarzer

ZERSTÖRUNG DIE NIEMAND SIEHT

Die Gefahren für die Wasserpflanzen sind oftmals auf den ersten Blick nicht sichtbar, es geschieht im Verborgenen. Von den vielfältigen Einflüssen, die auf die aquatische Pflanzenwelt einwirken, sind vor allem drei Faktoren im Murtensee wirksam. Neben der bereits erwähnten Zerstörung der Uferzone durch Verbau, sind dies Schäden durch Bootsverkehr und durch Abwasser-Einleitungen. Schneiden der Zerstörung durch mitgeschleifte Anker, die wie Rechen die Pflanzen aus dem Sediment ziehen, findet man häufig im Murtensee. Besonders in ruhigen Buchten, die zum Verweilen einladen, wird auf diese Weise die Unterwasservegetation stark in Mitleidenschaft gezogen. Auch die langen Ketten der Bojen verursachen grosse Schäden. Sie schleifen über den Boden und zerstören jeden Bewuchs. Zurück bleibt ein kahler kreisförmiger Fleck mit mehreren Metern Durchmesser. Eine weitere Gefahr droht durch ungeklärte Einleitungen, die Schmutzwasser und Düngemittel bei Starkregenfällen direkt in den See leiten. Auf diese Weise kommt es zu Massenvuchs von Grünalgen, welche die Blütenpflanzen ersticken. Viele Bestrebungen hinsichtlich Naturschutz und nachhaltiger Nutzung lassen nicht darüber hinwegtäuschen, dass dieser Druck weiterhin besteht, und dass wertvolle Seeflächen und Uferbereiche neuen Überbauungen zum Opfer fallen. Aber ein Umdenken setzt ein, mittlerweile sind wertvolle Uferabschnitte in Flachwassergebieten besser geschützt und aufgewertet. Auch die Revitalisierung von Uferabschnitten wird in Angriff genommen.



Links: Schäden in der Wasserpflanzenfauna durch ankernde Boote. Rechts: Plastikabfälle auch auf dem Seegrund. Fotos: Arno Schwarzer

FAZIT

Naturnahe Seeufer mit Riedwiesen, Schilfgürteln und an Pflanzen reichen Flachwasserzonen gehören zu unseren empfindlichsten Naturlandschaften. Besonders in den Flachwasserzonen, kommen besonders viele gefährdete Pflanzen und Tiere vor. Für den Menschen bleibt das vielfältige Leben unter Wasser meist eine unbekannte Welt und die ökologische Bedeutung des Murtensees erschliesst sich uns nur langsam und immer wieder stehen sich die unterschiedlichen Interessen der Anwohner, Naturschützer oder Besucher gegenüber. Dabei gilt es jedoch zu bedenken, dass der Naturschutz nichts für sich selbst will, wie es z.B. für die Ausübung eines Hobbys für den Surfer oder für den Sportanleger der Fall ist. Der Naturschutz engagiert sich für die Allgemeinheit, für unsere Kinder und für unser Überleben! Diese Broschüre möchte daher auch dazu beitragen uns nicht vergessen zu lassen, dass diese Unterwasserwelt auch einen Wert um ihrer selbst willen besitzt. Sie erzählt auch von der Schönheit und Stille dieser Welt – eingebunden in ihre Geschichte und den heutigen Anforderungen einer immer weiter wachsenden Gesellschaft.

Literaturhinweise

nous faire oublier que ce monde sous-marin a aussi une valeur pour lui-même. Elle parle aussi de la beauté et de la tranquillité de ce monde, intégré dans son histoire et dans les exigences actuelles d'une société qui ne cesse de croître.

Références bibliographiques

REMERCIEMENTS

Nous tenons ici à remercier tout particulièrement la **Fondation pour la promotion de la connaissance des plantes**. Sans le soutien financier de cette fondation, cette brochure n'aurait pas été possible.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchten wir der **Stiftung zur Förderung der Pflanzenkenntnis** unseren besonderen Dank aussprechen. Ohne die finanzielle Unterstützung dieser Stiftung wäre diese Broschüre nicht möglich gewesen

