Der Einfluss von Alter, Struktur und Umweltparametern auf Stillgewässer und ihre Besiedlung durch Amphibien und Libellen im Westen und Südwesten Luxemburgs

Nathalie Grotz[1], Martina Roß-Nickoll[2] und Simone Schneider[3]

[1] 12, rue du puits, L-7475 Schoos (grotz.n@gmail.com)
[2] Institut für Umweltforschung, Umweltbiologie und -chemodynamik UBC, RWTH Aachen University, Worringerweg 1, D-52074 Aachen (ross@bio5.rwth-aachen.de)
[3] Naturschutzsyndikat SICONA, 12, rue de Capellen, L-8393 Olm (simone.schneider@sicona.lu)

Grotz, N., M. Roß-Nickoll & S. Schneider, 2018. Der Einfluss von Alter, Struktur und Umweltparametern auf Stillgewässer und ihre Besiedlung durch Amphibien und Libellen im Westen und Südwesten Luxemburgs. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 120 : 77-106.

Abstract. Amphibians are among the most endangered animal classes worldwide. One of the major causes for their decline, besides various diseases, is the disappearance and deterioration of their aquatic habitats. To replace at least some of the lost habitats and to maintain and increase amphibian populations, nature conservation organisations create new semi natural ponds in Luxembourg. The aim of the following study was to evaluate the colonization process of ponds of various ages by amphibians as well as other species and to test for a number of variables that may influence colonization and could be important factors to help improve the design and choice of future ponds.

The 36 study ponds were situated in the south-western and western parts of Luxembourg. At each site, a survey of the vegetation, amphibians and dragonflies was undertaken. Furthermore, a number of environmental parameters (e.g. age, shape, distance to nearest watercourse or forest, …) and water analysis (pH, O_2, temperature, conductivity) were recorded and statistically tested in order to determine the parameters with the most significant influence on the colonization process of the ponds.

The study shows that pond age has an effect on a number of the environmental factors. Pond age also directly influences the colonization by dragonflies. Colonization by amphibians, however, was not explained by pond age alone, which in this case seems to be only one of many factors influencing the process. For plants, a clear succession from pioneer communities to more specialized reed communities was observed. Overall, the study shows a great heterogeneity of the ponds. The heterogeneity is reflected by the colonisation of the ponds. Because of this it is important to create new ponds of different types and especially in groups so that different succession stages are available for the various species during the time.

Keywords. *Triturus cristatus*, Odonata, Amphibia, Phytosociology, habitat management, nature conservation.

1. Einleitung

Zu den Ökosystemen, die aufgrund hoher Biodiversität sowie wichtiger ökosystemarer Funktionen und Dienstleistungen schützenswert sind, gehören die Kleingewässer. Kleinflächige Stillgewässer bieten vielen Tieren und Pflanzen einen Lebensraum (Engelhardt et al. 2015, Oertli et al. 2002); vor allem für Amphibien und Libellen sind diese Gewässer bedeutend (Jeliazkov et al. 2014, Denoël und Ficetola 2008, Denoël et al. 2005). Amphibien sind weltweit besonders stark vom Artenverlust betroffen (Stuart et al. 2004, Alford et al. 2001, Houlahan et al. 2000), vor allem wegen dem Verlust und der Fragmentierung ihrer Lebensräume (Stuart et al. 2004). Aber auch Krankheiten wie etwa der Chytridpilz (*Bat-*

rachochytrium dendrobatidis, Longcore et al. 1999) bedrohen die Amphibien zunehmend (Fisher et al. 2012, 2009, Kilpatrick et al. 2010, Lips et al. 2008, Skerratt et al. 2007, Cushman 2006, Garner et al. 2005, Beebee & Griffiths 2005, Bosch et al. 2001, Longcore et al. 1999). Kleingewässer verschwanden in den letzten Jahrzehnten durch eine Fülle von Ursachen, insbesondere durch Flurbereinigungsverfahren, einer wachsenden Agrarlandschaft mit intensiveren Bewirtschaftungsweisen sowie Siedlungs- und Straßenbau (Proess 2006). Durch die natürliche Sukzession besteht die Gefahr der Verlandung, die durch Eutrophierung noch beschleunigt werden kann.

Eine Möglichkeit, die gefährdeten Arten der Gruppe der Amphibien und Libellen zu fördern, stellt die Neuanlage von Kleingewässern dar. Um den Lebensraumtyp Gewässer bestmöglich (wieder-)herstellen und damit konkreten Artenschutz durchführen zu können, ist es wichtig zu verstehen, welche Faktoren für die betreffenden Arten besonders von Bedeutung sind und wie diese untereinander vernetzt sind. Die Wechselwirkungen zwischen Flora, Fauna und abiotischen Faktoren sind jedoch oft noch nicht vollständig bekannt. Auch über den Einfluss des Umlandes mit seinen unterschiedlichen Nutzungen und Strukturen sowie die dadurch mögliche Begünstigung der Wanderung der Amphibien, etwa durch Versteckmöglichkeiten und günstiges Mikroklima in Waldgebieten, ist wenig bekannt. In Luxemburg gibt es derzeit etwa 800 Stillgewässer, die ab einer Größe von 25 m^2 gesetzlich geschützt sind (Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement & Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs, 2014a, b, Mémorial 2018). Somit sind die Gewässer als Laichgewässer und weitere Offenlandbiotope, die als Landlebensraum für Amphibien eine Rolle spielen, nach dem Nationalen Naturschutzgesetz geschützt (Mémorial 2018). Bei der landesweiten Kleingewässerkartierung wurden seit 1993 zwar 2.000 stehende Gewässer erfasst, allerdings ist die Mehrzahl durch starke Beschattung, Fischbesatz und/oder steile Ufer kaum für Libellen geeignet (Proess 2006). Die Naturschutzsyndikate SICONA Sud-Ouest und SICONA Centre (im Folgenden SICONA genannt) haben in den letzten 25 Jahren über 400 Kleingewässer vor allem als Artenschutzmaßnahme für den gefährdeten Kammmolch (*Triturus cristatus*) – im Rahmen des Nationalen Artenschutzplanes Kammmolch (Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement 2009a) und des Kleingewässerschutzprogrammes (initiiert vom Nationalmuseum für Naturgeschichte Luxemburg) angelegt. Landesweit sind dadurch seit 1993 fast 500 Gewässer neu angelegt worden (Proess 2016). Denkt man an den starken Rückgang der Feuchtgebiete in Luxemburg - im Zeitraum 1962-1999 sind 82 % der Feuchtgebiete zerstört worden (Ministère du Développement durable et des Infrastructures, 2009b) - wird der weitere Bedarf an Kleingewässern deutlich. Hinzu kommt die oftmals schlechte Eignung als Habitat (Proess 2006) für Libellen oder Amphibien der bestehenden älteren Gewässer. Auch die Verbreitungs-, Schutz- und Gefährdungssituation der Amphibien zeigt den Handlungsbedarf (Proess et al. 2016). In Luxemburg sind alle Amphibien- und Libellenarten gesetzlich geschützt und auch auf europäischer Ebene ist die Mehrheit der in Luxemburg vorkommenden Amphibienarten geschützt (Mémorial 2009, JOCE 1992). Nicht zuletzt gibt der Zweite Nationale Naturschutzplan 2017-2021 konkrete Ziele zur Wiederherstellung und Neuanlage von Feuchtgebieten inklusive Kleingewässer an (Mémorial 2017).

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der Masterarbeit der Erstautorin an der RWTH Aachen am Institut für Umweltforschung, Arbeitsgruppe Ökologie und Ökotoxikologie der Lebensgemeinschaften in Zusammenarbeit mit dem Naturschutzsyndikat SICONA erstellt und beschäftigt sich mit der Besiedlung von Kleingewässern. Ziel der Arbeit war es, den Einfluss von Alter, Struktur und Umgebung der untersuchten Kleingewässer sowie die Bedeutung des Bewuchses im und am Gewässer auf die Besiedlung durch Amphibien und Libellen zu bestimmen. Libellen und Amphibien wurden als Artengruppen ausgewählt, da sie viele naturschutzrelevante und gefährdete

Arten umfassen und zudem leicht zu erfassen sind. Die Vegetation wurde zusätzlich aufgenommen, da sie eine Aussage über den Zustand eines Gebietes über einen längeren Zeitraum ermöglicht als physiko-chemische Messungen dies alleine vermögen.

Durch eine genauere Kenntnis der Besiedlung der Kleingewässer in verschiedenen Alters- sowie Sukzessionsphasen lassen sich die für die Offenhaltung notwendigen Pflegemaßnahmen zielführender definieren und optimaler planen. Mögliche Unterschiede in der Besiedlung können erkannt werden und der günstigste Zustand - für eine möglichst große Anzahl an Arten, insbesondere gefährdete Arten als Zielarten - gepflegt und erhalten werden. Des Weiteren wurde die Studie durchgeführt, um vor allem die Wahl der Standorte für die weitere Neuanlage von Gewässern zielführender vornehmen zu können und eine Besiedlung durch die Zielarten zu beschleunigen.

2. Untersuchungsgebiete und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiete

Ein Teil der Untersuchungsflächen liegt im Südwesten (Gutland), der andere Teil im Westen (Gutland, Ösling-Vorland) des Landes. Bei den insgesamt 36 untersuchten Stillgewässern (Abb. 1, 2) handelt es sich fast ausschließlich um Gewässer, die von SICONA angelegt oder restauriert wurden und unterhalten bzw. gepflegt werden. Die untersuchten Stillgewässer liegen in sieben Gemeinden und sind innerhalb der Gemeinden nummeriert (Tab. 1). Ihre Charakteristika können anhand der aufgenommenen Parameter in Tabelle 1 nachgeschlagen werden. Es wurden Gruppen von Stillgewässern mit unterschiedlichem Alter und unterschiedlicher Größe ausgewählt. Das Alter der Gewässer wurde der Datenbank des SICONA entnommen (sofern dort keine Datierung vorlag, wurde das Alter anhand von Luftbildaufnahmen bestimmt) und in fünf Alterskategorien eingeteilt: von Gruppe 1 jung (jünger als 5 Jahre) bis Gruppe 5 alt (älter als 20 Jahre) (siehe Tab. 2). Die 36 Gewässer verteilen sich wie folgt auf die fünf Altersgruppen:

Gruppe 1: K4, K5, K7, K8, S1, S5, U3
Gruppe 2: K3, K6, S2, S3, S4
Gruppe 3: K1, K2, K9, K10, U2, U5, U9, U11, B3
Gruppe 4: B1, B2, U4, U6, U8, U10, U12, V1, V2, V3, V4
Gruppe 5: D1, G1, U1, U7.

2.2. Physiko-chemische Wasserwerte

Mit einer Multiparametersonde (Hanna HI9828 mit Sonde HI769828) wurden pH, Sauerstoffsättigung, elektrische Leitfähigkeit sowie die Temperatur des Wassers ermittelt. Diese Daten wurden jeweils an fünf verschiedenen Punkten in den Gewässern, je einmal am Grund und einmal an der Wasseroberfläche aufgenommen. Die Daten wurden zweimal an einem Tag, je vormittags und abends, im Zeitraum zwischen dem 31.05.2014 und dem 20.06.2014, ermittelt. Zudem wurde an den Messpunkten die Wassertiefe mithilfe eines Zollstockes ermittelt.

2.3. Bestimmung der Umgebungs- und Umweltparameter

Zu jedem Kleingewässer wurden die Parameter Höhenlage und Flächengröße des Gewässers, Flächennutzung der Umgebung innerhalb eines 400 Meter-Radius, Distanz zum nächsten Stillgewässer, Distanz zum nächsten Wald, sowie Form und Dauerhaftigkeit des Gewässers notiert. Die Höhenlage wurde mithilfe der aktuellen topographischen Karten ermittelt (Administration du cadastre et de la topographie du Luxembourg 2015). Die Flächengröße der Gewässer wurde anhand von Luftbildern vermessen oder aus dem Biotopkataster Luxemburg übernommen, sofern die Gewässer als geschütztes Biotop eingetragen sind (Daten des Biotopkatasters, Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement & Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs 2014a). Es wurde ein Radius von 400 m gewählt, innerhalb dessen die Flächennutzung bestimmt wurde. Da dies in etwa dem Bewegungsradius der Kammmolche entspricht (Denoël & Ficetola 2008), ist diese Distanz für die Wanderung zwischen den Kleingewässern



Abb. 1. Eines der untersuchten Stillgewässer in Everlange. Foto: Nathalie Grotz, 2014.

für den Kammmolch relevant. Die Flächennutzung wurde anhand von Luftbildern ausgewertet. Die Umgebungsparameter sollen Rückschlüsse auf mögliche Auswirkungen bzgl. der Wanderungen der Amphibien erlauben. Dadurch kann auf eine Besiedlung neu angelegter Stillgewässer und Landlebensräume geschlossen werden. Auch für die Besiedlung der Gewässer durch Libellen könnte dies von Relevanz sein. Die Distanz zum nächsten Stillgewässer und zum nächsten Wald, die sich in gleicher Weise auf das Wanderverhalten der Amphibien auswirken kann, wurde ebenfalls anhand von Luftbildern (Administration du cadastre et de la topographie du Luxembourg 2015) gemessen. Um die Dauerhaftigkeit der Gewässer zu bestimmen, wurden die Stillgewässer anhand der Austrocknung, welche sie im Laufe der Untersuchungszeit (25.04.2014 - 03.10.2014) zeigten, in vier Klassen eingeteilt (Tab. 2). Die Form der Gewässer wurde in sechs Klassen eingeteilt (Tab. 2).

2.4. Erfassung der Libellen

Um das Vorkommen der Libellen zu dokumentieren, wurden i.d.R. jeweils drei Begehungen pro Gewässer unternommen. Um die unterschiedlichen Flugzeiten der Tiere abdecken zu können, wurden sowohl Kontrollen im Frühjahr, in der Mitte des Sommers als auch im Spätsommer gemacht (die genauen Termine können Tab. 3 entnommen werden). Wetterbedingt war es im Frühling nicht immer möglich die Tiere zu erfassen. Deswegen wurden für die statistische Auswertung nur der Sommer- und Spätsommer-Termin verwendet. Die Tiere wurden i.d.R. durch Beobachtung bestimmt, schwierige Taxa wurden mit einem Netz eingefangen, bestimmt (u. a. mit Proess 2016, Wildermuth & Martens 2014, Bellmann 2013) und danach wieder freigelassen. Es wurden die Art sowie die Anzahl der Tiere am Gewässer in fünf Häufigkeitsklassen aufgenommen. Die Nomenklatur folgt der von der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (GDO) aktualisierten Artenliste (2012, Libellenfauna Deutschlands, unter www.libellula.org, laut Proess 2006).

2.5. Erfassung der Amphibien

Die Amphibien wurden im Frühling (25.04.2014 - 05.06.2014) mithilfe von Molchreusen (Henf-Laar-Reusen, Schwimmreuse) gefangen. Es wurden jeweils Art, Geschlecht sowie Größe (Länge) der adulten Tiere aufgenommen; die Nomenklatur richtet sich nach Vences (2015, zitiert in Proess 2016). Bei den Larven wurde nach Möglichkeit bis auf Ebene der Art bestimmt. Die Reusen wurden an zwei, wenn möglich, aufeinanderfolgenden Nächten ausgebracht und morgens ausgewertet. Dies ermöglichte so die Abschätzung

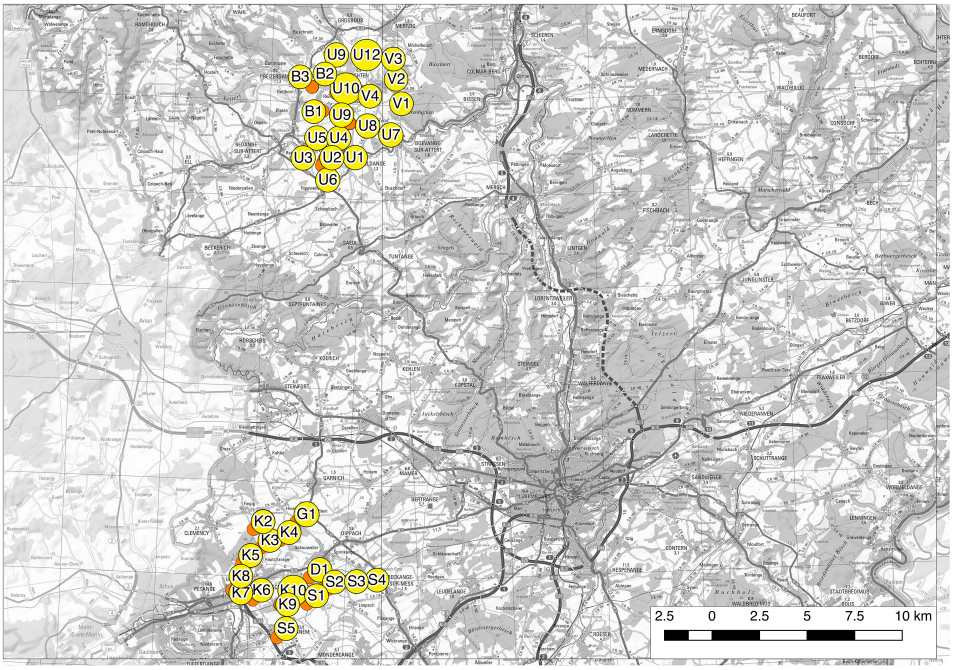


Abb. 2. Lage der untersuchten Gewässer. Kartenhintergrund: Administration du cadastre et de la topographie du Luxembourg, 2017.

der Populationsgrößen des Kammmolches. Zwischen der Benutzung wurden die Reusen sowie sämtliches Material gereinigt und mit Virkon® (DuPont) desinfiziert (Schmidt et al. 2009). Dies soll eine potentielle Verbreitung von *Batrachochytrium dendrobatidis* verhindern (Proess et al. 2015). Die Populationsgröße, die beim Kammmolch *(Triturus cristatus*) aufgrund seiner individuellen Bauchzeichnung bestimmt werden kann, wurde folglich auch nur für diese Molchart errechnet (Abb. 3). Zusätzlich zu den Fängen in den Reusen wurden auch rufende adulte Froschlurche notiert; hier wurden nur Präsenz/Absenz-Daten erhoben. Der Beifang der Reusen, der vor allem aus Wasserkäfern, Schnecken, Insektenlarven und Egeln bestand, wurde ebenfalls notiert.

2.6. Vegetationsaufnahmen

Die Aufnahme der Vegetation der Gewässer behandelte zwei Teilbereiche, zum einen die Pflanzen unmittelbar am Ufer und zum anderen die Pflanzen der Wasserfläche. Die Vegetation des Ufers wurde in einem 1 Meter breiten Streifen entlang der Wasserlinie aufgenommen. Die Vegetationsaufnahme der Wasserfläche beschränkte sich auf die emerse Vegetation. Die Häufigkeiten der Pflanzenarten wurden in den sich seit vielen Jahren bewährten fünf Kategorien eingeteilt (Tab. 2). Die Nomenklatur folgt Lambinon & Verloove (2015), mit Ausnahme des Aggregates von *Taraxacum officinale* agg. Zudem wurde die Pflanzen-Deckung der Ufer- und Wasserfläche geschätzt. Diese Daten dienten u. a. der Beschreibung der Struktur der Gewässer. Am Gewässer G1 konnte aus Zeitgründen keine Aufnahme durchgeführt werden.

2.7. Datenauswertung

Alle biotischen Daten (Libellen, Amphibien, Vegetation) der untersuchten Gewässer wurden in die nationale Datenbank Recorder des Nationalmuseums für Naturgeschichte aufgenommen. Nach einer tabellarischen Auswertung, erfolgte die Sortierung

Tab. 1. Merkmale der untersuchten Stillgewässer mit Angabe zu: nächstgelegener Ort, Flurname, Altersgruppe, Größe, Distanz zum nächsten Wald und Stillgewässer, Formklasse und physiko-chemischen Daten (gemittelte Werte der fünf Aufnahmepunkte an der Wasseroberfläche und am Grund und der beiden Aufnahmezeitpunkte am Vormittag und am Nachmittag an einem Tag. Für den Sauerstoffgehalt wurden nur die Werte von der Wasseroberfläche verwertet. Zeitraum der Wasseranalysen: 31.05.2014 - 20.06.2014). Angaben zur Form siehe Tab. 2.

Bezeichnung	Gemeinde	Nächstgelegener Ort	Flurname	Koordinaten (LUREF)	Altersgruppe	Größe [m²]	Distanz Wald [m]	Distanz Stillgewässer [m]	Form [Klassen]	Tiefe [cm]	pH	O_2 [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [mS/cm]
B1	Bissen	Reimberg	Mieren	64739 E 95188 N	4	155	605	1120	5	28,9	6,46	0,62	17,05	391,70
B2	Bissen	Reimberg	Préitzerbierg	64198 E 96459 N	4	443	145	5	5	33,5	7,08	7,87	16,72	208,45
B3	Bissen	Reimberg	Préitzerbierg	64168 E 96451 N	3	544	177	5	3	39,42	6,70	2,14	13,42	184,05
D1	Dippach	Schouweiler	Bitschenheck	64045 E 70690 N	5	2270	220	870	1	19,1	6,45	4,17	21,83	465,90
G1	Garnich	Dahlem	Bolsemuer	63336 E 73615 N	5	2990	89	33	1	32,9	6,21	0,41	14,74	589,00
K1	Käerjeng	Hautcharage	Nuechtbann	61132 E 73243 N	3	243	310	11	2	54,5	6,34	0,53	15,76	355,25
K2	Käerjeng	Hautcharage	Nuechtbann	61100 E 73231 N	3	216	344	11	3	30,4	6,12	0,25	14,20	414,75
K3	Käerjeng	Hautcharage	Salt	61489 E 72247 N	2	100	277	1050	2	16,4	6,43	7,57	19,33	204,60
K4	Käerjeng	Hautcharage	Pärchesgriecht	62525 E 72662 N	1	277	39	1100	5	41,1	8,81	10,65	21,89	172,60
K5	Käerjeng	Hautcharage	Itschelt	60499 E 71455 N	1	247	240	200	5	39,4	8,44	14,11	20,81	153,28
K6	Käerjeng	Bascharage	Aaks	61067 E 69526 N	2	147	388	255	5	28,5	6,80	5,09	21,50	598,80
K7	Käerjeng	Linger	Pull	59975 E 70005 N	1	267	205	16	3	13,5	8,66	10,80	21,61	759,00
K8	Käerjeng	Linger	Pull	59980 E 70040 N	1	411	235	16	6	19,5	8,11	9,20	20,86	780,50
K9	Käerjeng	Bascharage	Zämerbësch	62506 E 69244 N	3	2180	26	4	1	71,9	7,92	4,27	17,37	554,10
K10	Käerjeng	Bascharage	Zämerbësch	62499 E 69282 N	3	225	34	4	4	34,6	7,19	1,61	14,44	1114,85
S1	Sanem	Sanem	Lämmtges	63912 E 69303 N	1	144	54	1110	5	57,9	8,60	12,98	21,18	102,90
S2	Sanem	Sanem	Wald	64733 E 70090 N	2	402	75	145	6	39,8	8,45	15,49	24,58	112,55
S3	Sanem	Sanem	Wald	64900 E 70087 N	2	260	174	125	1	28,2	6,87	6,01	20,77	558,25
S4	Sanem	Sanem	Wald	65043 E 70087 N	2	433	76	125	6	64,2	7,83	11,54	24,02	500,35
S5	Sanem	Sanem	Hannert dem Schlass	62333 E 67546 N	1	156	596	853	3	67,1	7,42	12,98	20,34	341,90
U1	Useldange	Everlange	Weiden	64889 E 92443 N	5	361	464	13	3	51,8	7,13	3,62	15,01	696,40
U2	Useldange	Everlange	Weiden	64853 E 92460 N	3	237	465	13	3	35,6	7,41	6,88	17,04	509,20

Tab. 1. Fortsetzung.

Bezeichnung	Gemeinde	Nächstgelegener Ort	Flurname	Koordinaten (LUREF)	Altersgruppe	Größe [m²]	Distanz Wald [m]	Distanz Stillgewässer [m]	Form [Klassen]	Tiefe [cm]	pH	O_2 [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [mS/cm]
U3	Useldange	Everlange	Weiden	64753 E 92467 N	1	1390	463	60	6	35,2	9,72	13,03	20,66	293,30
U4	Useldange	Everlange	Weiden	64871 E 92680 N	4	286	246	18	3	54,1	6,47	2,97	14,93	158,55
U5	Useldange	Everlange	Weiden	64836 E 92680 N	3	335	250	18	3	68,6	7,61	9,52	18,58	193,25
U6	Useldange	Everlange	Weierwi-sen	64699 E 92326 N	4	289	580	122	3	28,4	6,55	4,37	14,97	175,10
U7	Useldange	Schandel	Weisfel-der	66893 E 94245 N	5	350	562	590	5	33,6	6,82	1,64	22,05	471,35
U8	Useldange	Schandel	Burefeld	66172 E 94547 N	4	356	2	35	2	40,8	6,33	7,41	23,94	189,75
U9	Useldange	Schandel	Burefeld	66132 E 94557 N	3	82	2	35	4	47,9	5,83	0,77	19,62	136,70
U10	Useldange	Reimberg	Wollefs-knapp	65443 E 96161 N	4	180	17	7	2	66,6	6,56	0,95	17,60	660,35
U11	Useldange	Reimberg	Wollefs-knapp	65433 E 96136 N	3	155	5	7	3	43,1	6,78	4,88	20,98	337,45
U12	Useldange	Schandel	Stamp	65967 E 96578 N	4	280	21	61	1	29,8	5,83	1,28	18,96	238,80
V1	Vichten	Vichten	Akscht	67098 E 96187 N	4	1030	50	18	4	33,6	6,37	0,88	18,81	340,65
V2	Vichten	Vichten	Akscht	67052 E 96208 N	4	133	22	3	3	27,2	6,33	0,13	20,65	299,50
V3	Vichten	Vichten	Akscht	67033 E 96217 N	4	173	15	3	3	31,0	6,30	1,23	19,85	292,50
V4	Vichten	Vichten	Akscht	66797 E 96185 N	4	210	0	224	4	45,5	7,14	4,25	19,49	384,70

der Daten in Kreuztabellen. Die Daten der Vegetationsaufnahmen wurden in einer Kreuztabelle dargestellt, in der die Gewässer nach ihrer jeweiligen Altersgruppe vorsortiert wurden. Anschließend erfolgte die Zuordnung und Sortierung der Pflanzenarten und Aufnahmen nach pflanzensoziologischen Kriterien (nach Schneider 2011, Oberdorfer 2001, Ellenberg et al. 1992).

Zur Berechnung der Populationsgröße des Kammmolches wurde die Fang-Wiederfang-Methode nach Petersen (1896) verwendet. Die Fang-Wiederfang-Methode berechnet die Populationsgröße einer Art anhand von zwei aufeinanderfolgenden Fängen. Um den Einfluss von Zu- und Abwanderung so gering wie möglich zu halten, sollten die beiden Fänge zeitlich möglichst nah aufeinander folgen. Beim ersten Fang wurden die Tiere fotografiert und beim zweiten Fang wurden sowohl die Gesamtzahl als auch die Anzahl an wiedergefangenen Tieren aus dem ersten Fang notiert. Anhand dieser Daten wurde die Populationsgröße N errechnet, indem die Anzahl der Tiere vom zweiten Fang (n) und jene vom ersten Fang (M) multipliziert wird und dies wiederum durch die Zahl der Wiederfänge (m) geteilt wird: $N=n \cdot M/m$.

Für jene Standorte, an denen keine Individuen wieder gefangen wurden, wurde eine Minimalpopulation berechnet, welche

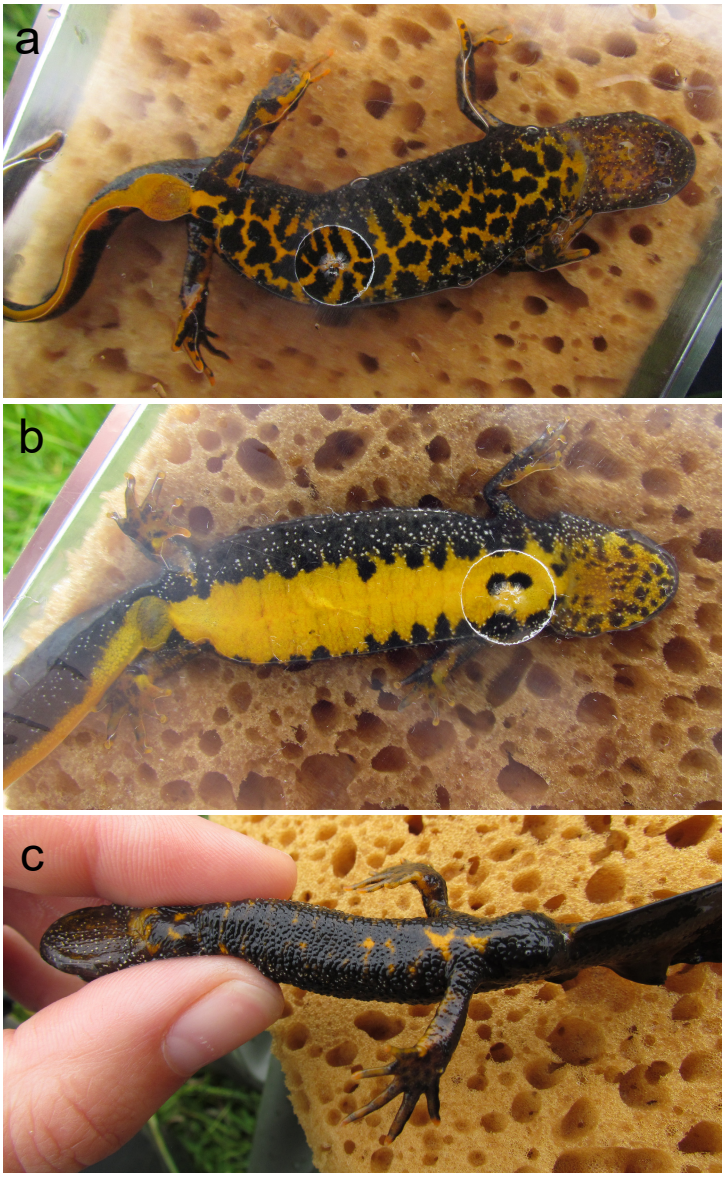


Abb. 3. Beispiele des unterschiedlichen Fleckenmusters der Bauchseiten des Kammmolches. a) und b) zeigen Weibchen, erkennbar an der hellen Kloake, c) ist ein Männchen. Fotos: Nathalie Grotz, 2014.

aus der Addition der beiden Fangzahlen bestand. Auch die Tiere aus dem Beifang wurden in eine Kreuztabelle eingetragen.

Die physiko-chemischen Wasserwerte sowie die Wassertiefe wurden gemittelt und grafisch dargestellt. Nur bei den Sauerstoffmessungen wurden jene Werte, die am Grund aufgenommen wurden, verworfen. Dies wird dadurch begründet, dass bei der Messung nicht sichergestellt werden konnte, ob die Sonde sich nicht im Schlamm befindet, wo die meisten Gewässer eine sehr geringe Sauerstoffsättigung vorweisen. Die gemessene Sauerstoffsättigung in Prozent wurde in den Sauerstoffgehalt in mg/l umgerechnet. Die Umweltdaten wurden ebenfalls in Tabelle 1 zusammengefasst.

2.8. Statistische Auswertung

Zunächst wurden einfache Analysen der Daten durchgeführt, um die Verteilung der

Tab. 2. Verwendete Gruppen, Klassen und Kategorien (in Klammern: die Farben, die in den Darstellungen benutzt wurden).

Altersgruppen Gewässer [Jahre]	Formklassen Gewässer	Austrocknungsklassen Gewässer	Häufigkeitsklassen Libellen [Anzahl]	Häufigkeitskategorien Vegetation
Gruppe 1: < 5 (schwarz)	Klasse 1: undefiniert	Klasse 1: nicht bis sehr wenig ausgetrocknet	Klasse 1: 1-5 Individuen	s: selten
Gruppe 2: 5-10 (lila)	Klasse 2: nierenförmig	Klasse 2: merklich bis deutlich ausgetrocknet	Klasse 2: 6-10 Individuen	v: vereinzelt
Gruppe 3: 11-15 (grün)	Klasse 3: rundlich	Klasse 3: stark ausgetrocknet	Klasse 3: 11-20 Individuen	z: zerstreut
Gruppe 4: 16-20 (gelb)	Klasse 4: länglich	Klasse 4: sehr stark bis komplett ausgetrocknet	Klasse 4: 21-50 Individuen	h: häufig
Gruppe 5: über 20 (rot)	Klasse 5: gebuchtet		Klasse 5: 51-100 Individuen	a: aspektbildend
	Klasse 6: gebuchtet mit Erhöhungen			d: bildet kleinflächig Dominanzbestände

Arten auf die einzelnen Standorte aufzuzeigen. Danach erfolgten multivariate Untersuchungen. Es wurde eine Cluster-Analyse der Umweltparameter mithilfe des Programmes PCORD 6 (McCune, B. und M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.) durchgeführt, um herauszufinden, ob sich Gruppen von Stillgewässern mit ähnlichen Umweltparametern bilden. Bei den Einstellungen wurde die Ward Methode als Linkage gewählt und als Distanz-Einstellung Euclidean. Die in diese Analyse eingeflossenen Daten waren folgende: Höhenlage [m], Alter [Jahre], Fläche [m^2], Anteil der verschiedenen Landschaftselemente/Biotoptypen in der Umgebung der Gewässer in einem 400 m Radius [% geschätzt], Wassertiefe [cm], pH, Temperatur [°C], Sauerstoffgehalt [mg/l], Leitfähigkeit [mS/cm], Deckung des Ufers/Wasserfläche durch Vegetation [% geschätzt], Form [Klassen], Austrocknungsgrad [Klassen], Distanz vom Gewässer zum nächsten Wald bzw. Stillgewässer [m].

Mit den so ermittelten Gruppen wurde eine multi-response permutation procedure (MRPP) mithilfe von PCORD 6 durchgeführt, um den Erklärungsgehalt der Analyse in Bezug auf die Umweltparameter zu ermitteln. Die MRPP ermittelt die Unterschiede zwischen jeweils zwei Gruppen und zeigt, ob diese sich signifikant unterscheiden. Eine weitere MRPP wurde anhand der Altersklassen der Gewässer durchgeführt. Mithilfe von CANOCO (Cajo J. F. Ter Braak. 2004. CANOCO Version 4.53. Biometris - quantitative methods in the life and earth sciences Plant Research International, Wageningen University and Research Centre Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands) wurden die biotischen Daten zunächst einer DCA (detrended correspondance analysis) unterzogen, um festzustellen, ob eine Korrespondenzanalyse (CA - correspondence analysis) oder eine Hauptkomponentenanalyse (PCA - principal component analysis) eine bessere Interpretation der Daten ermöglicht. Diese Entscheidung wird anhand der dabei ermittelten Gradientenlänge getroffen: Eine Gradientenlänge von >3,5 lässt auf eine CA schließen, eine von <3,5 auf eine PCA. Auch die darauffolgende Korrespondenzanalyse und die Hauptkomponentenanalyse wurden mithilfe von CANOCO durchgeführt. Bezieht man die Umweltparameter in die Analyse mit ein, so folgt auf eine CA eine CCA (canonical correspondance analysis) und auf eine PCA eine RDA (redundancy analysis). Beide wurden ebenfalls mit CANOCO durchgeführt. Neben der Analyse der biotischen Daten, wurde die PCA genutzt, um die Parameter, die für die Bildung der Gruppen der Umweltparameter durch die Cluster-Analyse ausschlaggebend waren, zu ermitteln.

Tab. 3. Vorkommen der Libellen pro Gewässer (sortiert nach Gewässer-Gruppe) an zwei Aufnahmezeitpunkten (Juli und September) in den entsprechenden Häufigkeitsklassen (Kasse 1: 1-5 Individuen, Klasse 2: 6-10 Indiv., Klasse 3: 11-20 Indiv., Klasse 4: 21-50 Indiv., Klasse 5: 51-100 Indiv.). Abkürzungen der Gewässer siehe Tab. 1. RL-Status: Rote Liste nach Proess (2006); dabei bedeuten: LC = ungefährdet. Einschätzung der Verbreitung (Häufigkeit) in Luxemburg nach Proess (2006): s = selten, mh = mäßig häufig, h = häufig, sh = sehr häufig.

| | | | | Kleinlibellen | | | | | | | | | | | | | | | | Großlibellen | | | | | | | | | | | | | | | |

				Kleinlibellen												Großlibellen												
Gruppen			Artenanzahl pro Aufnahme	*Calopteryx splendens*	*Calopteryx virgo*	*Lestes dryas*	*Lestes sponsa*	*Lestes viridis*	*Sympecma fusca*	*Coenagrion puella*	*Coenagrion scitulum*	*Enallagma cyathigerum*	*Erythromma viridulum*	*Ischnura elegans*	*Ischnura pumilio*	*Pyrrhosoma nymphula*	*Aeshna cyanea*	*Aeshna grandis*	*Aeshna mixta*	*Anax imperator*	*Cordulia aenea*	*Crocothemis erythraea*	*Libellula depressa*	*Libellula quadrimaculata*	*Orthetrum brunneum*	*Orthetrum cancellatum*	*Sympetrum danae*	*Sympetrum sanguineum*	*Sympetrum striolatum*	*Sympetrum vulgatum*	Gesammtartenzahl pro Gewässer
Gruppe 3		24.09.14	2					1																				1	
	K10	24.07.14	0																										0
		24.09.14	0																										
	U2	18.07.14	6							4		4		1	1					1		1							11
		06.09.14	10	1			1			1		3	4	2	1		1			1								3	
	U5	18.07.14	8							3	1	3	1	3						1					1		2		12
		12.09.14	9				1			1		1	2				1		1	1							1	1	
	U9	17.07.14	1																								2		2
		15.09.14	2														1										2		
	U11	17.07.14	6				1			4				3			1			1								2		8
		05.09.14	4					1									1										3	2	
Gruppe 4	B1	16.07.14	4							2										1		2					1		7
		05.09.14	5							1				1			1										1	2	
	B2	16.07.14	6				3			4										1				1	1		3		9
		05.09.14	5				2						1				2										1	2	
	U4	18.07.14	5			1				3							1				1						4		6
		12.09.14	2														1											1	
	U6	18.07.14	2							1																	1		5
		12.09.14	4									1					1	1									1		
	U8	17.07.14	8							5				1			1			1		1	1				4	1	9
		15.09.14	4					1									2										1	3	
	U10	17.07.14	3							4										1							1		7
		05.09.14	5					1									1									1	2	1	
	U12	17.07.14	1																								1		2
		16.09.14	1														1												
	V1	03.07.14	1																								1		2
		16.09.14	2														1										1		
	V2	03.07.14	1																								1		2
		16.09.14	1														1												
	V3	03.07.14	4			1				2						1											2		5
		16.09.14	2														1										1		
	V4	03.07.14	1							4																			4
		16.09.14	3					3									1	1											
Gruppe 5	D1	23.07.14	5			1				1				1			1										1		6
		17.09.14	2														1											1	
	G1	25.07.14	2			3																					1		3
		18.09.14	1														1												
	U1	18.07.14	5							3										1	1	1					4		8
		12.09.14	4					1					2				1										1		
	U7	10.07.14	3			1				2																	2		4
		15.09.14	1														1												

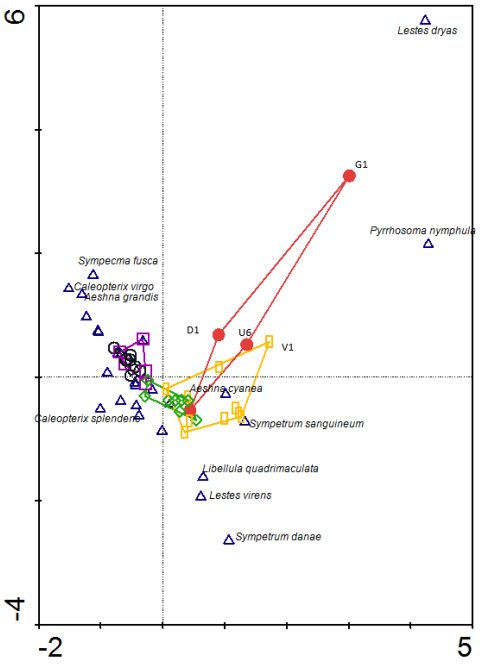


Abb. 4. CA der Libellen aus zwei gemittelten Begehungen (Juli und September). Mittelwerte der Häufigkeitskategorien sind aufsummiert. Die Altersgruppen der Gewässer sind farblich zusammengefasst (Gruppe 1 = schwarz, Gruppe 2 = lila, Gruppe 3 = grün, Gruppe 4 = gelb, Gruppe 5 = rot). Libellenarten: Dreieck (aus graphischen Gründen nur selektive Beschriftung). Der Eigenwert der 1. Achse ist 0,401, jener der 2. Achse 0,268.

3. Ergebnisse

Die Gewässer wurden in den Darstellungen gemäß den klassifizierten Altersgruppen eingeteilt, um einen möglichen Einfluss des Alters auf die einzelnen Faktoren sichtbar zu machen. Von einer alternativen Klassifizierung der Gewässer nach den Gruppen, die sich aus der Cluster-Analyse der Umweltparameter ergaben, wurde abgesehen, da diese keinen hohen Erklärungswert für die Verteilung der Organismengruppen hatten, wie sich durch die Ergebnisse der durchgeführten MRPPs zeigte. Deswegen wurde nur die Sortierung der Gewässer in Altersgruppen beibehalten.

3.1. Physiko-chemische Wasserwerte

Die Ergebnisse der physiko-chemischen Parameter sind in Tab. 1 dargestellt. Die gemittelten Werte für die fünf Gewässergruppen können Abb. 6 entnommen werden. Die gemittelten Wassertiefen der Gewässer reichten von etwas mehr als 13 cm bis über 70 cm. Die jungen und alten Gewässer unterschieden sich nicht bezüglich der Wassertiefe. Die pH-Werte schwankten zwischen pH 5,8 und pH 9,7. Hierbei lässt sich erkennen, dass die jungen Gewässer aus Gruppe 1 alle alkalische Werte zeigten und die älteren Gewässer generell saurer waren. Der durchschnittliche Sauerstoffgehalt an der Wasseroberfläche reichte von unter 0,5 mg/l bis über 14 mg/l. Man kann eine deutliche Tendenz erkennen, dass die jüngeren Gewässer aus Gruppe 1 und 2 einen höheren Sauerstoffgehalt aufwiesen als die älteren Stillgewässer der Gruppen 3, 4 und 5. Bei der Leitfähigkeit des Wassers wurden Werte von 102,9 mS/cm bis 1114,9 mS/cm gemessen. Hier ließ sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Alter der Gewässer und den gemessenen Werten erkennen. Die gemessenen Wassertemperaturen lagen zwischen 13,4 °C und 24,5 °C. Bei der Wassertemperatur konnte eine leichte Tendenz in Form höherer Wassertemperaturen der Gewässer der Gruppen 1 und 2 beobachtet werden; sie erhitzen sich stärker als jene aus den Gruppen der älteren Kleingewässer.

3.2. Umweltparameter

Die Umgebungs- und Umweltparameter wurden einer Cluster-Analyse unterzogen, aufgrund derer fünf Gruppen abtrennbar waren. Da jedoch eine Gruppe aus nur zwei Gewässern bestand und dies nicht für die weitere Bearbeitung im Programm geeignet ist, wurde diese Gruppe nicht für die statistische Auswertung benutzt. Schließlich ergaben sich diese vier Gruppen, mit denen die gleichen statistischen Tests durchgeführt wurden wie mit den Altersgruppen:

Gruppe A: G1, K9, D1
Gruppe B: K1, K2, K5, S2, U4, U5, U6, U8, U9, U10, U11, U12, B2, B3, V2, V3, V4
Gruppe C: U1, U2, K6, K7, K8, S3, S4, K10
Gruppe D: K3, K4, S1, S5, B1, U7

Die Bildung der Gruppen wich stark von der „a-priori-Klassifizierung“ anhand des

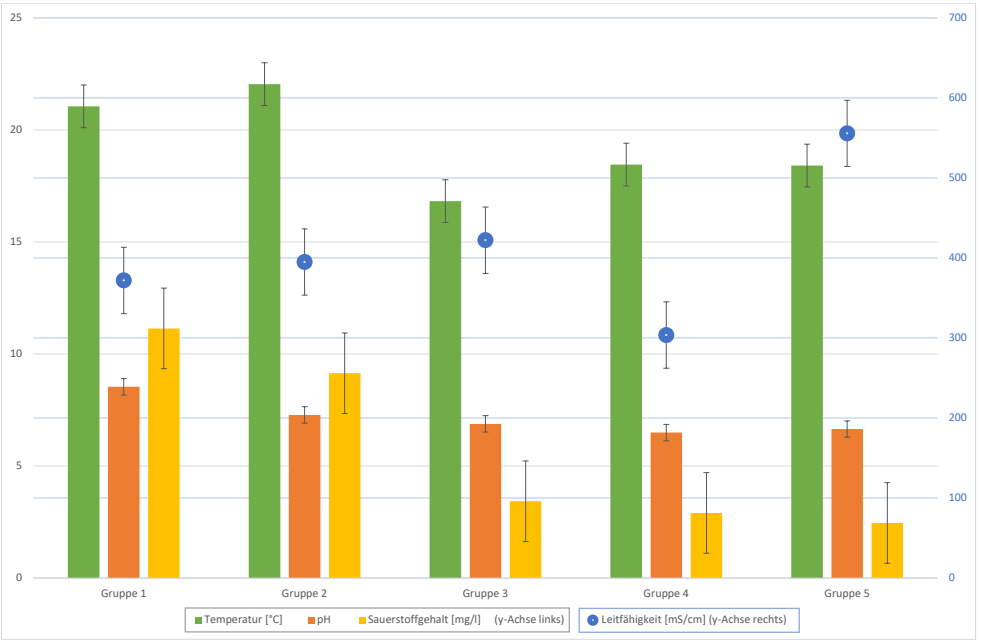


Abb. 5. Mittelwerte der Wasserwerte für die einzelnen Gruppen mit Standardabweichung. Ausgehend von den gemittelten Daten aus Tabelle 1 wurden Mittelwerte der Altersgruppen der Weiher erstellt.

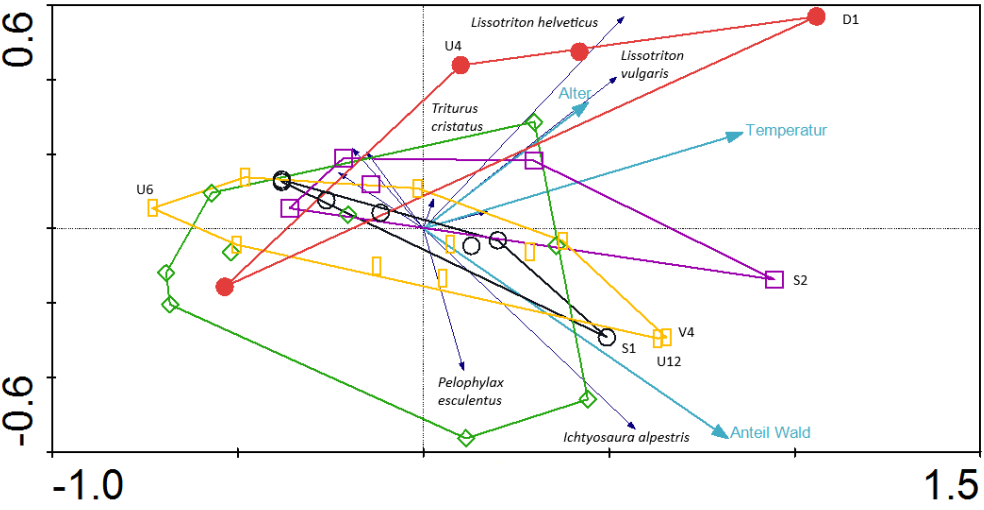


Abb. 6. RDA der gemittelten Amphibiendaten von zwei Terminen. Ausgewählt wurden jene Umweltparameter, die laut der Analyse als signifikant eingestuft wurden. Die Altersgruppen der Gewässer sind farblich zusammengefasst (Gruppe 1 = schwarz, Gruppe 2 = lila, Gruppe 3 = grün, Gruppe 4 = gelb, Gruppe 5 = rot). Die Arten sind mit dunkelblauen Pfeilen dargestellt, die ausgewählten Umweltparameter mit hellblauen Pfeilen. Der Eigenwert der 1. Achse ist 0,209, jener der 2. Achse 0,054.

Gewässeralters ab. Da die Gruppen, die aufgrund der Cluster-Analyse gebildet wurden, keinen hohen Erklärungswert bei der MRPP-Analyse hatten, und somit keine Erklärung für die Besiedlung durch Flora und Fauna lieferten, wurden diese nicht näher behandelt. Die MRPP zeigte, dass alle Gruppen (A bis D) sich in Bezug auf die Umweltparameter signifikant voneinander unterschieden. Dies war nicht der Fall, wenn man das gleiche Verfahren bei den Gruppen anwandte, die sich auf das Alter der Gewässer beziehen. Signifikante Unterschiede (p-Wert < 0,05) fanden sich hier nur zwischen den Gruppen 1 und 4 sowie zwischen den Gruppen 4 und 5.

3.3. Libellen

Es konnten insgesamt 28 Libellenarten an den Stillgewässern nachgewiesen werden. Die höchste Anzahl an Arten wurde dabei mit jeweils 13 Arten an den Gewässern S4 und S1 festgestellt. Die jüngeren Gewässer hatten höhere Artenzahlen als die Älteren (i.d.R. Vorkommen von Pionierarten). Die beiden Stillgewässer mit den höchsten Artenzahlen befanden sich in den ersten beiden Altersgruppen. Am Gewässer K10 wurden bei keiner der Aufnahmen Libellen gesichtet.

Auch bei der Gesamtindividuenzahl der Libellen pro Stillgewässer nahm die Anzahl der aufgenommenen Individuen mit dem Alter der Gewässer im Allgemeinen ab. Sie war wieder bei S1 am höchsten, mit einem aufsummierten Mittelwert der Häufigkeitsklassen von 16. Die Verteilung der Arten zeigte eine Verschiebung beim Vorkommen verschiedener Arten (Abb. 4, Tab. 3). Einige Arten, wie etwa *Sympecma fusca*, *Orthetrum cancellatum* und *Sympetrum striolatum*, hatten ihren Schwerpunkt an den Gewässern der Gruppen 1 und 2. Andere, wie *Lestes dryas*, kamen fast ausschließlich an den älteren Gewässern der Gruppen 4 und 5 vor. Wieder andere, wie *Coenagrion puella* oder *Aeshna cyanea*, zeigten keine Vorliebe für Gewässer eines bestimmten Alters. Unter den beobachteten Libellen sind nach der Roten Liste von Proess (2006) keine gefährdeten Arten. Jedoch konnten fünf von Proess (2006) als selten in Luxemburg eingestufte Arten (z. B. *Sympecma fusca*, *Coenagrion scitulum und Sympertrum danae)* beobachtet werden. *Sympecma fusca* und *Coenagrion scitulum* haben ihren Schwerpunkt an den Gewässern der Gruppen 1 und 2. *Sympetrum danae* wurde an einem Gewässer der Gruppe 4 nachgewiesen.

Die MRPP zeigte, dass sich ein Teil der Altersgruppen hinsichtlich der Besiedlung durch die Libellen unterschied. Die Gruppen 1 und 2 unterschieden sich signifikant von den Gruppen 3, 4 und 5 (p-Wert < 0,05). Die Gruppe 3 zeigte eine Differenz zu den Gruppen 1, 2, 4 und 5. Gruppe 4 war signifikant anders besiedelt als die Gruppen 1, 2 und 3. Gruppe 5 unterschied sich von den Gruppen 1, 2 und 3. Allein der paarweise Vergleich der Gruppen 1 und 2 sowie 4 und 5 konnte keine signifikanten Unterschiede zeigen.

Die Daten von zwei gemittelten Aufnahmeterminen (Juli und September) wurden einer DCA (Gradientenlänge lag bei 3,585) und anschließend einer CA unterzogen. Die graphische Darstellung (Abb. 4) dieser CA zeigte, dass sich nicht alle Altersgruppen deutlich voneinander abtrennten, die Gruppen 1 und 2 sich jedoch von den anderen Gruppen unterschieden. Es war ein Gradient von den jungen Gewässern zu den alten erkennbar. Die alten Gewässer wurden besonders durch das Vorkommen von *Lestes dryas* beeinflusst, die jungen Gewässer waren vor allem vom Vorkommen von *Sympecma fusca*, *Calopteryx splendens* und *Aeshna grandis* geprägt. Die anschließend durchgeführte CCA unter Hinzunahme der Umweltparameter zeigte ebenfalls keine eindeutige Auftrennung der Gruppen.

Zusätzlich zu den gemittelten Daten wurden auch die Daten der Begehungen von Juli sowie jene von September einzeln den gleichen statistischen Analysen unterzogen, um eine bessere Auftrennung und somit Erklärung der Daten zu erhalten. Die DCA ergab eine Gradientenlänge von 3,850, sodass eine CA durchgeführt wurde. Die Daten von Juli zeigten dabei eine vergleichbare Verteilung der Gruppen wie jene der gemittelten Daten. Zudem konnte der Einfluss von pH und Sauerstoffgehalt bei den jungen Kleingewässern (Gruppe 1 und 2) sowie der Effekt

der Flächengröße auf Gruppe 5 festgestellt werden. Die Daten von September ergaben jedoch keine Trennung der verschiedenen Gruppen.

3.4. Amphibien

Die Fangzahlen der Amphibien wurden durch die sehr hohe Zahl von *Rana temporaria*-Larven an einem Standort dominiert. Um zu vermeiden, dass diese die Darstellungen und Analysen zu stark beeinflusst, wurden die Fangzahlen der *Rana temporaria*-Larven alle durch den höchsten Mittelwert der beiden Aufnahmen geteilt. Die neu errechneten Werte wurden als rtl/1500 bezeichnet.

Vom Laubfrosch (*Hyla arborea*) wurde kein Individuum gefangen. Die erfassten Präsenz-/Absenz-Daten (Erfassung der Rufe) wurden nicht mit in die Auswertung einbezogen. Diese Daten sind jedoch für die Dokumentation der Entwicklung des Bestandes von *Hyla arborea* interessant, da diese Art stark gefährdet ist (Proess et al. 2016). Der Laubfrosch wurde an einem Gewässerkomplex in Useldange gehört.

Vergleicht man die Anzahl der Arten der jüngeren mit denen der älteren Gewässer, so stellt man fest, dass nur Gruppe 1 mit maximal vier Arten eine niedrigere Artenanzahl hatte als die älteren. Bei den Individuenzahlen der Amphibien zeigte sich, dass in Gruppe 1 generell weniger Individuen aufgenommen wurden als in den anderen Gruppen. Die höchste Gesamtanzahl wurde an einem Gewässer der Gruppe 5 gefunden, D1. An zwei Stillgewässern wurden keine Amphibien gefangen, K9 und K8. Der Kammmolch wurde in keinem Gewässer der Gruppe 1 nachgewiesen. Die anderen Molcharten zeigten keine deutliche Tendenz zu jungen oder alten Gewässern (Tab. 4, Abb. 6). Auffällig war lediglich, dass es an den acht Stillgewässern mit den höchsten Gesamt-Fangzahlen mit jeweils über 80 Individuen immer auch ein Kammmolch-Vorkommen gab. Die größten ermittelten Populationen des Kammmolches befanden sich in U11 mit 239 Individuen und U2 mit 242 Individuen. Die kleinste ermittelte Population war jene in U12 mit nur drei Individuen. Die beiden größten Populationen befanden sich in Gruppe 3. Dies unterstrich die Tendenz, dass die größten Populationen in den mittelalten Kleingewässern zu finden sind. Jedoch konnte nur für 11 Gewässer eine Populationsgröße berechnet werden.

Bei der Betrachtung der Arten- und Individuenzahl in Abhängigkeit von der Distanz der jeweiligen Gewässer zum nächsten Stillgewässer, ließ sich eine leichte Tendenz zu einer geringeren Anzahl an Arten bei größeren Distanzen erkennen. Jedoch gab es nur wenige Gewässer mit einer mittleren Distanz. Die meisten befanden sich im Umkreis von weniger als 200 m zu einem Stillgewässer, und die Gewässer mit der kürzesten Distanz zeigten nicht die höchsten Fangzahlen. Die Größe der Individuen unterschied sich nicht, auch wenn die Distanz zum nächsten Stillgewässer größer wurde und dadurch eine verringerte Größe aufgrund von Inzucht vermutet werden könnte. Der Kammmolch war die Art, die weit von anderen entfernte Gewässer am seltensten besiedelte. Von sieben Gewässern, die weiter als 500 m vom nächsten entfernt sind, wurden nur in einem Kammmolche gefangen. In den gleichen Gewässern wurden nur in zwei Fällen Teichmolche festgestellt. Somit könnte diese Distanz relevant für beide Arten sein. Des Weiteren gab es keinen Unterschied in der Verteilung zwischen Männchen und Weibchen der gleichen Art.

In Bezug auf die Nähe zu einem Wald zeigte sich, dass die höchste Anzahl an Arten nur in Gewässern zu finden waren, die eher nah an einem Waldgebiet lagen. Alle Gewässer, in denen sechs Amphibienarten gefangen wurden, befanden sich in weniger als 250 m Entfernung von einem Wald. Bei den Gewässern, in denen fünf Arten aufgenommen wurden, waren allerdings auch solche, die fast 600 m von einem Wald entfernt lagen. Die Fangzahlen der gefangenen Individuen nahmen leicht ab, je weiter weg von einem Wald sich das Gewässer befand. Jedoch fanden sich auch niedrige Fangzahlen an Gewässern, die nahe an einem Wald gelegen waren. Eine Tendenz lässt sich durch das Fehlen hoher Fangzahlen an weit von einem Waldgebiet entfernten Gewässern erkennen.

Tab. 4. Vorkommen der Amphibien pro Gewässer (sortiert nach Gewässer-Gruppe) an zwei Terminen, Angabe der Individuenzahl (Individuen wurden genau gezählt, nur bei Weiher K4 wurde die Anzahl der *Rana temporaria* Larven aufgrund hoher Anzahl geschätzt). Abkürzungen der Gewässer siehe Tab. 1. RL-Status: Rote Liste nach Proess (2016); dabei bedeuten: LC = ungefährdet. Häufigkeit in Luxemburg nach Proess (2016): rh = relativ häufig, h = häufig, sh = sehr häufig.

Gewässer	Datum	*Ichthyosaura alpestris*	*Lissotriton helveticus*	*Lissotriton vulgaris*	*Triturus cristatus*	*Pelophylax kl. esculentus*	*Rana temporaria* (Adult)	*Rana temporaria* (Larve)	Arten / Kontrolle	Arten / Gewässer
	RL-Status	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC		
	Häufigkeit nach Proess (2016)	h	h	rh	rh	h	sh	sh		
K4	09/05/2014	7	3			2		2000	4	
	10/05/2014	3	10			15		1000	4	4
K5	09/05/2014	5	41			2		2	4	
	10/05/2014	11	56			5			3	4
K7	13/05/2014		17					10	2	
	14/05/2014		20	1		1		7	4	4
K8	13/05/2014								-	
	14/05/2014								-	-
S1	04/06/2014		1			11			2	
	05/06/2014		1			11			2	2
S5	04/06/2014		1			2	1	1	4	
	05/06/2014					1			1	4
U3	23/05/2014	6		6					2	
	24/05/2014	8		3					2	2
K3	09/05/2014	2	19					29	3	
	10/05/2014		11					11	2	3
K6	13/05/2014	1	8	6	51	1			5	
	14/05/2014	3	9	5	27	2			5	5
S2	29/04/2014	77	41	11	8	6		49	6	
	30/04/2014	56	69	18	3	5		113	6	6
S3	29/04/2014	4	24	7		4		2	5	
	30/04/2014	10	33	17		6		4	5	5
S4	29/04/2014	22	47	22	1	3		39	6	
	30/04/2014	10	38	13		5		129	5	6
B3	29/05/2014	1				1			2	
	30/05/2014			2		2			2	3
K1	20/05/2014	2	6	3	6	5			5	
	21/05/2014	2	14	3	10	1			5	5
K2	20/05/2014	5		6	7	2			4	
	21/05/2014	3	6	5	11	3			5	5
K9	02/06/2014								-	
	03/06/2014								-	-
K10	02/06/2014	2	1		1	4			4	
	03/06/2014	1	7		4	4			4	4
U2	23/05/2014	6		3	22	4			4	
	24/05/2014	4		2	11	2			4	4
U5	25/05/2014	3			22	9		1	4	
	26/05/2014	2		2	19	5		2	5	5

Tab. 4. Fortsetzung.

Gewässer	Datum	*Ichthyosaura alpestris*	*Lissotriton helveticus*	*Lissotriton vulgaris*	*Triturus cristatus*	*Pelophylax kl. esculentus*	*Rana temporaria* (Adult)	*Rana temporaria* (Larve)	Arten / Kontrolle	Arten / Gewässer
U9	27/05/2014			1		4		10	3	
	28/05/2014	1	2	2		1		4	5	5
U11	07/05/2014	21	9	18	86	14			5	
	08/05/2014	10	5	3	39	16			5	5
B1	27/05/2014	3	42	5		10			4	
	28/05/2014	26	24	2		12			4	4
B2	29/05/2014					14		2	2	
	30/05/2014					9		9	2	2
U4	25/05/2014	5			26	3			3	
	26/05/2014	7	2		16			3	4	5
U6	25/05/2014	2			15	10		1	4	
	26/05/2014	2		2	6	5			4	4
U8	27/05/2014			3		3		1	3	
	28/05/2014		1	1				2	3	4
U10	07/05/2014	32	21	6	45	17			5	
	08/05/2014	13	11	16	36	12			5	5
U12	29/05/2014	49	8	4	3	7			5	
	30/05/2014	58	40	5	1	4			5	5
V1	01/05/2014	27	6	2	32	5			5	
	02/05/2014	43	12	2	33			1	5	6
V2	01/05/2014	18	6	6		6			4	
	02/05/2014	17	5	5		4			4	4
V3	01/05/2014	4	2	2	5	2		2	6	
	02/05/2014	1	5	3	3	2		3	6	6
V4	07/05/2014	113	29	7	4	5			5	
	08/05/2014	92	17	1	6	6			5	5
D1	25/04/2014	25	60	15	33	6		2	6	
	28/04/2014	11	138	20	5	4		176	6	6
G1	20/05/2014				4	12		22	3	
	21/05/2014		4		3	19		7	4	4
U1	23/05/2014	1	1	1	2	2			5	
	24/05/2014					9			1	5
U7	27/05/2014					4			1	
	28/05/2014					2		2	2	2

Es konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Die MRPP ermittelte signifikante Unterschiede nur zwischen Gruppe 2 und 5 sowie zwischen Gruppe 3 und 2. Somit setzte sich auch hier Gruppe 2 etwas ab. Die graphische Darstellung der mit den gemittelten Daten der Amphibien durchgeführten PCA zeigte, dass kein bestimmter Verlauf der Besiedlung der Gewässer im Laufe der Zeit nachgewiesen werden konnte. Keine Amphibienart kam häufiger in älteren oder jüngeren Gewässern vor. Die Gruppen trennten sich nicht auf, nur Gruppe 2 setzte sich etwas ab, jedoch nicht deutlich. Verschiedene Gewässer wurden besonders stark durch eine Art beeinflusst. D1 kennzeichnete sich durch das Vorkommen von *Lissotriton helveticus* und U11 durch ein hohes Kammmolch-Vorkommen. Bei der darauffolgend durch-

geführten RDA war ebenfalls keine klare Auftrennung der verschiedenen Altersgruppen zu erkennen. Die Gewässer V4 und U12 wurden durch den Anteil an Wald im 400 m Radius um das Gewässer sowie das Vorkommen von *Ichthyosaura alpestris* geprägt. Zusätzlich zur RDA mit allen Umweltparametern wurde eine Version nur mit jenen Parametern, deren Einfluss signifikant war, angefertigt. Diese Darstellung (Abb. 6) zeigte den starken Einfluss des Alters auf die Besiedlung mit Teich- und Fadenmolchen.

Zudem wurde eine RDA mit den Daten des Beifanges der Reusen angefertigt, um zu sehen, ob der Beifang einen Einfluss auf die Amphibiendichte hat. Hierbei zeigte sich, dass es eine negative Korrelation zwischen Fadenmolch und *Dytiscus* sp.-Larven gibt. Ebenfalls eine negative Korrelation zeigten *Triturus*-Larven mit Großlibellenlarven sowie Wasserkäfer gegenüber Teich- und Bergmolch.

3.5. Vegetation

Zur besseren Übersicht und Lesbarkeit wurde eine vereinfachte, gekürzte Kreuztabelle der Vegetationsdaten erstellt (Tab. 5), die die Aufnahmen vom Uferbereich und der Wasserfläche zusammenfasst. Die pflanzensoziologische Betrachtung zeigte Vorkommen von Arten der Klassen Potentillo-Polygonetalia Tüxen 1947, Scheuchzerio-Caricetea nigrae Tüxen 1937, Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941 und der Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937. Zudem wurden Gehölze, Ruderalarten und Pflanzenarten an den Gewässern aufgenommen, die weniger eng an die bestehenden Klassen gebunden sind und zwischen Gesellschaftseinheiten vermitteln.

Pflanzenarten der Niedermoor- und Schlenkengesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea nigrae) hatten einen Schwerpunkt in den Stillgewässern der Gruppen 2 und 3. Sowohl *Carex nigra* als auch *Carex panicea* – als kennzeichnende Arten – wurden an nur einem Gewässer der Gruppe 2 gefunden. *Carex rostrata* kam nur an Stillgewässern der Gruppe 4 vor. Auffällig war das häufige Vorkommen (20 Gewässer) von *Veronica scutellata*, einer in Luxemburg gefährdeten Art (Colling 2005). Auch die gefährdete Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) kam noch relativ häufig (ca. an einem Drittel) an den untersuchten Gewässern vor. Das sehr seltene und vom Aussterben bedrohte Kleine Helmkraut (*Scutellaria minor*) konnte an einem Weiher bei Schandel (U8) beobachtet werden. Weitere Arten der Roten Liste waren mit geringer Stetigkeit (z. T. nur Einzelvorkommen): *Typha angustifolia*, *Sparganium emersum*, *Schoenoplectus lacustris*, *Senecio aquaticus*, *Odontites vernus*, *Epilobium palustre*, *Lemna trisulca, Carex vulpina*, *Carex cuprina, Bidens cernua, Eleocharis uniglumis, Spirodela polyrhiza, Ceratophyllum demersum* und *Nymphaea alba*.

Arten der Süßwasserröhrichte und Großseggensümpfe (Phragmito-Magnocaricetea) wie *Equisetum fluviatile*, *Scutellaria galericulata* und *Phragmites australis* wurden nur an älteren Gewässern (Gruppe 3 bis 5) nachgewiesen. Der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*) hingegen konnte an Gewässern aller Alterskategorien nachgewiesen werden. Die Blasensegge (*Carex vesicaria*) zeigte eine starke Vorliebe für Gewässer der Gruppen 4 und 5; sie kam hingegen nur einmal an einem jüngeren Weiher vor. Die Gewässer der Gruppe 1 zeigten nur wenig emerse Vegetation. Einige typische und vor allem auch seltene und gefährdete Wasserpflanzen (z. B. *Lemna trisulca*, *Utricularia* sp.) hatten ihren Schwerpunkt in den mittelalten Gewässern der Gruppe 3. Insgesamt fanden sich die meisten Wasserpflanzen in Gewässern der mittleren Gruppen 2, 3 und 4. Eine Ausnahme bildete *Spirodela polyrhiza*, die nur an Gewässern der Gruppen 4 und 5 vorkam.

Arten der Feuchtwiesen (Molinietalia caeruleae W. Koch 1926, Calthion palustris Tüxen 1937) wie *Juncus acutiflorus*, *Myosotis scorpioides* und *Caltha palustris,* fanden sich vermehrt in den mittelalten bis alten Gewässern der Gruppen 3 bis 5, die des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio-Arrhenatheretea) wie *Lolium perenne, Anthoxanthum odoratum*, *Bellis perennis* und *Agrostis capillaris* in den Gruppen 1 und 2.

Des Weiteren zeigte sich, dass die jüngsten Gewässer (Gruppe 1) viele Störungs- und Trittzeiger sowie Ackerwildkräuter aufwie-

Tab. 5. Kreuztabelle (gekürzt & reduziert) der an den Kleingewässern vorkommenden Pflanzenarten. Auf die Unterscheidung der Teilbereiche, unmittelbar am Ufer und Wasserfläche, wurde hier aus Platzgründen verzichtet. Angabe der Häufigkeiten: s = selten, v = vereinzelt, z = zerstreut, h = häufig, a = aspektbildend, d = bildet kleinräumig Dominanzbestände. Abkürzungen der Gewässer siehe Tab. 1. RL-Status: Rote Liste (nach Colling 2005), dabei bedeuten CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = gefährdet, NT = potenziell gefährdet, R = extrem selten, „-“ = ungefährdet.

Außerdem: *Carex vulpina* (**VU**) K9:s; *Alopecurus geniculatus* B1:h; *Carex nigra* S4:v; *Carex panicea* S2:v; *Carex acuta* S4:d; *Scutellaria galericulata* U8:h; *Carex acutiformis* B2:s; *Nymphaea alba* (**R**) U8:v; *Scrophularia nodosa* K8:s, V4:s; *Stachys palustris* K7:s, K2:s; *Pyrus communis* subsp. *pyraster* U2:s, D1:s; *Fragaria vesca* S5:s, V4:s; *Agrostis gigantea* S2:v, V4:v; *Lotus pedunculatus* S4:v; *Scirpus sylvaticus* B3:v, D1:v; *Angelica sylvestris* V4:v, U12:s; *Rumex acetosa* K1:s, U11:s; *Rumex acetosella* U1:v; *Anagallis arvensis* U1:v; *Barbarea vulgaris* U1:v; *Echinochloa crus-galli* U1:v; *Matricaria maritima* subsp. *inodora* U1:v; *Polygonum aviculare* U1:v; *Juncus bufonius* U1:v, K10:s; *Trifolium dubium* S1: s; *Lolium multiflorum* K8:z; *Senecio jacobaea* K8:v; *Rorippa palustris* K8:s; *Leontodon autumnalis* K8:v; *Vicia tenuifolia* K8:s, K7:s; *Chenopodium polyspermum* K8:v; S4:v; *Senecio inaequidens* S5:s; *Plantago media* K5:s; *Vicia sativa* K3:s, B3:s; *Stellaria graminea* S3:s, U11:s; *Vicia cracca* S3:s, U10:z; *Hypericum perforatum* U2:v, U10:z; *Dactylis glomerata* V1:v, U1:v; *Vicia hirsuta* U6:s, U1:s; *Elymus repens* U1:v, U7:s; *Hedera helix* K9:v; *Acer campestre* K9:v; *Viscum album* V1:s; *Crataegus laevigata* K9: v, V4:s; *Populus alba* K9:v, K10:v; *Fagus sylvatica* K9:s; *Corylus avellana* K9:s; *Betula pendula* K9:v, B3:s; *Picea abies* V4:s; *Festuca rubra* K5:z, U12:s; *Festuca pratensis* U1:v, K8:v; *Odontites vernus* (**EN**) U2:s, U1:v; *Ulmus glabra* K9:v; *Ulmus minor* K9:v, V4:v; *Frangula alnus* K9:z, V4:s; *Carex cuprina* (VU) S5:v; *Persicaria hydropiper* K3:s; *Poa pratensis* S3:v; *Carduus crispus* K10:s; *Hypericum tetrapterum* V2:s; *Galeopsis tetrahit* D1:s; *Gnaphalium uliginosum* V3:s; *Puccinellia distans* K3:s; *Calamagrostis epigejos* U1:d; *Bidens cernua* (VU) V3:h; *Persicaria lapathifolia* U1:s, U2:s; *Eleocharis uniglumis* (**EN**) B1:s; und einige wenige Arten, die nur auf Gattungsebene bestimmt werden konnten oder angepflanzt sind.

		RL-Status	Gruppe 1								Gruppe 2				Gruppe 3										Gruppe 4												Gruppe 5			Stetigkeit
			U1	S1	K8	K7	S5	K5	K4	K3	S4	K6	S2	S3	K1	K2	K9	K10	U2	U5	U8	U11	B3	U10	B2	V4	B1	V2	U9	U4	V3	V1	U12	U6	D1	U1	U7	abs.
Potentillo-	*Glyceria fluitans*	-	z	z		z	v				a	h	h		v				z	z	h	v	d	z		a	d		a		v	z				d		20
Polygonetalia	*Potentilla anserina*	-									v					s			z																	v	s	5
Scheuchzerio-	*Agrostis canina*	NT										z			z	z					h										z				v			6
Caricetea	*Epilobium palustre*	VU										v																			v							2
nigrae	*Carex rostrata*	-																											v		a							2
Großseggen-	*Typha latifolia*	-	a	v	s	h	h	h	d		d	v	d	v	h	a		v	h	v				v	s		a	s	a	h		h	h	z	a	a	28
riede/	*Veronica scutellata*	EN		s	v	s					v		v	z		v		z	z	z	v	s		s		v	s	v		v	s		z		s		20
Phragmito-	*Galium palustre*	-									s	v	h	v	v	h		z		h	v			v			v	h	v	h	v	v	h	v	v			19
Magnocaricetea	*Lycopus europaeus*	-			v	h							s	s	v		s				v	s		z	h		s				v	z			v			14
	Iris pseudacorus	VU			s	v							h		v	z	v											v	v		h			z				10
	Carex vesicaria	-											a												z		v	a		a	h	h	h	h	a		10
	Sparganium erectum	-		v									v				h				d					s			h	h	h			h			9
	Veronica beccabunga	-					v	v			v	v	v								s																	6
	Phalaris arundinacea	-			s	h											v												v					v			5
	Phragmites australis	-													s								a		h										d			4
	Equisetum fluviatile	-														z									h										v			3
	Mentha aquatica	-						d									s	s																				3
Wasserpflanzen	*Alisma plantago-aquatica*	-	v										v	v					z	h	v		s	v	s	v	v	s			v	v	v	v		v	s	18
	Lemna minor	-	v			v					v		z	a		z			z	v		a	h	s		a	z		v	h		v		v		a	18
	Potamogeton natans	-						a		a	a		a	h	h	v			h	v	a	h	s	h	v		s											15
	Spirodela polyrhiza	R																						h	s	v		v			z		v				h	7
	Typha angustifolia	EN				s					v						h								h	v												5

Tab. 5. Fortsetzung.

		RL-Status	Gruppe 1						Gruppe 2					Gruppe 3									Gruppe 4												Gruppe 5			Stetigkeit
			U1	S1	K8	K7	S5	K5	K4	K3	S4	K6	S2	S3	K1	K2	K9	K10	U2	U5	U8	U11	B3	U10	B2	V4	B1	V2	U9	U4	V3	V1	U12	U6	D1	U1	U7	abs.
	Sparganium emersum	EN											d						h		d																s	4
	Lemna trisulca	VU													z		a	z																		a		4
	Utricularia sp.	(EN)																	v	v																z		3
	Schoenoplectus lacustris	EN									s	s																										2
	Ceratophyllum demersum	VU									s																											
weitere Feuchte-	*Carex flacca*	-			v				v	v			v		v				z	h						v						v						9
und Nässezeiger	*Mentha arvensis*	-				v					d	v			v	s						v		z	s	z												9
	Ranunculus flammula	-			s						s		z	z							z				s			a			v			v				9
	Persicaria amphibia	-				h	h				s											v		v					s						h			7
	Solanum dulcamara	-				v	s																							v		s			v			5
	Bidens frondosa	-																			z			v							v				v			4
	Eupatorium cannabinum	-				s										s								v														3
	Persicaria maculosa	-																									v			v		v						3
	Symphytum officinale	-				v	h																															2
Feuchtwiesen/	*Juncus effusus*	-		v	v		v	v		v		v	z	h	v	h	z			h	v	v	s	v	s	v	v	v	s	h	v	h	v		h	z	v	28
Molinietalia	*Juncus conglomeratus*	-			z		z				h	h	v	a	h	h	v				v			v					s			z	h	h				15
caerulea	*Lysimachia nummularia*	-			s				v			v		v	h	v				v	v			z		z			s			z		v				13
	Myosotis scorpioides	-					s					s							z	v		v		z	s				v	z			v	z	s	v		13
	Lythrum salicaria	-							s						z	h		z	v		s			v		z					z				v	v		11
	Galium uliginosum	-					h					v		h	v				z			s								h	v				v		s	10
	Cirsium palustre	-											v	s	s					s		v		v		v					v				v			9
	Carex disticha	-			v				h		h	v												z					v						a	h	v	9
	Lychnis flos-cuculi	-		v	z							v		s										v							v				z			7
	Filipendula ulmaria	-				s	v												s														s		v	s		6
	Juncus acutiflorus	-																	z					v							z							3
	Achillea ptarmica	-												s	s																					v		3
	Caltha palustris	NT																			s															v		2
	Senecio aquaticus	EN									s															v												2
	Scutellaria minor	CR																		v																		1
Wirtschafts-	*Holcus lanatus*	-		v	z	s		z	z		v	z	s	v					v	v	v			v		v		a		h	h	v		v	v	s	21
Grünland/	*Ranunculus repens*	-		h	z	v	v	v	z		z		z	s					h	v	v			v		v				v				v				16
Molinio-	*Trifolium repens*	-		h	v	v		z	v	s		s	v	s					z	h	v					v		v		s								15
Arrhenatheretea	*Lotus corniculatus*	-			z	v	v		s	s		z		a	z	s				v				h		z					v				z			14
	Trifolium pratense	-		v	v	v	s		s				v							v											s							8
	Cynosurus cristatus	-		v	v						v		z						z			s								v								7
	Ranunculus acris	-		v								v									v						v			v	v			v				7
	Lathyrus pratensis	-			v	s			s	s																s										v	s		7
	Alopecurus pratensis	-		v	v																			v						v	z	v			s		7
	Daucus carota	-		s		s							v						v		v														s			6
	Anthoxanthum odoratum	-			s						v		v	v																								4
	Centaurea jacea	-		v	v																v														v			4
	Cerastium fontanum	-		z	v									s							v																	4
	Agrostis capillaris	-		v									v															s										3
	Bellis perennis	-		s		s		s																														3
	Prunella vulgaris	-																				s		v	s													3
	Plantago lanceolata	-		v	z			s																														3

Tab. 5. Fortsetzung.

		RL-Status	Gruppe 1							Gruppe 2				Gruppe 3									Gruppe 4												Gruppe 5			Stetigkeit
			U1	S1	K8	K7	S5	K5	K4	K3	S4	K6	S2	S3	K1	K2	K9	K10	U2	U5	U8	U11	B3	U10	B2	V4	B1	V2	U9	U4	V3	V1	U12	U6	D1	U1	U7	abs.
Pionierarten/	*Cirsium vulgare*	-	v	s	v								s					s						v		s		z			z	v		s			11
Störungszeiger	*Urtica dioica*	-					s					v			s		v	s										v			z	v	s			v	10
	Calystegia sepium	-			v			s							v	v	v				v			v		s			v							z	10
	Epilobium hirsutum	-		v	v			v	s	s			v			v																s					9
	Potentilla reptans	-	v								v		s		s						v				v								s			v	8
	Cirsium arvense	-	z		v	v	z		s				v									s										s					8
	Plantago major	-	z	z	v	v													v	v																		6
	Epilobium tetragonum	-	v					v			v																					v						4
	Rumex conglomeratus	-		v		z							s							s																	4
	Trifolium fragiferum	-					v	d											z																		3
	Alopecurus myosuroides	-			v	z							s																								3
	Tussilago farfara	-			z		v															v															3
	Galium aparine	-																								s			s		v						3
	Sonchus asper	-			s				s																													2
	Atriplex prostrata	-			v	s																																2
	Convolvulus arvensis	-				v			s																													2
	Aethusa cynapium	-		s																																		1
	Vulpia myuros	-	v																																			1
Sonstige	*Phleum pratense*	-	h	v			v	v	v	v		v	v	z		s		z	v			s		s		v			z	h					v	s	19
Begleiter	*Epilobium* sp.			v	h		v		v		v	h	z	s	v	s			v	s						v				s		s		v	v		15
	Taraxacum officinale agg.	-	v	v	h			v	s			v							v	v					s		v	v									11
	Equisetum arvense	-						v		v					s		v	s			z	v	v	s	v													10
	Carex hirta	-		v							v	h		z					v		v	v											v	v		h		10
	Vicia tetrasperma	-												v	s	s	s		s			v		v												s	s	9
	Epilobium parviflorum	-			v			v	v		s		v		s				v					v														8
	Trifolium hybridum	-					z	s	s	h	s								v																			6
	Glechoma hederacea	-							s							s						v		v									s					5
	Epilobium ciliatum	-											z			s						v				v									z		5
	Veronica serpyllifolia	-		s							s					s				s																		4
	Carex demissa	-		v												s								z	v													4
	Festuca arundinacea	-			v				v										v						s													4
	Lolium perenne	-	v				v			v		s																										4
	Carex ovalis	-											s	v																			v			v		4
	Rumex obtusifolius	-	v																s	v				s														4
Gehölze	*Salix* sp.		s	z		s	v	s	s	s		z	v	z	a	a	z	s	z	v		s	a	z	h	v	h		v			v	h	z		26
	Prunus spinosa	-															v			s	v				v					v		s					6
	Quercus robur	-		s												v				s	v				v								s				6
	Alnus glutinosa	-														a	a							v										v	v		5
	Rosa canina	-														s				s				s							v						4
	Crataegus monogyna	-														v													s		v			s			4
	Cornus sanguinea	-														h	h								v												3
	Salix alba	-					s		s				s																									3
	Populus nigra	-																						s					s		v						3
	Fraxinus excelsior	-														z	s								s												3

sen, wie *Rumex conglomeratus*, *Plantago major* und *Sonchus asper*. Pionierarten fehlten an den älteren Stillgewässern. Jedoch fanden sich auch an den ältesten Weihern (Gruppe 5) einige Ruderalarten und Arten des Wirtschaftsgrünlandes. Gehölzarten, vor allem typische Ufergehölzarten, wie *Alnus glutinosa,* konnten nur in den Gruppen 3 bis 5 aufgenommen werden.

Sowohl für die Ufervegetation als auch für die emerse Wasservegetation wurde eine MRPP durchgeführt, um Unterschiede in den Altersgruppen erkennen zu können. Die MRPP der Ufervegetation zeigte signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe 1 und den Gruppen 3, 4 und 5, sowie zwischen Gruppe 2 und Gruppe 4. Somit unterscheidet sich die Gruppe der jüngsten Gewässer von den Gewässern fast aller anderen Altersgruppen. Die MRPP der emersen Wasserpflanzen ergab, dass nur Gruppe 2 und Gruppe 5 signifikant unterschiedlich besiedelt sind.

Die CA der Ufervegetation zeigte, dass die beiden Gewässer K9 und K10 sehr stark durch das Vorkommen von Gehölzen geprägt wurden. Die Dominanz der Pionierpflanzen in Gruppe 1, die sich schon in der pflanzensoziologischen Auswertung zeigte, konnte durch die CA nochmals bestätigt werden; auch die CCA zeigte eine vergleichbare Verteilung. Insgesamt belegen die CA und CCA, dass die Gewässer zum Teil sehr unterschiedliche Vegetation aufwiesen. Die CA der Wasservegetation zeigte eine starke Beeinflussung einzelner Gebiete durch einzelne Arten. Insgesamt war eine stärkere Überlappung der Gruppen zu erkennen. Die CCA zeigte auch hier einen starken Einfluss einzelner Faktoren (z. B. pH, Form, Vorkommen einzelner dominanter Arten) auf einzelne Gebiete.

4. Diskussion

4.1. Wasserwerte und Umweltparameter

Die gemessenen abiotischen Faktoren zeigten keine signifikanten Korrelationen mit dem Alter der Gewässer. Bei einem Teil der Faktoren schien es einen Bezug zwischen Gewässeralter und den gemessenen Parametern zu geben, eine signifikante Korrelation konnte aber nicht belegt werden.

Die Wassertiefe wurde wohl eher durch das Relief, die Beschaffenheit des Untergrundes sowie die Wasserspeisung beeinflusst. Einige Gewässer wurden bewusst flach angelegt, um besonders für Amphibien geeignet zu sein (Denoël & Ficetola 2008, Hartel et al. 2007, Denoël et al. 2005). Auch wenn mit zunehmender Verlandung bei zunehmendem Alter eine geringere Wassertiefe zu erwarten wäre, konnte dies nicht belegt werden. Dass die pH-Werte mit zunehmendem Alter abnehmen, könnte sich durch die zunehmende Menge an organischem Material durch abgestorbene Pflanzenteile erklären lassen (Godshalk & Wetzel 1978). Dieser Effekt wird jedoch durch die Pflege mit Mahd des Rohrkolbens und damit Entzug von organischem Material verringert. Vor allem die jüngeren Gewässer wurden sicherlich stärker durch ihre geologische Beschaffenheit und dem Ausgangssubstrat beeinflusst. Die Anlage der Gewässer erfolgt in der Regel in Bereichen, wo eine gut abdichtende Lehmschicht vorhanden ist. Nur in Ausnahmefällen wird eine zusätzliche Lehmschicht zur Erhöhung der Dichtigkeit des Gewässerbodens eingebaut. Je nach Basengehalt kann dies ebenfalls den pH-Wert beeinflussen. Der pH-Wert spielt bspw. bei der Entwicklung von Larven des Kammmolches eine entscheidende Rolle (Rimpp 2007). Der höhere Sauerstoffgehalt in sehr jungen Gewässern könnte sich dadurch erklären, dass diese noch arm an Makrophyten sind, aber einen hohen Anteil an Phytoplankton haben und dieses bei hoher Sonneneinstrahlung sehr produktiv ist. Das Vorkommen von Makrophyten und die Möglichkeit der Erwärmung durch Sonneneinstrahlung könnten auch die Temperaturunterschiede zwischen den jungen und den alten Gewässern erklären. Dazu könnten Messungen der Trübung weiteren Aufschluss geben. Da die Leitfähigkeit keine eindeutige Tendenz erkennen ließ, wird diese wohl durch andere Faktoren beeinflusst als die, die sich durch das Alter der Gewässer erklären lassen. Die Leitfähigkeit wird auch von der Geologie beeinflusst; hier könnte eine Betrachtung der geologischen Substrate im Bereich der Gewässer weitere Aufschlüsse bringen. Da

die physiko-chemischen Wasserwerte nur über einen kurzen Zeitraum aufgenommen wurden und Stillgewässer durchaus starken Schwankungen innerhalb des Tages- und Jahresverlaufs unterliegen, sind die Aussagen zu den hier gemessenen Werten limitiert. Um genauere Aussagen zu treffen, müssten die Messungen über einen längeren Zeitraum wiederholt werden.

Die restlichen Umweltparameter (Form, Höhenlage, Flächennutzung, Distanz zum nächsten Gewässer/Wald, Dauerhaftigkeit der Gewässer) sind unabhängig vom Gewässeralter, da sie sich größtenteils auf die Umgebung der Weiher beziehen und dadurch in Abhängigkeit von der Landnutzung stehen.

Durch die Cluster-Analyse zeigte sich, dass es deutliche Unterschiede zwischen den Gewässern in Bezug auf die Umweltparameter gab. Bei der Auswahl der Gewässer wurde die Diversität der Gewässer berücksichtigt, um eine möglichst große Spannweite an unterschiedlichen Gewässertypen untersuchen zu können. Eine MRPP der Altersgruppen zeigte keine so deutlichen Unterschiede wie die der Cluster-Gruppen, was darauf schließen lässt, dass die aufgenommenen Umweltparameter nicht vom Alter beeinflusst werden. Dass die Parameter, die ausschlaggebend für die Clusterbildung sind, nicht direkt erkennbar waren, zeigt, dass die Unterschiede zwischen den Gewässern komplex sind, sich die Unterschiede nicht durch ein oder zwei Parameter erklären lassen und auch die Aufnahme weniger Parameter eine Zuordnung zu einem Typus schwierig macht. Es unterstreicht die Heterogenität dieses Biotoptyps. Die Ergebnisse erklären sich zum Teil auch dadurch, dass die Umweltparameter nicht alle in direkter Relation zu den Gewässern selbst stehen (z. B. Anteil an bestimmten Landnutzungen um das Gewässer) und das Gewässeralter somit keinen Einfluss auf diese Parameter hat. Diese Parameter können jedoch von Bedeutung für die Besiedlung durch Amphibien sein (Denoël & Ficetola 2008, Gibbons 2003).

Nicht untersucht wurden Parameter wie Uferbreite oder Beschattung, die jedoch ebenfalls einen Einfluss auf die Besiedlung der Gewässer haben könnten. Es lässt sich nicht ausschließen, dass einige der untersuchten Umweltparameter nicht relevant für das Vorkommen der Arten sind. Dies zeigt die geringe Signifikanz der durch die Cluster-Analyse gebildeten Gruppen in Relation zu den floristischen und faunistischen Daten. Auch die Ergebnisse der Korrelations-Analysen verdeutlichen die Komplexität und belegen, dass es mehrere, zum Teil zusammenhängende Faktoren sind, die die Besiedlung der Gewässer durch Amphibien und Libellen beeinflussen.

4.2. Libellen

Die gewählte Aufnahmemethode der Libellen (nur Imagines, keine Larven oder Exuvien) ermöglicht keine Aussagen darüber, ob die Libellen die Gewässer auch zur Reproduktion nutzen. Besonders Einzelfunde sind oft nur bedingt aussagekräftig, denkt man an die Flugdistanzen, die vor allem Großlibellen, aber auch die Prachtlibellen (Gattung *Calopteryx*) zurücklegen können. Die höhere Individuen- und Artenzahl an jungen Gewässern kann damit begründet werden, dass es bei den Libellen einige Pionierarten gibt, die in späteren Stadien wieder verschwinden. Denkbar ist auch, dass junge Gewässer anhand der polarisierenden Oberfläche des Wassers besser gefunden werden (Wildermuth & Martens 2014), da weniger Pflanzenbewuchs eine größere freie Wasserfläche bietet. An älteren Gewässern finden sich auch seltenere spezialisierte Arten wie *Lestes dryas*, die fast ausschließlich an vegetationsreichen Gewässern vorkommen. Allerdings finden sich auch seltene Arten, wie etwa *Sympecma fusca* an jüngeren Gewässern. Dies zeigt, dass die vielfältige Ausstattung der Gewässer sehr wichtig ist. Sowohl neu angelegte Gewässer, als auch alte, vegetationsreiche Gewässer sind wertvoll für die unterschiedlichen Libellenarten. Deshalb ist es wichtig, immer wieder neue Gewässer anzulegen, um Lebensräume für die unterschiedlichen Bedürfnisse der verschiedenen Arten zu jeder Zeit in den Feuchtgebieten bieten zu können.

Durch die Korrespondenzanalyse und die MRPP der gemittelten Daten aus zwei Begehungen sowie die der Juli-Daten zeigte sich

ein Verlauf der Besiedlung der verschiedenen Altersgruppen durch Libellen. Es wurde also eine Sukzession beschrieben, obwohl das Alter nicht der alleinige Faktor ist, der die Unterschiede erklärt. Die jüngeren Gewässer zeigten bekanntermaßen Vorkommen von Pionierarten und Generalisten. Das Vorkommen von generalistischen Arten lässt Unterschiede verschwinden. Den Ergebnissen der MRPP zufolge kann davon ausgegangen werden, dass Gewässer und deren Vegetationsentwicklung eine Zeitlang von Libellen als gleich wahrgenommen werden. Dass dieses Zeitintervall mit der Sukzession der Vegetation zusammenhängt, ist sehr wahrscheinlich. Sicherlich spielt es im Hinblick auf die Möglichkeit zur Eiablage oder Jagd auch eine Rolle, welche Pflanzenarten in welcher Anzahl unmittelbar im und am Gewässer vorkommen und somit die Struktur prägen. Die fehlende Aufschlüsselung der Gruppen in der CCA der Daten der Begehungen im Juli und September zeigt, dass die aufgenommenen Umweltparameter wenig Erklärung für das Vorkommen der Arten an den verschiedenen Standorten bieten. Deshalb wäre es interessant, den Einfluss der Vegetation und des Vorkommens weiterer Tierartengruppen auf die Besiedlung durch Libellen genauer zu untersuchen.

4.3. Amphibien

Der Nachweis des Laubfrosches am Gewässerkomplex in Useldange ist auf die Wiederansiedlung durch Aussetzen von Jungfröschen durch SICONA an dieser Gewässergruppe zurückzuführen. Die Wiederansiedlung wurde in den Jahren 2012 bis 2014 durchgeführt, um die ehemals erloschene Population wiederherzustellen (Junck & Schoos 2000). Eine Angabe zur Anzahl der rufenden Männchen kann jedoch nicht gemacht werden, da im Rahmen dieser Arbeit keine Rufkontrollen durchgeführt wurden. Dazu läuft ein eigenständiges Monitoring bei SICONA.

Die Gewässer ohne Nachweis von Amphibien waren zum einen ein Gewässer (K9) mit Fisch- sowie Rotwangenschmuckschildkrötenbesatz (*Trachemys scripta elegans*, Wied-Neuwied, 1838). Beides wirkt sich negativ auf die Besiedlung durch Amphibien aus, da sie Fressfeinde darstellen (Jeliazkov et al. 2014, Semenov 2010, Denoël & Ficetola 2008). Zum anderen handelte es sich um ein sehr junges Gewässer (K8), das im Sommer (2014) komplett ausgetrocknet war und zudem keinen Schutz und keine Struktur durch Vegetation bot (Marco et al. 2001, Nöllert & Nöllert 1992). Die niedrigeren Artenzahlen an sehr jungen Gewässern zeigten, dass verschiedene Arten, vor allem der Kammmolch, auf ältere Gewässer mit ausreichend Vegetation angewiesen sind (Gustafson et al. 2006, Nöllert & Nöllert 1992) oder es einfach eine Weile zur Besiedlung braucht. In der Literatur finden sich dazu unterschiedliche Angaben, zum einen, dass der Kammmolch neu angelegte, vegetationslose Gewässer schnell besiedelt, andere Quellen sagen, dass er diese meidet (Rimpp 2007). Die geringere Individuenzahl an ganz jungen Gewässern lag wohl an den sich erst gründenden und entwickelnden Populationen, was aufgrund der geringen Mobilität der Amphibien natürlicherweise eine gewisse Zeit braucht. Die Fangzahlen lassen vermuten, dass das Alter der Gewässer nur eine Zeitlang der wichtigste Faktor ist, der die Besiedlung beeinflusst. Ab einem gewissen Schwellenwert sind andere Faktoren wichtiger.

Durch die geringe Anzahl an untersuchten Kleingewässern mit einer Distanz zwischen Gewässern von 200-800 m war es schwierig, Aussagen über den Einfluss dieses Faktors zu machen. Es konnte nur eine Tendenz zur Abnahme der Artenzahl bei größeren Distanzen festgestellt werden. Dieses Ergebnis spricht dafür, Gewässer eher in Gruppen anzulegen als nur einzelne Gewässer zu schaffen. Auch ein Unterschied zwischen Gewässergruppen, bei denen sich die Individuen gleichmäßig auf die Gewässer verteilen und Einzelgewässern, in denen sich die Amphibien der Umgebung sammeln, wäre gut möglich. Durch die geringe Mobilität von Amphibien (Denoël & Ficetola 2008, Cushman 2006) ist ein dichtes Gewässernetz für eine schnelle Besiedlung, besonders durch den Kammmolch, wichtig. Etwas klarer war der Einfluss der Distanz zum Wald, da hier die höchsten Artenzahlen an Gewässern mit weniger als 250 m Ent-

fernung nachgewiesen wurden. Allerdings konnte weder eine Art ausgemacht werden, die auf diese geringe Distanz angewiesen war, noch eine Signifikanz der Distanz auf die Anzahl der gefangenen Individuen nachgewiesen werden. Auch die Ergebnisse zur ermittelten Population des Kammmolches decken sich mit den Beobachtungen in der Literatur (Gustafson et al. 2006, Nöllert & Nöllert 1992) und verstärken die These, dass mittelalte Gewässer mit ausreichend Vegetation ohne zu starke Beschattung als Lebensraum von *Triturus cristatus* als ideal angesehen werden können. Die Schätzungen zeigten zudem, dass es zum Teil noch recht große Populationen des Kammmolches mit 3 bis 239 Tieren im Südwesten und Westen Luxemburgs gibt. Bei einigen Studien in anderen europäischen Ländern wurden vergleichbare Populationsgrößen von 20 bis 500 Tieren ermittelt (Rimpp 2007, Arntzen & Teunis 1993). Ob es sich bei den kleinsten Populationen um rückläufige oder sich aufbauende Populationen handelt, müsste für jedes Gewässer einzeln betrachtet werden.

Dass die Strukturierung eines Gewässers für die Besiedlung durch Amphibien, insbesondere des Kammmolches bedeutend ist, beschreibt Rimpp (2007).

Da es an den Gewässern mit hoher Anzahl an Amphibien-Nachweisen auch immer ein Kammmolch-Vorkommen gab, kann man vermuten, dass diese Art Bedingungen bevorzugt, die auch für andere Arten günstig sind. Auch dies deckt sich mit Literaturangaben (z. B. Rimpp 2007). Dadurch eignet sich der Kammmolch als Leitart oder „umbrella species" für diesen Biotoptyp, das ihm nicht zuletzt als europaweit geschützte Art einen weiteren Stellenwert gibt (Council of European Communities 1992, FFH-Richtlinie 92/43/EWG).

Die multivariate Auswertung der Amphibiendaten zeigte, dass sich die Besiedlung von Stillgewässern nicht so einfach anhand von wenigen Faktoren beschreiben lässt. Durch die Auswahl der signifikanten Parameter mit dem niedrigsten p-Wert und einer zusätzlichen RDA konnte ein Absetzen von Gruppe 2 gegenüber den Gruppen 3 und 5 aufgezeigt werden. Dies ist vermutlich durch das Vorkommen von *Lissotriton helveticus* für Gruppe 5, das von *Ichthyosaura alpestris* für Gruppe 3 und von *Lissotriton vulgaris* für Gruppe 2 zu erklären. Da sich jedoch in allen diesen Gruppen Gewässer befanden, die durch das Vorkommen einer bestimmten Art gekennzeichnet waren, können die Zusammenhänge nur vermutet werden, solange keine weiteren Analysen mit Berücksichtigung dieser Besonderheiten durchgeführt wurden.

Die Daten des Beifanges der Reusen (die hier nicht im Detail vorgestellt werden konnten) müssen mit Vorsicht betrachtet werden, da positive Korrelationen nicht unbedingt eine Förderung der Amphibienbesiedlung bedeuten. Sie können auch dadurch bedingt sein, dass potentielle Räuber durch ihre Beute (Amphibien) angelockt wurden oder einen ähnlichen Anspruch an ihren Lebensraum stellen. Dass verschiedene Arten des Beifangs durch Amphibien in der Reuse angelockt werden, scheint vor allem für die positive Korrelation zwischen Kammmolch und Teichfrosch mit *Dytiscus marginalis* L. (Gelbrandkäfer und dessen Larven) eine logische Erklärung zu sein. Zudem war der Datensatz sehr gering und die Methode nicht an diese Fragestellung angepasst.

4.4. Vegetation

Die Aufnahmen der Vegetation zeigten eine große Heterogenität, so dass sehr ähnliche Gewässer (gleiches Alter, Struktur, …) zum Teil eine sehr vielfältige Vegetation aufwiesen. Betrachtet man alle Aufnahmen, kann man jedoch feststellen, dass es mit zunehmendem Alter der Gewässer eine deutliche Verschiebung der Arten von Störungszeigern hin zu selteneren Arten nährstoffarmer Standorte gab. Typische Störungszeiger und Pionierarten siedeln sich nach dem Anlegen auf der offenen Bodenfläche an und werden dann nach und nach von Grünlandarten abgelöst. Die extensive Nutzung ohne Düngung und weiterer Nährstoffentzug durch regelmäßige Mahd bereiten den Weg für Magerkeitszeiger. Sukzessionsbedingt entwickeln sich Ufergehölze erst nach einer gewissen Zeit, können allerdings auch wegen regelmäßiger Pflege- und Nutzungsmaßnahmen oft nicht aufkommen. Die Offenhaltung der Gewäs-

ser ist insbesondere im Hinblick auf den Schutz und die Möglichkeit der Ansiedlung der Zielart Kammmolch besonders wichtig, da er offene und gut besonnte Gewässer bevorzugt (Gerend 2016). Da eine typische Ausprägung der Ufervegetation erst ab Gruppe 3, den mittelalten Gewässern, gefunden wurde, belegt dies die natürliche Entwicklung der Vegetation an Standorten wie diesen, mit einer Entstehungszeit von bis zu 10 Jahren. In den Gewässern der Gruppe 3 kommen auch tendenziell die meisten Rote Liste-Arten vor. Der höhere Deckungsgrad der Ufer- und Wasservegetation an älteren Gewässern kann nicht nur durch das Alter alleine erklärt werden. Es gibt noch andere Faktoren wie die Nutzung oder Pflegemaßnahmen, die den Bewuchs an einem Gewässer beeinflussen. Pflegemaßnahmen werden gezielt eingesetzt, um Dominanzbestände, etwa von *Typha latifolia*, oder Gehölzaufkommen zu verhindern. Die Vegetation, vor allem die submerse, wird zudem von der Wasserführung des Gewässers beeinflusst. Trocknet ein Gewässer regelmäßig aus, ist die Entwicklung der submersen Vegetation etwas gehemmt. Oft entwickeln sich hier vor allem amphibische Arten, die auch an Land wachsen können. Sicherlich spielt das Ausgangssubstrat und die vorhandene Samenbank eine Rolle bei der Entwicklung der Vegetation nach der Gewässeranlage. Auch die angrenzende Flächennutzung trägt zur Bestandsausbildung der Vegetation maßgeblich bei. Somit müssen viele Faktoren herangezogen werden, um die große Heterogenität der Vegetation an den Gewässern zu erklären – dies war auch nur am Rande Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Wie schnell die eine oder andere Pflanzenart einen Standort besiedeln kann und ggf. Dominanzbestände ausbilden kann, ist weitläufig bekannt und kann bei der Interpretation helfen. Arten mit effektiven Ausbreitungsmechanismen können auch hier schnell Fuß fassen.

Die Ergebnisse der MRPP unterstützten die Schlussfolgerungen der pflanzensoziologischen Auswertung. Bei der Ufervegetation zeigte sich, dass vor allem die jungen Gewässer der Gruppen 1 und 2 sich von den älteren Gewässern unterschieden, was wohl durch die Dominanz der Pionier- und Trittgesellschaften bei den jüngsten Stillgewässern bedingt war. Die multivariaten Analysen der Vegetation bestätigten die Heterogenität der Artenzusammensetzung der Gewässer und den Einfluss einzelner Pflanzenarten auf diese. Deutlich wurde dies an unterschiedlichen Stadien der Sukzession.

Mit dieser Arbeit wurde der Einfluss der submersen Vegetation auf die Besiedlung der Stillgewässer, der laut Literatur (Wildermuth & Martens 2014, Gustafson et al. 2009, 2006, Nöllert & Nöllert 1992) nicht zu vernachlässigen ist, nicht untersucht, da eine Aufnahme der submersen Vegetation aus Zeitgründen nicht stattfand.

4.5. Fazit und Ausblick

Die Untersuchung zeigte, dass die physikochemischen Wasserwerte der Gewässer nur zu einem Teil von ihrem Alter beeinflusst sind. Der Einfluss des Alters erklärte sich vor allem durch die Vegetation und deren Einfluss auf die Parameter. Die Veränderung der Struktur durch die Vegetation verschleierte zum Teil den Einfluss der einzelnen Strukturfaktoren auf die Besiedlung. Des Weiteren war die Besiedlung der Gewässer durch Libellen vom Alter der Gewässer beeinflusst. Besonders spezialisierte Arten hielten sich fast ausschließlich an den von ihnen bevorzugten Gewässertypen auf. Auch hier ist der Pflanzenbewuchs laut Literatur (Wildermuth & Martens 2014, Bellmann 2013) wichtig, was durch die vorliegende Untersuchung bestätigt werden konnte. Betrachtet man hingegen die Besiedlung der Stillgewässer durch Amphibien, so ergibt sich kein eindeutiges Bild. Sie scheint von mehreren Faktoren abhängig zu sein, die mit dieser Arbeit nicht abschließend festgestellt werden konnten.

Es lässt sich festhalten, dass der Faktor, welcher das Alter eines Stillgewässers am besten widerspiegelt, die Vegetation mit ihren unterschiedlichen Sukzessionsstadien und Pflanzengesellschaften ist. Auch hier zeigt sich die Wichtigkeit der Erhaltung dieser Biotope sowohl für einzelne Pflanzenarten als auch für die Pflanzen- und Lebensgemeinschaften. Die zum Teil

schnell verlaufende Sukzession der Gewässer mit Zunahme von Gehölzen verdeutlicht die Notwendigkeit regelmäßiger Pflege und zeigt, dass die Gewässer offengehalten werden sollen.

Weitere interessante Erkenntnisse könnte die nähere Betrachtung der Besiedlung durch Amphibien unter artspezifischen Gesichtspunkten über die Lebensraumvorlieben der einzelnen Arten geben. Auch der Effekt der Austrocknung auf den Fisch- und Amphibienbesatz, die nötige Distanz zwischen Gewässern für eine gute Vernetzungsstruktur und die Untersuchung von Larven zum Nachweis von Reproduktionsgewässern, würden zum besseren Verständnis von Kleingewässern beitragen.

Das auffälligste Merkmal der untersuchten Kleingewässer ist deren große Heterogenität. Auch wenn sich zwei Gewässer räumlich sehr nahe waren, kann ihre Struktur durch den Bewuchs und ihre Besiedlung durch Libellen und Amphibien sehr unterschiedlich sein. Da die Kleingewässer einer Vielzahl von Lebewesen, darunter gefährdeten Arten einen Lebensraum bieten, ist deren Erhaltung absolut wichtig. Da jedes Gewässer eine spezielle, eigene Besiedlung aufweist, ist es wünschenswert, diese große Heterogenität zu erhalten und somit vielen Arten eine Möglichkeit zu geben, sich anzusiedeln. Daher ist es aus naturschutzfachlicher Sicht wichtig, durch Neuanlage dieser Lebensräume diese Dynamik zu schaffen und sie durch die richtige Pflege aufrecht zu halten. Angepasste Pflegemaßnahmen (wie teilweise Mahd alle zwei bis drei Jahre bei vegetationsreichen älteren Gewässern) können den fortschreitenden Sukzessionsprozess aufhalten oder verlangsamen, wodurch die verschiedenen Stadien länger erhalten bleiben, die für den Artenschutz eine wichtige Rolle spielen.

Den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung zufolge sollten für eine stärkere Besiedlung mit Amphibien neue Gewässer bevorzugt in der Nähe von Wäldern und anderen Stillgewässern – und dadurch die Schaffung von Gruppen mit Kleingewässern – angelegt werden. Es zeigt sich auch, dass Gewässer in unterschiedlichen Sukzessionsstadien Lebensraum für unterschiedliche Libellen- und Pflanzenarten bieten. Durch die ständige Neuanlage von Kleingewässern soll es ermöglicht werden, dass ausreichend junge Gewässer (Pioniergewässer, die z. B. Lebensraum für bestimmte Libellenarten sind) vorhanden sind. Dies scheint sinnvoller, als ältere Gewässer durch intensive Pflegeeinsätze oder gar Ausbaggern wieder in einen Zustand eines neu angelegten Gewässers zurückzuversetzen. Bei stark verlandeten Gewässern kann ein (teilweises) Ausbaggern (je nach Situation nach 15-25 Jahren) aber sicherlich weiterhin sinnvoll sein. Besonders klug scheint in diesem Zusammenhang die Anlage von Stillgewässern in Gewässerkomplexen über mehrere Jahre, um so unterschiedliche Sukzessionsstadien zu unterschiedlichen Zeiten den Libellen und Amphibien sowie anderen Artengruppen anbieten zu können. Die Studie hat vor allem auch gezeigt, dass naturnah angelegte Gewässer äußerst wertvoll für den floristischen und faunistischen Artenschutz sind, demgemäß einen wichtigen Lebensraum für die an feuchte Bedingungen angepasste Arten darstellen und somit ein wichtigstes Instrument des Naturschutzes sind. Sie tragen nicht nur zur Vernetzung bestehender Gewässer bei und dienen als Trittsteine, sondern sind vor allem Lebensraum von vielen Arten, die auf Kleingewässer – wie hier untersucht – angewiesen sind.

Danksagung

Wir danken den Mitarbeitern des Naturschutzsyndikates SICONA und den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Ökologie und Ökotoxikologie der Lebensgemeinschaften am Institut für Umweltforschung der RWTH Aachen für die Unterstützung während der Masterarbeit. Zudem möchte sich die Erstautorin bei Roland Proess für die Hilfe bei dem Erlernen der Bestimmung von Libellen und Amphibien bedanken. Für das Korrekturlesen des Manuskriptes und die wertvollen Hinweise sei Erwin Schneider und Claude Meisch gedankt. Den beiden Begutachtern, Prof. Dr. Axel Hochkirch und Roland Proess, danken die Autoren für ihre hilfreichen und kritischen Anmerkungen, die deutlich zur Verbesserung des Manuskriptes beigetragen haben.

Literatur

Administration du cadastre et de la topographie du Luxembourg. 2015. Plan BD-L-TC 1996-2000. Topographische Karte und Luftbilder. URL: http://map.geoportail.lu.

Alford, R.A., P.M. Dixon, & J.H.K. Pechmann, 2001. Ecology: Global amphibian population declines. *Nature* 412: 499-500.

Arntzen, J.W. & S.F.M. Teunis, 1993. A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonization of a newly created pond. *Herpetol.* J. 3: 99-110.

Beebee, T.J.C. & R.A. Griffiths, 2005. The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Biol. Conserv*. 125: 271-285.

Bellmann, H., 2013. Der Kosmos Libellenführer: Alle Arten Mitteleuropas; Extra: Südeuropäische Arten, Kosmos-Naturführer. Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart, 320 S.

Bosch, J., I. Martínez-Solano & M. García-París, 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biol. Conserv*. 97: 331-337.

Colling, G., 2005. Red List of the Vascular Plants of Luxembourg, *Ferrantia* 42: 77 S.

Council of European Communities, 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Off. J. Eur. Communities* 35: 7–50.

Cushman, S.A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biol. Conserv*. 128: 231-240.

Denoël, M. & G.F. Ficetola, 2008. Conservation of newt guilds in an agricultural landscape of Belgium: the importance of aquatic and terrestrial habitats. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 18: 714-728.

Denoël, M., G. Dzukic & M.L. Kalezic, 2005. Effects of Widespread Fish Introductions on Paedomorphic Newts in Europe. *Conserv. Biol*. 19: 162-170.

Ellenberg, H., H. Weber, R. Düll, V. Wirth & W. Werner, 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. *Scr. Geobot.* 18: 1-248.

Engelhardt, W., P. Martin & K. Rehfeld, 2015. Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unserer Gewässer, 17. Aufl. ed. Kosmos, Stuttgart. 314 S.

Fisher, M.C., T.W. Garner & S.F. Walker, 2009. Global Emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and Amphibian Chytridiomycosis in Space, Time, and Host. *Annu. Rev. Microbiol*. 63: 291-310.

Fisher, M.C., D.A. Henk, C.J. Briggs, J.S. Brownstein, L.C. Madoff, S.L. McCraw & S.J. Gurr, 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* 484: 186-194.

Garner, T.W.J., S. Walker, J. Bosch, A.D. Hyatt, A.A. Cunningham & M.C. Fisher, 2005. Chytrid Fungus in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 11: 1639-1641.

Gesellschaft der deutschsprachigen Odonatologen e.V., 2012. Aktualisierte Artenliste der Libellenfauna Deutschlands. Zusammengestellt von Reinhard Jödicke. URL: http://www.libellula.org/libellenfauna-deutschlands/.

Gerend, R., 2016. *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). In: Proess, R. (Hrsg.), 2016. Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. *Ferrantia* 75: 39-45.

Gibbons, J.W., 2003. Terrestrial habitat: A vital component for herpetofauna of isolated wetlands. *Wetlands* 23: 630-635.

Godshalk, G.L. & R.G. Wetzel, 1978. Decomposition of aquatic angiosperms. I. Dissolved components. *Aquat. Bot.* 5: 281-300.

Gustafson, D.H., A.S.I. Andersen, G. Mikusiński & J.C. Malmgren, 2009. Pond Quality Determinants of Occurrence Patterns of Great Crested Newts (*Triturus cristatus*). *J. Herpetol.* 43: 300-310.

Gustafson, D.H., C.J. Pettersson & J.C. Malmgren, 2006. Great crested newt (*Triturus cristatus*) as indicators of aquatic plant diversity. *Herpetol.* J. 16: 347-352.

Hartel, T., S. Nemes, D. Cogălniceanu, K. Öllerer, O. Schweiger, C.-I. Moga & L. Demeter, 2007. The effect of fish and aquatic habitat complexity on amphibians. *Hydrobiologia* 583: 173-182.

Houlahan, J.E., C.S. Findlay, B.R. Schmidt, A.H. Meyer & S.L. Kuzmin, 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404: 752-755.

Jeliazkov, A., F. Chiron, J. Garnier, A. Besnard, M. Silvestre & F. Jiguet, 2014. Level-dependence of the relationships between amphibian biodiversity and environment in pond systems within an intensive agricultural landscape. *Hydrobiologia* 723: 7-23.

Junck, C. & F. Schoos, 2000. Neuausbreitung des Laubfrosches (*Hyla arborea*) in der Folge von Biotopverbesserungsmassnahmen im Zentrum Luxemburgs. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 100: 97-101.

Kilpatrick, A.M., C.J. Briggs & P. Daszak, 2010. The ecology and impact of chytridiomycosis: an emerging disease of amphibians. *Trends Ecol. Evol.* 25: 109-118.

Lambinon, J. & F. Verloove (collab. L. Delvosalle, B. Toussaint, D. Geerinck, I. Hoste, F. Van Rossum, B. Cornier, R. Schumacker, A. Vanderpoorten & H. Vannerom), 2015. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. (Ptéridophytes et Spermatophytes), 6e éd., deuxième tirage, avec corrections, Jardin botanique national de Belgique, Meise, CXXXIX + 1195 pp.

Lips, K.R., J. Diffendorfer, J.R. Mendelson & M.W. Sears, 2008. Riding the Wave: Reconciling the Roles of Disease and Climate Change in Amphibian Declines. *PLoS Biol.* 6: 72.

Longcore, J.E., A.P. Pessier & D.K. Nichols, 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a Chytrid Pathogenic to Amphibians. *Mycologia* 91: 219.

Marco, A., M. Lizana, A. Alvarez & A.R. Blaustein, 2001. Egg-wrapping behaviour protects newt embryos from UV radiation. *Anim. Behav*. 61: 639-644.

Mémorial, 2009. Règlement grand-ducal du 9 janvier 2009 concernant la protection intégrale et partielle de certaines espèces animales de la faune sauvage. Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg N° 4 du 21 janvier 2009: 34-41.

Mémorial, 2017. Décision du Gouvernement en Conseil du 13 janvier 2017 relative au plan national concernant la protection de la nature 2017-2021 et ayant trait à sa première partie intitulée « Stratégie nationale Biodiversité ». Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, N° 194 du 14 février 2017: 1-37.

Mémorial, 2018. Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles et modifiant 1° la loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d'un fonds pour la protection de l'environnement ; 2° la loi modifiée du 5 juin 2009 portant création de l'Administration de la nature et des forêts ; 3° la loi modifiée du 3 août 2005 concernant le partenariat entre les syndicats de communes et l'État et la restructuration de la démarche scientifique en matière de protection de la nature et des ressources naturelles. Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg N° 771 du 05 septembre 2018: 1-48.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement, 2014a. Cadastre des biotopes des milieux ouverts, Version Mars 2014. URL: http://www.environnement.public.lu/guichet_virtuel/gd/index.html.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement & Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs, 2014b. Leitfaden zur Bewirtschaftung der nach Artikel 17 des Naturschutzgesetzes geschützten Offenlandbiotope – Bewirtschaftungsempfehlungen sowie unerwünschte und genehmigungspflichtige Eingriffe. Ministère du Développement durable et des Infrastructures – Département de l'Environnement & Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs: 83 S.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures - département de l´environnement (Hrsg.), 2009a. Plans d'actions espèces Plan d'action Triton crêté - *Triturus cristatus* - Kammmolch. Autoren: MNHNL – Groupe herpétologique. 3 S.

Ministère du Développement durable et des Infrastructures, 2009b. Rapport de l'Observatoire de l'environnement naturel 2007-2009. Ministère du Développement durable et des Infrastructures - Département de l'Environnement, 63 S.

Nöllert, A. & C. Nöllert, 1992. Die Amphibien Europas: Bestimmung, Gefährdung, Schutz, Kosmos-Naturführer. Franckh-Kosmos, Stuttgart. 382 S.

Oberdorfer, E., 2001. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8., stark überarb. u. erg. Aufl., ed. Ulmer, Stuttgart. 1056 S.

Oertli, B., D.A. Joye, E. Castella, R. Juge, D. Cambin & J.-B. Lachavanne, 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biol. Conserv.* 104: 59-70.

Petersen, C.G.J., 1896. The yearly immigration of young plaice into the Limfjord from the German Sea. *Rep. Dan. Biol. Stn*. 1-48.

Proess, R. (Hrsg.), 2016. Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. *Ferrantia* 75: 107 S.

Proess, R., 2016. Das Kleingewässerschutzprogramm. In: Proess, R. (Hrsg.), 2016. Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. *Ferrantia* 75: 94-96.

Proess, R., 2006. Verbreitungsatlas der Libellen des Großherzogtums Luxemburg. *Ferrantia* 47: 172 S.

Proess, R., A. Arendt, E. Engel, R. Gerend & G. Schmidt, 2016: Rote Liste der Amphibien Luxemburgs. Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. *Ferrantia* 75: 99-102.

Proess, R., T. Ohst, J. Plötner & E. Engel, 2015. Untersuchungen zum Vorkommen der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und zur Verbreitung des Chytrid-Pilzes (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in Luxemburg. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 117: 63-76.

Rimpp, K., 2007. Nördlicher Kammmolch (*Triturus cristatus* Laurenti, 1768). In: Laufer, H., Klemens, F. & P. Sowig, 2007. Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs: 207-222.

Schmidt, B.R., S. Furrer, A. Kwet, S. Lötters, D. Rödder, M. Sztatecsny, U. Tobler & S. Zumbach, 2009. Desinfektion als Maßnahme gegen die Verbreitung der Chytridiomykose bei Amphibien. *Z. Für Feldherpetologie Supplement* 15: 229-241.

Schneider, S., 2011. Die Graslandgesellschaften Luxemburgs. *Ferrantia* 66: 303 S.

Semenov, D.V., 2010. Slider turtle, *Trachemys scripta elegans*, as invasion threat (Reptilia; Testudines). *Russ. J. Biol. Invasions* 1: 296-300.

Skerratt, L.F., L. Berger, R. Speare, S. Cashins, K.R. McDonald, A.D. Phillott, H.B. Hines & N. Kenyon, 2007. Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs. *EcoHealth* 4: 125-134.

Stuart, S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, B.E. Young, A.S.L. Rodrigues, D.L. Fischman & R.W. Waller, 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.

Vences, M., 2015. Die Gattungszuordnung von Wechselkröte und Kreuzkröte und die Konsolidierung der wissenschaftlichen Benennung europäischer Amphibien. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 22 (1): 11-25.

Wildermuth, H. & A. Martens, 2014. Taschenlexikon der Libellen Europas: Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt, 1. Aufl., ed. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 825 S.