



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science

Im Studiengang
Naturschutz und Landnutzungsplanung

Zur Zukunft eines Tümpels – Vergleichende Betrachtung verschiedener Maßnahmen zur zukünftigen Entwicklung eines stehenden Kleingewässers im Wohngebiet Viertelkamp in Bad Schwartau

Vorgelegt von:
David Enßlin

Datum: 07.12.2021

Erstgutachter: Prof. Dr. Maik Stöckmann
Zweitgutachterin: Dipl.-Ing. Carolin Welchert

URN: [urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0213-1](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0213-1)



Eidesstattliche Erklärung

Ich, David Enßlin, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Zur Zukunft eines Tümpels – Vergleichende Betrachtung verschiedener Maßnahmen zur zukünftigen Entwicklung eines stehenden Kleingewässers im Wohngebiet Viertelkamp in Bad Schwartau“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift:

Zusammenfassung

Stehende Kleingewässer sind in vielen Teilen Deutschlands ein typischer Bestandteil der Naturlandschaft. Die Gewässer entstanden dabei auf natürlichem Wege oder wurden durch den Menschen für verschiedene Zwecke künstlich angelegt. Dennoch hat ihre Zahl durch menschliches Handeln in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen. Davon waren sowohl natürliche als auch künstliche Gewässer betroffen. Als Ausgleich dafür werden inzwischen wieder vermehrt neue Kleingewässer angelegt. Eine weitere Möglichkeit Kleingewässer zu schützen ist der Erhalt bereits bestehender und deren Wiederherstellung. Um diese Fragestellung dreht sich auch die folgende Untersuchung. Für einen Tümpel innerhalb eines Wohngebietes werden Überlegungen bezüglich der zukünftigen Entwicklung des Gewässers und der Vorgehensweise in Bezug auf Pflege und Wiederherstellung angestellt und diskutiert. Dafür wurden verschiedene Aufnahmen am Gewässer durchgeführt um Informationen über die Größe, Wassertiefe, Bodenbeschaffenheit, Pflanzenbewuchs und direkte sowie entferntere Umgebung zu erhalten. Darüber hinaus wurde eine Umfrage unter den Anwohner durchgeführt, um Meinungen über den Tümpel und Vorstellungen zu dessen Erhalt einzuholen.

Neben der Frage der zukünftigen Entwicklung wird auch der Ursprung des Tümpels und dessen Entwicklung in den letzten Jahrzehnten betrachtet. Die Herkunft des Tümpels ist nicht bekannt, einige Hinweise deuten aber auf einen menschlichen Ursprung hin. Die Entwicklung des Tümpels in den letzten Jahrzehnten weist einen Einschnitt durch den Bau des Wohngebietes auf. Ab diesem Zeitpunkt nahm dessen Größe und Wasserstand kontinuierlich ab. Auch die veränderte Nutzung der umgebenden Flächen trug zur Veränderung der Gestalt des Gewässers bei.

Für die weitere Entwicklung des Tümpels werden fünf Varianten entwickelt, welche, gekennzeichnet durch verschiedene Maßnahmen, unterschiedliche Richtungen und Zielsetzungen der Entwicklung einschlagen. Die Varianten reichen dabei vom „Nichts-Tun“ bis zu einer umfassenden Renaturierung des Tümpels und seines Biotops. Bei zwei der Varianten wird versucht, die bisherige Nutzung durch die Anwohner mit Naturschutz- und Pflegekonzepten zu verbinden. Bei den einzelnen Varianten werden, je nach Zielsetzung, verschiedene Maßnahmen der Renaturierung vorgeschlagen, welche für den jeweiligen Fall vielversprechend sein können. Diese werden aus einer Liste von Maßnahmen ausgewählt, welche Renaturierungsmaßnahmen für stehende Gewässer enthält, die auch im betrachteten Fall sinnvoll und nutzbringend erscheinen. Die Intensität der Maßnahmen richtet sich nach der Zielsetzung der jeweiligen Variante und den Ergebnissen der Untersuchung.

Die entwickelten und betrachteten Varianten eignen sich mehr oder weniger für eine praktische Umsetzung vor Ort. Zwei davon werden nach einer Kosten-Nutzen-Betrachtung als nicht lohnenswert eingestuft. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse und Vergleich mit der Literatur bieten sich die anderen Varianten für eine Umsetzung an, teilweise mit dem Verweis auf eine Verringerung der Intensität einzelner vorgeschlagener Maßnahmen. Eine Verbesserung der Gewässer- und Biotopstruktur sowie der Wasserführung wird mit Verweis auf die ökologischen Gewässerfunktionen als Ziel unabhängig der Variante vorgeschlagen. Dadurch wird der Erholungswert des Tümpels für die Anwohner erhöht und die Lebensraumeigenschaften für Pflanzen und Tiere verbessert. Für Tiere würde sich der Tümpel damit auch in ein Biotopnetz kleiner Standgewässer der unmittelbaren Umgebung eingliedern.

Als übergeordnetes Ziel des weiteren Vorgehens am Tümpel wird die Erreichung eines früheren, natürlicheren Zustands genannt. Die durchgeführten Maßnahmen sollten dafür nach ihrer Umsetzung im Hinblick auf ihre Effizienz geprüft und bewertet werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Ziele der Arbeit	3
2. Herkunft des Gewässers	5
3. Methodik	9
3.1. Lage des Untersuchungsgebietes	9
3.2. Gewässerklassifizierung	9
3.3. Vegetationsaufnahme	10
3.4. Bodenanalyse	10
3.5. Gewässerchemische Analyse	11
3.6. Geländeaufnahme	12
3.7. Aufnahme von Koordinaten	12
3.8. Befragung der Anwohner	13
3.9. Begriffsdefinition: Renaturierung – Restaurierung - Sanierung	15
4. Renaturierungsmaßnahmen an stehenden Gewässern	17
4.1. Belüftung	17
4.2. Entschlammung	18
4.3. Gesamtsohlvertiefung / Teilbereichsvertiefung	19
4.4. Entbuschung	20
4.5. Verdünnung / Wasseraustausch / Wasserstandsanhhebung	20
4.6. Drainrückführung	21
4.7. Uferneugestaltung	21
4.8. Müllentsorgung	22
4.9. Entkrautung	22
4.10. Laub- / Totholzentnahme	23
4.11. Auszäunung	23
4.12. Totholzaufschichtung / Feldsteinhaufenschichtung	24
5. Ergebnisse	25
5.1. Vegetationsaufnahme	25
5.2. Bodenanalyse	26
5.3. Gewässerchemische Analyse	28
5.4. Geländeaufnahme	29
5.5. Aufnahme der Koordinaten	30

5.6. Befragung der Anwohner	30
6. Ausgangszustand des Gewässers	33
6.1. Zustand des Gewässers vor dem Bau des Wohngebietes.....	33
6.2. Entwicklung nach der Anlage des Wohngebietes	34
6.3. Zustand des Gewässers zu Beginn der Untersuchungen	35
7. Szenarien zur weiteren Entwicklung der Fläche	37
7.1. Variante 1 - Überlassen des Gewässers seiner natürlichen Entwicklung	37
7.2. Variante 2 - Erhaltung des momentanen Zustandes	39
7.3. Variante 3 - Aufteilung der Fläche in nutzbaren und von Nutzung freigehaltenen Bereich	40
7.4. Variante 4 - Kombination von Nutzung und Renaturierung	44
7.5. Variante 5 - Vollständige Renaturierung ohne Zugangsmöglichkeit	47
8. Kosten der Renaturierung	52
9. Diskussion.....	54
9.1. Methodenkritik.....	54
9.2. Renaturierungsmaßnahmen.....	55
9.3. Vergleich der Varianten.....	56
9.4. Ökologische, klimatische und gesellschaftliche Bedeutung der Varianten	61
9.5. Einschätzung der Varianten.....	65
10. Schlussfolgerungen	72
Abbildungsverzeichnis.....	74
Tabellenverzeichnis.....	75
Anhang	76
Literaturverzeichnis.....	85

1. Einleitung

Fließ- und Stillgewässer sind für den Menschen in der heutigen Zeit auf verschiedene Art und Weise von besonderer Bedeutung. Sie dienen als Wasserreservoir für Landschaft und Landwirtschaft, als Erholungsraum und Tourismusziel, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und als Puffer gegen Auswirkungen des Klimawandels, besonders hohe Temperaturen und Trockenheit. Trotz ihrer großen Bedeutung sind viele Gewässer, insbesondere Stillgewässer, durch menschlichen Einfluss im Laufe der vergangenen Jahrzehnte stark beeinträchtigt worden (Biggs et al. 2017, 21f), wodurch sie diese Funktionen nur noch unzureichend oder gar nicht mehr erfüllen können. Ein großer Teil der Stillgewässer ist darüber hinaus ganz verschwunden. In diesem Fall fehlen die positiven Eigenschaften der Gewässer in den entsprechenden Gebieten vollständig.

Das Vorhandensein und die Dichte an Gewässern unterscheidet sich dabei zwischen verschiedenen Regionen Deutschlands. Entscheidend dafür sind die Beschaffenheit des Untergrundes sowie die klimatischen und geologischen Entwicklungen der vergangenen Jahrtausende. In der nacheiszeitlichen Landschaft Schleswig-Holsteins existiert eine Vielzahl kleiner Gewässer, welche prägend für das Landschaftsbild sind. Diese entstanden während den letzten Eiszeiten durch die Bewegungen der Gletscher und das abschmelzende Eis. Die daraus hervorgegangenen Hohlformen füllten sich teilweise mit Schmelzwasser und bildeten bei Vorhandensein einer wasserstauenden Schicht stehende Gewässer unterschiedlicher Größe (vgl. Janke und Janke 1970, S. 3). Viele dieser Gewässer, besonders kleine und flache, verlandeten mit der Zeit und sind heute in der Landschaft nicht mehr zu erkennen (Janke und Janke 1970, S. 6). Neben den natürlich entstandenen Kleingewässern hat der Mensch über die Jahrhunderte eine Vielzahl künstlicher Gewässer geschaffen. Diese wurden je nach Zweck im besiedelten Bereich oder in der offenen Landschaft angelegt. Beispiele hierfür sind Feuerlöschteiche, Flachskuhlen, Fischteiche, Gerberteiche und Viehtränken (vgl. Pardey et al. 2005, S. 10). Während die erstgenannten meist in der Nähe von Siedlungen angelegt wurden, wurden Viehtränken auch weit davon entfernt auf Weideflächen geschaffen. Die Anlage dieser künstlichen Wasserlöcher ging in den meisten Fällen mit einem Fehlen natürlicher Gewässer einher (Janke und Janke 1970, S. 7). Nicht in jedem Fall wurde für diese neuen Gewässer allerdings eine Vertiefung gegraben. Wo sich natürliche Geländevertiefungen und Kuhlen anboten, wurden diese auch durch die Auskleidung mit einer wasserhaltenden Schicht zu einem Gewässer umfunktioniert (vgl. Biologische Station Lippe o. J.; Glassl 2007). Darüber hinaus entstanden durch menschliche Aktivitäten in der Landschaft auch ungeplant Gewässer. Ein Beispiel hierfür sind Sand-, Lehm- oder Mergelgruben. Befand sich am Grund dieser eine wasserhaltende Schicht, welche durch den Abbau nicht verletzt wurde, und bildete die Grube eine Mulde, füllte sich diese nach der Einstellung des Abbaus mit Wasser und schuf dadurch ein Ge-

wässer (Janke und Janke 1970, S. 11). Auch heute entstehen auf diese Weise noch Gewässer, indem etwa ehemalige Kiesgruben mit Wasser gefüllt werden.

Die Bedeutung stehender Gewässer für den Menschen sind unterschiedlicher Art. Sie können sich direkt auswirken, etwa wenn sie als Erholungsraum oder touristisch genutzt werden (vgl. Müller-Petschke 2011; Schubert 2020) oder indirekt, über die Bereitstellung von Trinkwasser, als Auffangbecken für Regenwasser oder als Quelle für Bewässerungen dienen. Noch indirekter wirken sich Stillgewässer über ihre Lebensraum- und Klimafunktionen auf den Menschen aus. Die Auswirkungen von Gewässern auf das lokale Klima spielen dabei besonders in Siedlungsgebieten eine große Rolle. Durch die Verdunstung des Wassers aus dem Gewässer und durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen, welche in den meisten Fällen an Gewässern zu finden sind, erhöht sich die Luftfeuchtigkeit in deren Umgebung. Des Weiteren kühlt die Verdunstung die direkte Umgebung der Gewässer und trägt dadurch zur Verringerung der Temperatur bei und wirkt der Bildung von Wärmeinseln in Städten entgegen (Stadtentwässerungsbetriebe Köln und Stadt Köln, S. 34).

Kleingewässer finden sich in der heutigen Kultur- und Agrarlandschaft immer weniger (Stolz und Riedel 2014). Im Laufe des letzten Jahrhunderts wurden viele der Gewässer trockengelegt, um eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche ermöglichen zu können oder die Gewässerfläche anderweitig nutzbar zu machen. Die verbleibenden Kleingewässer sind in vielen Fällen durch die umgebende Nutzung mehr oder weniger stark in Mitleidenschaft gezogen und in ihrer ökologischen Funktion beeinträchtigt. Dies gilt insbesondere für Kleingewässer in der Agrarlandschaft, welche durch die Einleitung von Dünger und Pestiziden stark geschädigt sein können (Meester et al. 2005). Durch den Eintrag von Dünger aus angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen erhöht sich der Nährstoffgehalt der Gewässer, wodurch das Wachstum bestimmter Pflanzen, vor allem Algen, stark angeregt wird. Dadurch wachsen Gewässer teilweise komplett zu und stehen damit nicht mehr als Lebensraum für wassergebundene Tiere zur Verfügung. Aber auch konkurrenzschwache Wasserpflanzen werden durch diese Entwicklung aus den Gewässern verdrängt. Es kommt also insgesamt zu einer Reduzierung der Biodiversität der Gewässer. Dabei sind Kleingewässer von besonderer Wichtigkeit für die Biodiversität ihres Einzugsgebiets und ganzer Landschaften. Bezogen auf diese beiden Bezugsgrößen bieten sie wesentlich mehr Arten einen Lebensraum als etwa Fließgewässer oder Seen. Bei gleicher Gesamtwasserfläche beherbergen Kleingewässer auch eine größere Anzahl an Arten, darunter auch gefährdete Arten, als große Seen (Biggs et al. 2017, S. 14). Aber auch für nicht wassergebundene Tierarten stellen Kleingewässer einen wichtigen Lebensraum dar (Biggs et al. 2017, S. 18). Diese Habitatfunktion erfüllen die Gewässer auch dank ihrer Lage in der Landschaft und ihrer Vernetzung verschiedener Biotope (Meester et al. 2005). Durch verschiedene Aktivitäten hat der Mensch mit der

Veränderung von Landschaften auch die Kleingewässer beeinträchtigt und vielerorts vernichtet. Dadurch und durch die Nutzung der umgebenden Landschaft sind Kleingewässer oft gefährdet und ihr Schutz von besonderer Wichtigkeit. Doch sowohl bei wissenschaftlichen Untersuchungen zu den Themen sowie bei der Bereitstellung von Informationen zu Beschaffenheit und deren Schutz wurden Kleingewässer weniger behandelt als andere Gewässer (Meester et al. 2005; Boix et al. 2012). In Sachen Schutz der Kleingewässer nimmt die Informationslage in den letzten Jahren aber immer weiter zu (Boix et al. 2012).

Neben dem Schutz sind in den vergangenen Jahrzehnten Bestrebungen zum Erhalt bestehender Kleingewässer zunehmend in Erscheinung getreten (vgl. Heinze 1991; Gemeinde Ammersbek 1993; Kuhn et al. 2006). Dabei geht es neben dem Erhalt nützlicher Funktionen der Gewässer auch um das Landschaftsbild und einem Gegengewicht zum vermehrten Verschwinden von Kleingewässern in der freien Landschaft. Zusätzlich werden auch vermehrt wieder künstlich Gewässer geschaffen, um den Mangel an natürlichen Gewässern auszugleichen oder als Ersatz für bestehende zu dienen (vgl. Stolz und Riedel 2014). Die Initiatoren von Gewässererhalt und Gewässerneuanlage sind dabei sowohl Privatmenschen, Naturschutzverbände als auch Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen und Behörden. In diesem Zusammenhang spielen Kleingewässer in Deutschland auch eine wichtige Rolle beim Ausgleich von Bauvorhaben und anderen Eingriffen in die Natur. Neben der Neuanlage von Kleingewässern als Ausgleich (Stolz und Riedel 2014) werden häufig auch die Wiederherstellung von stark geschädigten Kleingewässern sowie die Pflege bereits renaturierter Gewässer als Maßnahmen angesetzt. Dabei spielen der Erhalt urbaner Gewässer und Gewässer in der Agrarlandschaft sowie die Schaffung eines Biotopverbunds zur Vernetzung verschiedener Populationen und Bereitstellung von ausreichend Lebensraum für geschützte und gefährdete Arten eine besondere Rolle.

1.1. Ziele der Arbeit

Diese Arbeit zielt auf die Betrachtung eines stehenden Kleingewässers in einem urbanen Umfeld ohne besondere Einschränkungen oder Beeinträchtigungen des Gewässers durch die umgebende Siedlungsstruktur ab. Das Kleingewässer existierte schon vor der es heute umgebenden Bebauung und wurde durch diese nicht in seiner Ausdehnung eingeschränkt. Dennoch hat sich das Gewässer und dessen direktes Umfeld in den Jahren nach der Anlage des Wohngebietes deutlich verändert. Obwohl das Gewässer in einer Ausgleichsfläche des Wohngebietes liegt, welche einer vorgeschriebenen Pflege unterliegt, wurde das Gewässer selbst nicht in diese mit einbezogen. Das Gewässer hat dadurch im Laufe der Zeit einige der Funktionen, welche es vor und noch zu Beginn der Wohnbebauung hatte, eingebüßt. Der Erhalt des Gewässers geht darüber hinaus nur auf die Festlegungen des Bebauungsplans zurück und nicht auf einen Nutzen für die Bewohner, das Gebiet oder die Allge-

meinheit. In der Stadtverwaltung der Stadt Bad Schwartau kam aus diesem Grund die Idee auf, den Tümpel unter Umständen wieder in einen Zustand zu versetzen, welcher dem früheren, vor Anlage des Wohngebietes, nahekommt und es dem Gewässer erlaubt, wichtige Gewässerfunktionen wieder zu übernehmen.

In dieser Arbeit werden verschiedene Ansätze entwickelt, wie in Zukunft mit dem Kleingewässer umgegangen werden kann und welche Möglichkeiten es zur Umsetzung der Idee einer Wiederherstellung der Gewässerstruktur gibt. Diese sollen das komplette Spektrum eines möglichen Eingreifens in das Gewässerbiotop umfassen und dabei besonders die Unterschiede zwischen starken Eingriffen und weitgehendem Heraushalten aufzeigen. Im Bereich dazwischen spielen die Gegebenheiten vor Ort und verschiedene hypothetische Zielsetzungen eine Rolle, sowie die Meinung der Anwohner*innen als direkt Betroffene. Im zweiten Schritt werden für die einzelnen ausgearbeiteten Varianten Renaturierungsmaßnahmen genannt, welche zum einen in dem Gewässer umsetzbar wären und sich grundsätzlich eignen würden, und auf der anderen Seite zur Erreichung des Ziels der entsprechenden Variante beitragen würden. Darüber hinaus wird eine Abwägung über die Intensität der jeweiligen Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt, um die Maßnahmen und die damit einhergehenden Eingriffe in das Biotop auf einem akzeptablen, aber notwendigen Niveau zu halten. Im letzten Schritt werden die verschiedenen Varianten und die damit in Zusammenhang stehenden Veränderungen des Gewässers und seines umgebenden Biotops miteinander verglichen. Dabei soll es um die Frage gehen, welche Auswirkungen die Umsetzung der einzelnen Varianten auf das Gewässer, das Gebiet, die Anwohner und die Festlegungen des Bebauungsplans in Bezug auf das Gewässer haben könnten.

2. Herkunft des Gewässers

Die Entstehungsgeschichte des Tümpels ist nicht bekannt. Aufgrund der Lage und der Morphologie des Gewässers sind jedoch verschiedene Formen der Entstehung denkbar. Die drei wahrscheinlichsten Entstehungsvarianten sind die natürliche Entstehung während der letzten Eiszeit, sowie eine anthropogene Entstehung aus der Nutzung als Viehtränke oder Mergelgrube.

Nach dem Rückzug der Gletscher nach der letzten Eiszeit vor etwa 16000 Jahren (Ehlers 2020, S. 59) entstanden im Bereich der Endmoräne eine Vielzahl unterschiedlicher Stillgewässer (Kalettka 1996), die meisten davon aus Toteislöchern. Bei diesen blieben beim Rückzug des Gletschers verschieden große Eisbruchstücke in der Landschaft zurück, welche durch ihre Trennung vom „lebenden“ Hauptgletscher als „Toteis“ bezeichnet werden (Fraedrich 2016, S. 64). Durch Überlagerung mit Sanden und Sedimenten wurden diese Gletscherfragmente teilweise unter die Oberfläche verfrachtet, wo sie langsam abschmolzen. Nach dem vollständigen Abschmelzen des Eises entstanden an diese Stellen Hohlräume, wodurch die darüber liegenden Bodenschichten einbrachen und sich auf diese Weise Vertiefungen in der Landschaft bildeten (Fraedrich 2016, S. 64; Ehlers 2020, S. 274). Je nach Größe des Toteisblocks waren diese Vertiefungen wenige Dutzend bis mehrere Tausend Quadratmeter groß. Befand sich über dem Toteis sehr tonhaltiges Material oder wurde dieses nach der Entstehung der Vertiefung in diese eingeweht, konnte sich am Grund der Kuhle eine wasserundurchlässige Stauschicht ausbilden. In diesen Vertiefungen konnte sich Wasser sammeln und sich dadurch Seen oder Tümpel ausbilden (Kalettka 1996).

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich der Endmoränenausläufer der letzten Eiszeiten (Fraedrich 2016, S. 60). Eine Entstehung von Bodenvertiefungen und daraus Stillgewässern ist dadurch durchaus denkbar. Entgegen der runden bis ovalen Form von Söllen und anderen Gewässern (Kalettka 1996), welche aus Toteislöchern entstanden sind, weist der untersuchte Tümpel eine längliche Form auf. Die geringe Tiefe des Gewässers in Kombination mit der wasserundurchlässigen Ton-schicht am Grund des Tümpels legen die Vermutung nahe, dass an dem Gewässer, bei dem durch diese Entstehung zugrunde liegenden Alter bereits eine vollständige Verlandung hätte eintreten müssen.

Mergel bezeichnet ein Gemenge aus Ton und darin fein verteiltem Kalk. Er kommt hauptsächlich in Form von Geschiebemergel vor, welcher während der letzten Eiszeiten durch die Gletscher geschaffen und von diesen im Bereich ihrer Ausdehnung verteilt wurde (Weinhold 2021). Der Kalkgehalt von Mergel liegt zwischen 25 und 75 %. Bei Übergangsformen zu Ton können auch niedrigere Kalkgehalte vorkommen (Blume et al. 2010, S. 34).

Vor der Industrialisierung und dem Aufkommen von Kunstdünger wurden Felder mit organischem Material wie Mist oder Kompost gedüngt. Eine weitere Art der Düngung, welche sich ab dem Beginn des 18. Jhd. etablierte, war die Düngung der Ackerböden mit Mergel (Weinhold 2021). Der Mergel verbesserte bei Einbringung in den Oberboden die Bodeneigenschaften und half dabei unwirtschaftliche Flächen wieder nutzen zu können. Dafür spielten vor allem zwei Eigenschaften des Mergels eine Rolle. Auf sandigen Böden sorgten die Tonanteile des Mergels für eine Erhöhung der Wasserhaltefähigkeit des Bodens und damit die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen. Der Kalk im Mergel erhöhte den pH-Wert der Böden und wirkte somit gegen eine Versauerung der Ackerflächen (Koppe 1852, S. 23; Weinhold 2021). Auch Moorböden wurden mit Mergel bearbeitet, in diesem Fall lockerte die Zugabe die Böden auf und entsäuerte sie. Im späten 18. und 19. Jhd. verbreitete sich die Verwendung von Mergel im Ackerbau (Janke und Janke 1970, S. 11) und wurde als effektives Mittel der Düngung und der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit beschrieben (Stenglin 1831, S. 11). Für die Gewinnung von Mergel wurden Mergelgruben angelegt, in denen das kalkhaltige Tongemisch abgegraben wurde. Durch die Eigenschaften des Mergels mit je nach Art hohen Tonanteilen sind Bereiche mit hohem Mergelanteil im Boden weniger stark von Erosion betroffen. Auf diese Weise bildeten sich im Laufe der Zeit Kuppen und Hügel. Auf diesen wurde deshalb bevorzugt nach Mergel gegraben (Weinhold 2021). Daher finden sich auch ehemalige Mergelgruben besonders häufig an erhöhten Punkten in der Landschaft. Je nach Tiefe der Grube und ihrer Entwicklung seit der Einstellung der Mergelnutzung sind ehemalige Mergelgruben heute noch als wassergefüllte Vertiefungen in der Landschaft zu finden (Weinhold 2021). Erkennbar sind Mergelgruben an einem flachen Ufer, über welches das Material aus der Grube gefahren wurde. Die Größe der Mergelgrube war abhängig von der Ergiebigkeit des Mergels und der Form der Nutzung. Kleine Gruben wurden meist von Bauern nur für die private Nutzung angelegt (Wilske o. J.).

Für die Entstehung des Tümpels aus einer ehemaligen Mergelgrube spricht die Lage des Gewässers erhöht in der Landschaft und die flache Form des Gewässers. Es wäre denkbar, dass dort in kleinem, privatem Rahmen von Bauern vor Ort Mergel abgebaut wurde. Aufgrund der geringen Tiefe des Tümpels dürfte allerdings die Ergiebigkeit sehr gering gewesen sein. Gegen die Theorie der ehemaligen Mergelgrube spricht vor allem der fehlende Kalk im Boden um den Tümpel. Bei der Untersuchung des Bodens direkt an der Wasserkante und auf der Höhe der umgebenden Flächen konnte nur bei zwei von sechs Bodenaufschlüssen geringe Mengen an Kalk in der Tonschicht festgestellt werden (vgl. Kapitel 5.2). Auch wenn die Kalkgehalte bei einigen Formen des Mergels sehr niedrig ausfallen können, müsste im betrachteten Fall davon ausgegangen werden, dass der dort vorkommende Mergel früher restlos abgetragen wurde. Zusammen lässt dies die Theorie der Mergelgrube als eher unwahrscheinlich erscheinen.

Eine weitere mögliche Variante der Entstehung des Tümpels ist die Anlage und Nutzung als Viehtränke. Die Versorgung des Weideviehs mit Wasser war in bestimmten Regionen seit jeher eine besondere Schwierigkeit. Um den Wasserbedarf der Tiere zu stillen und große Viehtriebe zu natürlichen Gewässern zu vermeiden, wurden in den letzten Jahrhunderten Viehtränken künstlich angelegt, vor allem auf Wiesen- und Weideflächen (Janke und Janke 1970, S. 7). Diese wurden entweder in natürlichen Senken geschaffen (Glassl 2007) oder extra angelegt (Biologische Station Lippe o. J.). Die jeweiligen Vertiefungen wurden mit einer Schicht aus Lehm ausgekleidet, um das Wasser über längere Zeit halten zu können. Gespeist wurden diese Viehtränken in der Regel durch Regenwasser (Biologische Station Lippe o. J.). Bei der Anlage solcher Viehtränken musste darauf geachtet werden, dass diese für die Weidetiere erreichbar waren und die Hänge nicht zu steil zum Wasser abfielen (Glassl 2007). Die Lage des Tümpels in der Landschaft und das Fehlen anderer Gewässerstrukturen in unmittelbarem Umfeld sprechen für eine künstliche Anlage des Tümpels als Tränke für Weidetiere. Auch die Morphologie des Gewässers liefert Anhaltspunkte für diese Art der Entstehung. Der Tümpel weist eine geringe Tiefe auf und das Ufer fällt von allen Seiten her flach ab, wodurch eine gute und einfache Erreichbarkeit des Wasserkörpers für Tiere gegeben ist. Die Lage des Tümpels auf der Kuppe steht zwar im Widerspruch zu der Vorgehensweise Viehtränken vorzugsweise in Senken zu schaffen, jedoch können durch einen stärkeren Eingriff in den Boden auch an diesen Stellen künstlich Gewässer geschaffen werden.

Eine abschließende Aussage über die Entstehung des Tümpels kann hier nicht getroffen werden. Die drei Varianten müssen sich auch nicht zwingend ausschließen. So kann beispielsweise das Gewässer natürlich entstanden und dennoch als Viehtränke genutzt worden sein. Allen drei Entstehungsarten haben die Gemeinsamkeit, dass ein Kleingewässer entstanden ist, welches räumlich getrennt von anderen Gewässern liegt und daher eine wertvolle Funktion innerhalb der Landschaft übernommen haben dürfte. Bei den beiden menschlichen Nutzungsformen wird sich diese Funktion besonders nach der Aufgabe der Nutzung eingestellt haben.

Einen Hinweis auf die Entstehungszeit und damit unter Umständen auch auf die Art der Entstehung des Tümpels liefert ein Blick auf die Preußischen Messtischblätter. In den älteren Versionen der Karten (vor 1930) ist an der Stelle, an welcher heute der Tümpel liegt, nichts verzeichnet. In späteren Ausführungen der Karten ist in der Nähe der Straße von Cleverhof nach Stockelsdorf ein Gewässer eingezeichnet (Abbildung 1). Bei dieser Straße dürfte es sich um den heutigen Stockelsdorfer Weg handeln. Ein Vergleich der Messtischblätter mit den Koordinaten des heutigen Tümpels weist nur

eine geringe Abweichung auf. Diese kann durch die Georeferenzierung der alten Karten bedingt sein. Das könnte darauf hindeuten, dass der Tümpel erst in den 1930er Jahren entstanden ist. In Kombination mit der damaligen Nutzung des umgebenden Geländes (Kapitel 6.1) würde dieser Umstand für eine künstliche Anlage des Tümpels als Viehtränke sprechen.



Abbildung 1: Darstellung des Untersuchungsgebietes auf preussischen Messtischblättern unterschiedlicher Zeiträume. Die Lage des heutigen Tümpels ist in blau eingezeichnet. Links: Messtischblatt des Zeitraums 1902-1930; Rechts: Messtischblatt des Zeitraums 1932-1950. Quelle: <https://service.gdi-sh.de>

3. Methodik

3.1. Lage des Untersuchungsgebietes

Gegenstand dieser Arbeit ist eine Fläche im Gebiet der Stadt Bad Schwartau im Kreis Ostholstein in Schleswig-Holstein. Das Untersuchungsgebiet befindet sich dabei am südwestlichen Rand der Stadt im Übergang zum Nachbarort Stockelsdorf im Wohngebiet „Viertelkamp“ (Abbildung 2).

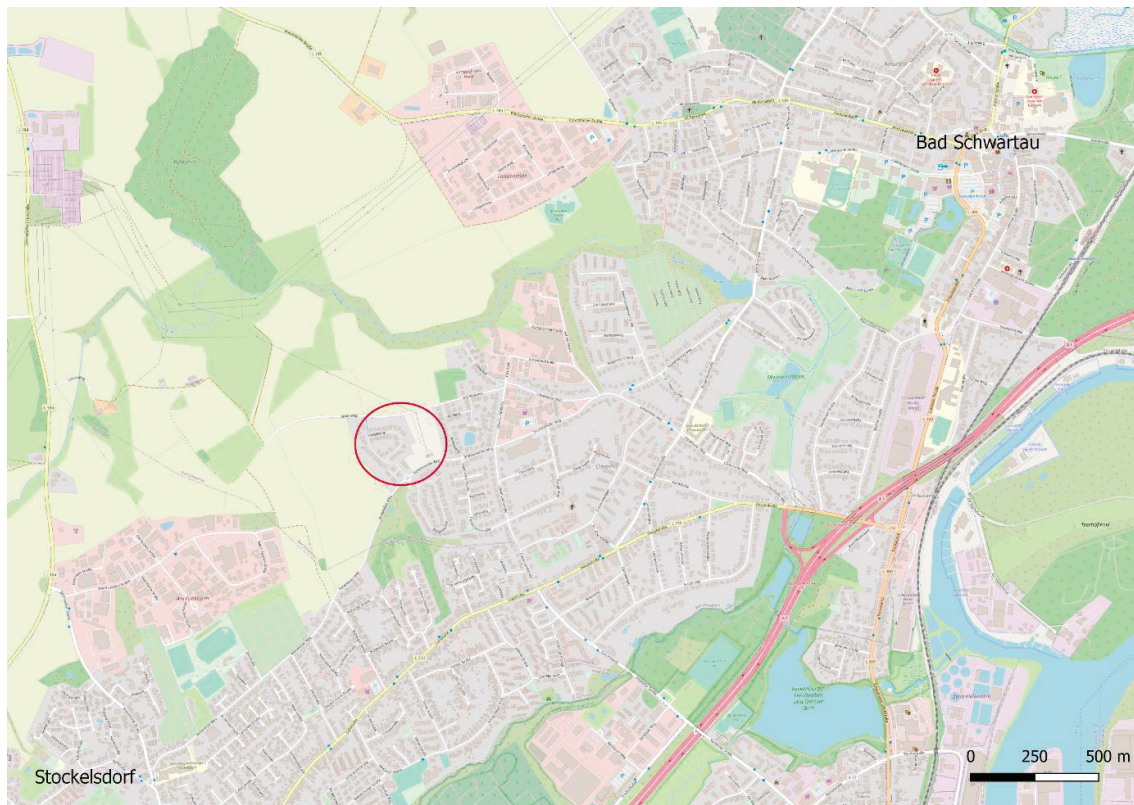


Abbildung 2: Lage des Untersuchungsgebietes (rot) am Rand der Stadt Bad Schwartau. Quelle: <https://tile.openstreetmap.org/>

3.2. Gewässerklassifizierung

Stehende Kleingewässer unterscheiden sich in verschiedenen Punkten voneinander, wobei diese Unterschiede teilweise sehr groß sind und die Funktionen und Auswirkungen der Gewässer auf ihre Umgebung unterschiedlich stark beeinflussen. Zu diesen Punkten zählen etwa die Gewässergröße, die Gewässertiefe, die Wasserherkunft, der Entstehungsprozess und die Wasserführung (Pardey et al. 2005). Weitere Eigenschaften, wie etwa die Thermik des Gewässers wurden früher von manchen Autoren zusätzlich herangezogen (Schlüpmann 1992). Nach diesen Kenngrößen werden Kleingewässer unterschiedlich benannt. Eine allgemein gültige Klassifizierung von Kleingewässern existiert dabei nicht (Pardey et al. 2005), es wurden allerdings von verschiedenen Autoren Einteilungen vorgenommen. Je nach Autor unterscheiden sich die Zuordnungen von Gewässer Bezeichnungen zu bestimm-

ten Charakteristiken dabei deutlich voneinander (Schlupmann 1992). Die Klassifizierung des vorliegenden Kleingewässers wurde nach Pardey et al. (2005) vorgenommen. Nach Auswertung der verschiedenen Parameter (Entstehung, Wasserherkunft, Wasserhaltung; vgl. Kapitel 2 und 6.3) wurde das Kleingewässer als Tümpel klassifiziert und wird im Folgenden als solcher bezeichnet.

3.3. Vegetationsaufnahme

Für das Untersuchungsgebiet erfolgte eine Aufnahme der vorkommenden Vegetation an drei Terminen. Dabei wurden alle Pflanzen innerhalb der zum Biotop gehörenden Fläche erfasst und bestimmt. Die Bestimmung der Vegetation erfolgte mittels Bestimmungsliteratur (Jäger 2017; Jäger et al. 2017). Die Erfassung der Pflanzen erfolgte in erster Linie qualitativ. Es wurde keine ausführliche Vegetationsaufnahme durchgeführt. Aufgrund der Gestalt des Biotops wurde dieses nicht in einzelne Vegetationseinheiten aufgeteilt, sondern als Ganzes betrachtet. Auf eine Bestimmung der Gesamtdeckung, der Aufnahme von toten Pflanzen und des Anteils von offenem Boden wurde, bedingt durch die Größe des Biotops und die damit einhergehende fehlende Gesamtübersicht, unterlassen. Eine Bestimmung der Deckung der vorkommenden Pflanzen nach der Methode von Braun-Blanquet erfolgte aufgrund der Uneinheitlichkeit und der Gestörtheit des Biotops nicht in kleinen, definierten Bereichen, sondern wurde auf die Fläche des gesamten Biotops geschätzt. Schon Schlupmann (1992) verwies darauf, dass an Kleingewässern meist keine ausreichend großen homogenen Vegetationseinheiten vorhanden sind, um eine aussagekräftige Anwendung der Methode nach Braun-Blanquet sicherzustellen. Daher sind die entsprechenden Werte für die gefundenen Pflanzenarten in dieser Arbeit vor allem als Richtwerte für das unterschiedlich starke Vorkommen und die Bedeckung der betrachteten Fläche zu werten.

3.4. Bodenanalyse

Zur Bestimmung von Gestalt und Beschaffenheit des Bodens im Bereich des Gewässers wurden sechs Bodenaufschlüsse von 1 m Tiefe durchgeführt. Die Aufschlüsse wurden dabei gleichmäßig um das Gewässer verteilt, jeweils einer an den beiden Enden des Tümpels und einer an jeder Längsseite. Vier Aufschlüsse wurden in direkter Nähe der Gewässerkante (Stand: 23.05.2021) durchgeführt. Zwei weitere Aufschlüsse wurden an den Enden des Tümpels auf Höhe des umgebenden Geländes aufgenommen (Abbildung 3). Für die Bodenaufschlüsse wurde im Feld eine Einteilung in Bodenhorizonte durchgeführt, sowie die Bodenfarbe, der Humusanteil und der Carbonatgehalt ermittelt. Der Humusanteil wurde dabei aus der Bodenfarbe und der Bodenart hergeleitet (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005, S. 111). Im Labor wurde darüber hinaus eine Bestimmung des pH-Wertes der Bodenproben sowie eine genauere Bestimmung des Anteils an organischem Ma-

terial der Böden durchgeführt. Die Analysen sollen dabei auch mögliche Hinweise auf die Herkunft des Gewässers und eine frühere Nutzung liefern.

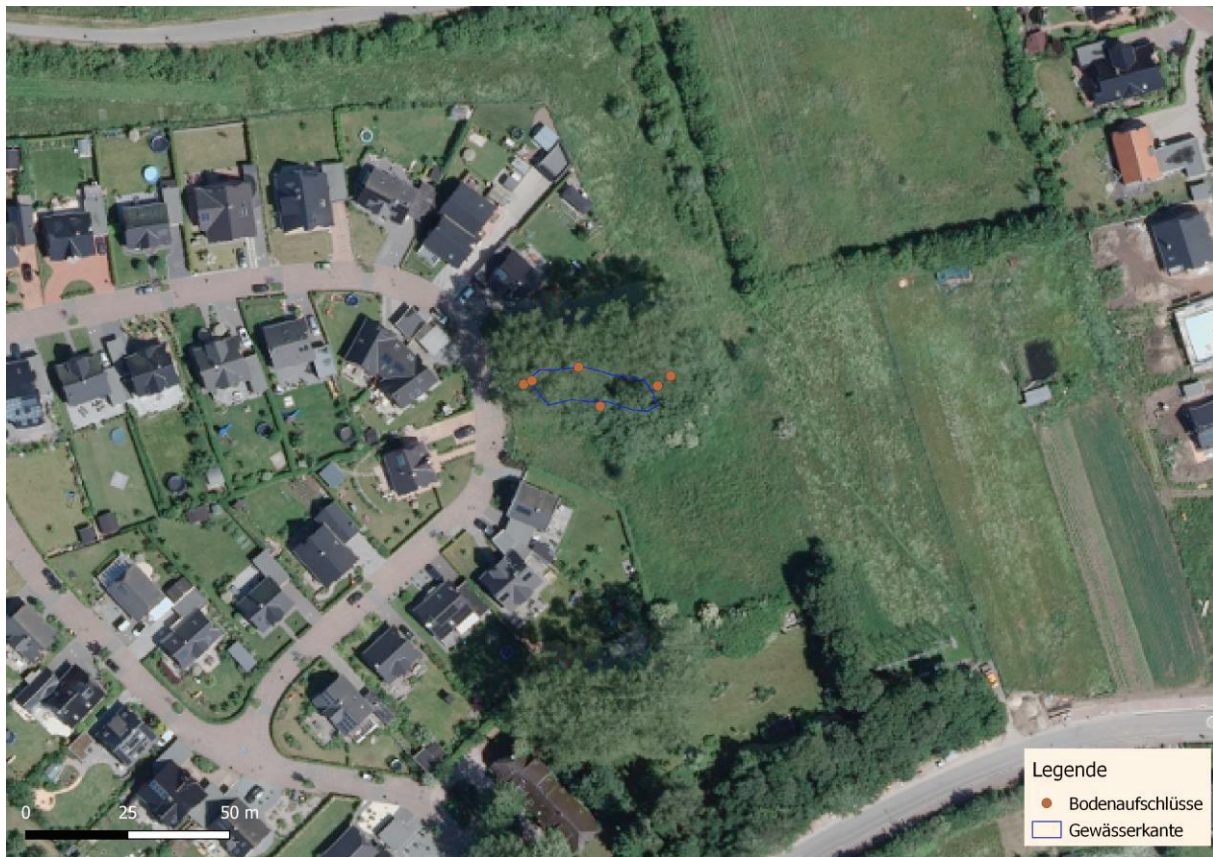


Abbildung 3: Lage der sechs durchgeführten Bodenaufschlüsse im Bereich des Tümpels. Quelle: https://service.gdi-sh.de/WMS_SH_DOP20col_KF

Die Ermittlung des Boden-pH erfolgte nach DIN 19684. Bei dieser Methode wird der pH-Wert der Bodenproben elektrometrisch in einer Bodensuspension mit 0.01 M Calciumchlorid-Lösung (CaCl_2) gemessen. Für die Durchführung der Messungen wurde ein pH-Meter „pH 3110“ der Firma WTW verwendet. Eine zweite, genauere Bestimmung des Anteils organischer Substanzen der Bodenproben erfolgte im Labor mittels Glühversuch nach DIN 18128. Dabei werden die trockenen Bodenproben im Muffelofen bei 550 °C geblüht, wodurch der organische Anteil der Böden verascht wird und nur die anorganische Substanz bleibt. Die Bodenproben der Stauschicht wurden hier nicht geblüht, da sie nach den Feldanalysen keinen bis kaum Humus enthalten haben. Der mögliche Anteil organischen Materials in der Stauschicht ist darüber hinaus nicht von Belang.

3.5. Gewässerchemische Analyse

Um eine grobe Klassifizierung des Trophiegrades des Gewässers vornehmen zu können wurden an den vier Begehungen Wasserproben genommen. Diese wurden später auf ihren Nitrat- und Phosphatgehalt hin untersucht. Diese beiden Parameter werden in dieser Untersuchung als Vergleichs-

größen für eine grobe Einschätzung des Gewässers herangezogen. Die Analyse des Nitrat- und Phosphatgehalts des Wassers erfolgte unter Verwendung von Wasseranalysesets für Garten- und Fischteiche. Eingesetzt wurden dabei JBL Pro Aquatest NO_3 und PO_4 Sensitive des Herstellers JBL GmbH & Co. KG.

3.6. Geländeaufnahme

Für eine grobe Klassifizierung des Gewässers wurde das direkte und weitere Umland erfasst und beschrieben. Dazu wurde auch auf die Veränderungen der letzten Jahrzehnte eingegangen (vgl. Kapitel 6), welche insbesondere durch die Wohnbebauung hervorgerufen wurden (Abbildung 4).



Abbildung 4: Nähere Umgebung des Untersuchungsgebietes. v. l. n. r.: 2006, 2010, 2019. Die Lage des Tümpels ist in blau eingezeichnet. Quellen: oben: Google Earth, unten: https://service.gdi-sh.de/WMS_SH_DOP20col_KF

3.7. Aufnahme von Koordinaten

Für die Erfassung der Ausdehnung des Biotops sowie der Größe des Tümpels und der Berechnung der Wasserfläche wurden am 23.05.2021 Koordinaten am Gewässer aufgenommen. Die Aufnahme erfolgte unter Verwendung eines ppm10xx GNSS Sensors der Firma ppm GmbH in Kombination mit einem Samsung Galaxy Tab Active2. Zur Erfassung der Koordinaten auf dem Empfänger und der Übertragung der Daten in ein QGIS-Projekt wurde das Programm QField (Version 1.9.6) verwendet.

Dieses erlaubt die Aufnahme und direkte Integration von Koordinatenpunkten in ein erstelltes QGIS-Projekt im Feld und erleichtert damit die Arbeit und Auswertung der Koordinaten (Kane 2019). Für die Übertragung der aufgenommenen Punkte in ein QGIS-Projekt auf dem PC dient das Plug-In Q-FieldSync. Zur Ermittlung der Wasserfläche wurden 20 Punkte an der Wasserkante um das Gewässer aufgenommen (Stand: 23.05.2021). Für die Erfassung der Größe des gesamten Biotops wurden 22 weitere Punkte um dieses eingelesen. Dabei wurde als Außengrenze des Biotops die Kante zwischen dem Weidengebüsch und dem umgebenden Grünland bzw. die nördlich des Tümpels gelegene Pappelreihe definiert.

3.8. Befragung der Anwohner

Zur Ermittlung der momentanen Nutzung der Fläche und des Gewässers durch die Anwohner*innen und zur Erstellung eines Meinungsbildes über mögliche Änderungen an der bisherigen Handhabung der Fläche durch die Stadt, wurde die Bevölkerung des direkt angrenzenden Wohngebietes in einer Online-Umfrage zu ihren Ansichten befragt. Ziel dieser Umfrage war es, einen Überblick über die Art der Nutzung des Gewässers, etwa als Spielort von Kindern, und die Intensität dieser Nutzung zu erhalten. Auf diese Weise kann der Eingriff, welcher mit den verschiedenen hier diskutierten Maßnahmen einhergeht, auf den Alltag der Anwohner*innen und ihre Freizeitgestaltung ermittelt werden. Darüber hinaus diente die Befragung der Gewinnung von Erkenntnissen, wie die Befragten zu möglichen Veränderungen des momentanen Zustandes des Gewässers und zu Änderungen einer möglichen Nutzung im privaten Rahmen stehen und welche Ideen und Vorschläge sie selbst haben könnten, bzw. gerne im Rahmen von Änderungen umgesetzt haben würden.

Die anonyme Online-Befragung wurde am 18.06.2021 freigeschaltet und war darauffolgend für zwei Wochen, bis zum 04.07.2021, aktiv. Dieser Zeitraum wurde aufgrund der Größe des Kreises der Befragten und des gewählten Kommunikationsweges als ausreichend erachtet. Die Möglichkeit auch danach noch Meinungen zum Thema der Umfrage einzuholen, bestand durch die Kontaktmöglichkeiten weiterhin. Potenzielle Teilnehmer*innen der Umfrage waren alle Bewohner*innen des am Untersuchungsgebiet liegenden Wohngebietes Viertelkamp. Die Bevölkerung wurde über eine schriftliche Mitteilung mit Einladungstext, dem Hintergrund der Arbeit und dem Zugangslink auf die Umfrage aufmerksam gemacht. Die Einladung zur Teilnahme an der Umfrage erfolgte am 19.06.2021 durch Einwurf der Schreiben im Wohngebiet. Aufgrund der Zielsetzung der Befragung und der Formulierung einiger Fragen sollte die Umfrage nicht pro Person, sondern pro Haushalt durchgeführt werden. Das dadurch entstehende Meinungsbild repräsentiert die Ansichten ganzer Familien statt nur Einzelpersonen und bietet damit eine bessere Möglichkeit auch die Meinung von Kindern aufzunehmen,

sollte das Thema zur Beantwortung der Umfrage in den Familien besprochen werden. Zusammen mit der Beschränkung der Reichweite der Umfrage auf das direkt anliegende Wohngebiet wurde damit die Anzahl an Teilnehmenden für die Umfrage begrenzt. Insgesamt wurden 45 Haushalte für die Umfrage angeschrieben.

Der Aufbau der Onlineumfrage erfolgte nach dem Schema in Tabelle 1.

Tabelle 1: Aufbau der Online-Umfrage und Erläuterung der Schritte

Schritt	Erläuterung
Einleitende Ausführungen	Anlass, Hintergrundinformationen, Ansprechpartner, Hinweis auf Anonymität
Erklärung der Varianten	Inhalte und Zielsetzung sowie grobe Beschreibung des Vorgehens
Kenntnis über früheren Gewässerzustand	Ja-Nein-Abfrage (vor Entstehung des Baugebietes)
Nutzungsabfrage	Wird das Gewässer genutzt? Wer nutzt es?
Art der Nutzung	Wie wird das Gewässer genutzt? 5 Kriterien
Häufigkeit der Nutzung	6 Kriterien
Wichtigkeit des Zustandes des Tümpels	5-stufig (von unwichtig bis sehr wichtig)
Wichtigkeit der Entwicklung des Tümpels	5-stufig (von unwichtig bis sehr wichtig)
Einschätzung des Tümpels	Abfrage in Bezug auf ästhetisch ansprechend und ökologisch wertvoll: 4 Kriterien
Veränderung durch menschlichen Einfluss	Persönlich Einschätzung wie private Nutzung den Tümpel verändert: 6-stufig (von gar nicht bis sehr stark)
Wunsch nach Veränderung	Ja-Nein-Abfrage
Weitere Nutzung	Ja-Nein-Abfrage (im privaten Rahmen)
Bevorzugte Variante	Auswahl der persönlich präferierten Variante (Varianten siehe Kapitel 7)
Anmerkungen	

Die Online-Umfrage wurde mit der Open-Source-Software LimeSurvey (LimeSurvey Community Edition Version 3.27.6+210629) erstellt. Der Vorteil von LimeSurvey ist die große Anzahl an Fragen-Vorlagen, welche von der Software standardmäßig mitgeliefert werden (LimeSurvey Bedienungsanleitung 2021). Da die Software von der Hochschule Neubrandenburg zur Verfügung gestellt wird, bietet sich darüber hinaus der Vorteil, dass die URL der Umfrage einen Bezug zur Hochschuladresse hat und damit eine Verbindung zwischen der Umfrage und der Bachelorarbeit an der Hochschule hergestellt werden kann. Die Gestaltung der Umfrage zielte auf Übersichtlichkeit ab. Dazu wurden alle Fragen auf einer Seite dargestellt, um einen direkten Überblick über den Umfang der Umfrage zu erhalten. Die Fragen wurden kurz und kompakt gehalten (Abbildung 5), auf eine vertiefte Spezifizierung der einzelnen Fragen wurde verzichtet. Bei einzelnen Fragen wurden Mehrfach-

antworten zugelassen, um eine bessere Übersicht zu erhalten. Anregungen zur Gestaltung der Umfrage und der Fragen wurden aus Mehl et al. (2017) übernommen.

Auf welche Weise wird der Tümpel in der Regel genutzt?
Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

- Zum Spielen
- Zur Erholung
- Spaziergehen
- Gassigehen
- Sonstiges:

Wie wichtig ist Ihnen die zukünftige Entwicklung des Tümpels?
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Sehr wichtig
- Wichtig
- Weniger wichtig
- Eher unwichtig
- Unwichtig
- Keine Antwort

Abbildung 5: Screenshot aus der Online-Umfrage. Beispiele der gestellten Fragen.

Die Durchführung der Befragung als Online-Umfrage hatte verschiedene Gründe. Der zeitliche Aufwand zur Erstellung der Umfrage ist vergleichsweise gering und schnell realisierbar. Zudem kann sich die Anonymität und die zeitliche sowie räumliche Flexibilität bei der Beantwortung der Fragen positiv auf die Akzeptanz bei den Teilnehmenden auswirken (Thielsch und Weltzin 2012). Die große Entfernung zwischen Untersuchungsgebiet und Studienort und die damit einhergehende zeitliche Beschränkung auf wenige Termine vor Ort machte es darüber hinaus zur einzig praktikablen Lösung, um alle Anwohner*innen zumindest theoretisch erreichen zu können. Eine repräsentative Aussage über die Meinung aller Anwohner*innen kann indes durch die Umfrage nicht getroffen werden, da davon auszugehen ist, dass Umfragen dieser Art besonders von Menschen mit Bezug und Interesse am Thema beantwortet werden.

3.9. Begriffsdefinition: Renaturierung – Restaurierung - Sanierung

Im Zusammenhang mit Maßnahmen des Naturschutzes, insbesondere bei Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen der deutschen Ausgleichsregelung wird gerne der Begriff Renaturierung für Maßnahmen der Wiederherstellung von Gewässern verwendet. Besonders bei der Wiederherstellung von Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten beschreibt Renaturierung dabei meist gewässergestaltende Eingriffe, welche einen naturnäheren Zustand des Fließgewässers erreichen sollen (Zerbe et al. 2009, S. 4; Zerbe 2019a, S. 225). Bei Maßnahmen an Seen und anderen Stillgewässern wird der Begriff Renaturierung für die Herstellung eines früheren, ursprünglichen Zustands verwendet (Baur und Trautmann 2019, S. 14), gewässergestaltende Eingriffe kommen hierbei seltener zum Tragen. Bei der Renaturierung von Seen fallen dabei häufig die Begriffe Restaurierung und Sanierung im Zusam-

menhang mit bestimmten Maßnahmen (Zerbe 2019c, S. 236). Dabei werden die Begriffe in manchen Fällen synonym verwendet. Zwischen den drei Begriffen bestehen allerdings erhebliche Unterschiede. Der Begriff Renaturierung fungiert in Bezug auf Naturschutzmaßnahmen an stehenden Gewässern als Oberbegriff und beinhaltet damit sowohl Maßnahmen der Restaurierung und Sanierung als auch Gewässern (Zerbe 2019c, S. 236).

Die Begriffe Sanierung und Restaurierung beschreiben dabei nicht nur einen differenzierten und unterschiedlichen Katalog von Maßnahmen, sondern beziehen sich auch auf verschiedene Bereiche eines Gewässers. Mit Sanierung werden Eingriffe in das Einzugsgebiet eines Gewässers beschrieben. Diese zielen darauf ab, durch entsprechende Maßnahmen Stoffeinträge aus dem Umland in das Gewässer zu verringern oder zu unterbinden (Fröbrich und Lehmann 1995; Kalbe 1997; Baur und Trautmann 2019, S. 16; Zerbe 2019c, S. 236). Der Begriff Restaurierung wird im Unterschied dazu für Maßnahmen im Gewässer selbst verwendet. Maßnahmen der Restaurierung betreffen überwiegend den Wasserkörper und zielen auf eine Verbesserung der Wasserbeschaffenheit, besonders der Sauerstoffversorgung des Wassers, und Verminderung der internen Belastung des Wassers ab (Fröbrich und Lehmann 1995; Kalbe 1997; Zerbe 2019c, S. 236). Maßnahmen der Restaurierung sollten nicht unabhängig von Sanierungsmaßnahmen betrachtet werden, da Veränderungen im Gewässer ihren positiven Effekt verlieren, sollte die Ursache der Probleme in Einträgen aus dem Einzugsgebiet des Gewässers liegen (Baur und Trautmann 2019, S. 17). Dennoch werden Sanierungsmaßnahmen seltener durchgeführt, da sie die Betrachtung eines wesentlich größeren Gebietes erfordern und damit aufwendigere Untersuchungen, Planungen und Abstimmung mit verschiedensten Akteuren. Bei den in dieser Arbeit vorgestellten und besprochenen Maßnahmen handelt es sich ausschließlich um Maßnahmen der Restaurierung, da nur das Gewässer selbst bzw. das dazugehörige Biotop Teil der Fragestellung ist. Einzige Ausnahme hiervon ist der Verweis auf eine Weidenutzung der umliegenden Flächen, welche allerdings nicht mit den hier vorgestellten Varianten in Zusammenhang steht. Der Einfachheit halber und weil der Begriff gebräuchlicher und damit verständlicher ist (vgl. Baur und Trautmann 2019, S. 14), wird im Zusammenhang mit den Maßnahmen aber durchgehend der Begriff Renaturierung verwendet.

4. Renaturierungsmaßnahmen an stehenden Gewässern

Für stehende Gewässer existieren eine ganze Reihe von Renaturierungsmaßnahmen. Diese unterscheiden sich dabei in ihrem Ansatzpunkt, der Zielsetzung und der Intensität des jeweiligen Eingriffs. Einige der Maßnahmen sind darüber hinaus auch nur für bestimmte Typen stehender Gewässer geeignet. So sind eine Tiefenwasserableitung oder eine Hypolimnionbelüftung nur für großen Seen ab einer bestimmten Tiefe und ausgeprägter Schichtung gedacht (Fröbrich und Lehmann 1995), wohingegen eine Entschlammung bei sehr großen und tiefen Seen zu aufwändig bzw. nicht durchführbar und mit erheblichen Kosten verbunden ist (Kalbe 1997).

Hier sollen nun verschiedene Maßnahmen einer Renaturierung des betrachteten Gewässers aufgezählt und erläutert werden. Dabei wird nur auf Maßnahmen eingegangen, welche im betrachteten Fall durchführbar sind und unter gegebenen Umständen als erfolgsversprechend bewertet werden können. Eine Zuordnung der entsprechenden Maßnahmen und deren jeweilige Intensität erfolgt in Kapitel 7.

4.1. Belüftung

Die Belüftung von stehenden Gewässern ist eine Maßnahme zur Erhöhung des Sauerstoffgehalts im Wasser. Sie dient der Behebung von Sauerstoffmangel (Fröbrich und Lehmann 1995; Baur und Trautmann 2019, S. 86) und kann diesem innerhalb kurzer Zeit, je nach Bedingungen im Gewässer und dessen Gestalt, entgegenwirken. Der durch die Belüftung hervorgerufene Effekt hält allerdings nur kurzfristig an, da die Ursachen des Sauerstoffmangels im Gewässer nicht angegangen werden. Eine Belüftung des Wasserkörpers erfolgt in der Regel durch das Einleiten von Druckluft oder Sauerstoff über Düsen in den Wasserkörper. Dabei sollten verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. So sollte die Einleitung in möglichst großer Tiefe geschehen, um den Sauerstoff im gesamten Wasser zu verteilen und damit einen maximalen Effekt zu erzielen (Fröbrich und Lehmann 1995). Hierbei spielt aber auch die Tiefe des Gewässers und die Schichtung des Wasserkörpers eine wichtige Rolle. Bei sehr tiefen Seen und solchen mit einer ausgeprägten Schichtung kann der Effekt der Belüftung verpuffen oder durch eine Durchmischung des Wasserkörpers zu einem gegenteiligen Effekt führen. In diesen Fällen sind andere Maßnahmen vorzuziehen, oder eine Belüftung ausschließlich im Oberflächenwasser durchzuführen. Auch bei flacheren Gewässern ist darauf zu achten, dass durch die Belüftung ein Aufwirbeln des Gewässergrundes vermieden wird, um darin abgelagerte Nährstoffe nicht im Gewässer zu lösen und damit eine Überdüngung auszulösen. Die Einleitung von Luft oder Sauerstoff in ein Gewässer kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Praktizierte Varianten sind Einzeldüsen, welche die Luft punktuell fein im Wasser verteilen oder lange Schläuche mit Löchern, welche beson-

ders bei großen Gewässern eine bessere Verteilung der eingeleiteten Luft in der Fläche erreichen (Baur und Trautmann 2019, S. 88).

Als Grundlage für die Entscheidung zur Belüftung eines stehenden Gewässers dient in jedem Fall der Sauerstoffgehalt des Wassers. Eine Belüftung kann durch die Bereitstellung von Sauerstoff in der Grenzschicht zum Gewässerboden den aeroben Abbau von organischem Material im Gewässerboden beschleunigen und damit einer Verschlammung des Gewässers entgegenwirken. Dies ist allerdings nur bei sehr geringen Sauerstoffgehalten im Gewässer sinnvoll. Darüber hinaus entstehen bei der Belüftung eines Gewässers hohe Betriebskosten, besonders wenn diese über einen längeren Zeitraum erfolgen soll oder muss (Fröbrich und Lehmann 1995).

4.2. Entschlammung

Die Entschlammung ist eine Renaturierungsmaßnahme für stehende Gewässer, welche mit einem starken Eingriff in das Gewässer verbunden ist. Sie dient der Entfernung von Sedimenten und organischen Bestandteilen aus dem Gewässergrund und damit der Verringerung der Nährstofffracht des Gewässers (Fröbrich und Lehmann 1995). Darüber hinaus lässt sich mit einer Entschlammung die Gewässertiefe erhöhen und der Freiwasserkörper des Gewässers vergrößern. In extremen Fällen der Verlandung wird durch eine Entschlammung der Freiwasserkörper des Gewässers (Fröbrich und Lehmann 1995) oder zumindest eine offene Wasserfläche (Woike 1981) auch erst wieder hergestellt. Eine Entschlammung kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Bei großen und tieferen Seen bietet sich eine Entfernung des Schlammes durch Absaugung an. Bei dieser Methode wird der Schlamm zusammen mit einem großen Anteil Wasser durch Saugbagger vom Gewässerboden abgesaugt. Das abgesagte Material wird danach in externen Becken entwässert bevor der Schlamm entsorgt werden kann (Kalbe 1997; Koch und Spieker 1999). Bei flacheren Gewässern bietet sich die Entschlammung mittels eines Greifbaggers an. Diese ist einfacher und billiger umzusetzen. Allerdings entsteht bei dieser Art der Entschlammung ein ungleichmäßiger Gewässergrund, welcher von Vertiefungen und Rillen bestimmt wird, in denen sich Nährstoffe im Wasser konzentrieren können und nährstofffreie Zonen entstehen können (Kalbe 1997).

Da sich Entschlammungen durch einen schweren Eingriff in das Gewässer und im Besonderen den Gewässergrund auszeichnen, sollten sie nach Frielinghaus (1998) als letztes Mittel der Renaturierung von stehenden Gewässern eingesetzt werden. Ökologisch vertretbarer und meistens auch sinnvoller sind Teilentschlammungen, bei welchen weite Bereiche des Gewässergrundes von dem Eingriff ausgespart werden. Auf diese Weise lassen sich darüber hinaus unterschiedliche Wassertiefen im Gewässer erzeugen, welche zu einer größeren Diversität des Gewässers und damit zu mehr Lebensraum für

Pflanzen und Tieren führen (Frielinghaus 1998). Darüber hinaus sind Eingriffe dieser Art mit hohen Kosten verbunden (Fröbrich und Lehmann 1995; Koch und Spieker 1999).

Bevor eine Entschlammung als Renaturierungsmaßnahme in Betracht gezogen werden kann, sollten nach Fröbrich und Lehmann (1995) einige Informationen zu verschiedenen Punkten vorhanden sein oder in Erfahrung gebracht werden. Dazu zählen die Ursache der Verschlammung, die Beschaffenheit der Schlammschicht, die Frage nach schutzwürdigen Uferbereichen, vorhandenen und nutzbaren Entnahmetechniken, Entsorgungsmöglichkeiten für den Schlamm, je nach Beschaffenheit und Belastung und die Erfolgsaussichten der Maßnahme, bezogen auf die Probleme des Gewässers (Fröbrich und Lehmann 1995).

Je nachdem wie viel Schlamm aus einem Gewässer entfernt werden soll ist es sinnvoll, Informationen über den Aufbau der Bodenschichten einzuholen. Auf diese Weise kann die Stärke der Schlammschicht ermittelt sowie die Lage der wasserhaltenden Schicht des Gewässers erfasst werden.

4.3. Gesamtsohlvertiefung / Teilbereichsvertiefung

In Bezug auf die Veränderungen am Gewässer unterscheidet sich eine Sohlvertiefung kaum von einer Entschlammung. Bei genauer Begriffsdefinition kann jedoch der Zweck der Maßnahme in beiden Fällen getrennt werden. So steht bei einer Sohlvertiefung hauptsächlich die Vergrößerung der Wassertiefe und die Schaffung von Tiefenwasserzonen im Gewässer im Vordergrund. Auch die Schaffung von Flachwasserzonen wird durch diese Maßnahme ermöglicht. Die Tiefe der Tiefwasserzonen richtet sich nach der Art des Gewässers, wird für Kleingewässer bei Kuhn et al. (2006) mit 1,5 bis 2 m angegeben. Dabei wurde in betreffendem Fall darauf geachtet, dass die vertieften Gewässer eine Stelle am Grund aufwiesen, an der sich bei abnehmendem Wasserstand das Wasser sammelt. Dies bietet wassergebundenen Tieren möglichst lange einen Lebensraum (Kuhn et al. 2006). Für eine Sohlvertiefung ist die Wasserqualität nicht ausschlaggebend, nur die Gestalt des Gewässers. Die Zusammensetzung des entnommenen Sediments ist nicht relevant und kann über die den Gewässergrund bedeckende Schlammschicht hinausgehen. Bei der Renaturierung von Söllen wurde oftmals bei Sohlvertiefungen vor allem Torf entnommen (vgl. Heinze 1991). Grundsätzlich ist bei Sohlvertiefungen darauf zu achten, dass die wasserhaltende Schicht des Gewässers nicht beschädigt wird. Idealerweise werden dafür im Vorfeld Bohrungen im Bereich des Gewässers durchgeführt, um die genaue Lage und Stärke der Schicht zu ermitteln, sowie mögliche Veränderungen beider Faktoren in unterschiedlichen Bereichen des Gewässers. Nach Möglichkeit sollten diese Untersuchungen von qualifiziertem Fachpersonal begleitet werden. Bei der eigentlichen Sohlvertiefung muss unabhängig davon mit Vorsicht vorgegangen werden, um die Schicht nicht etwa mit einem Bagger zu durchsto-

ßen. Auch hier ist auf erfahrenes und geschultes Personal bei den durchführenden Unternehmen zu achten (Kuhn et al. 2006).

4.4. Entbuschung

Die Entbuschung ist eine Renaturierungsmaßnahme, welche nicht im Gewässer selbst, sondern an dessen Ufer und in der direkten Umgebung durchgeführt wird. Dabei werden Bäume und Sträucher im Bereich des Gewässers, der Ufers und in der näheren Umgebung zurückgeschnitten oder ganz entfernt. Auf diese Weise wird eine zunehmende Verbuschung des Gebiets und Gewässers gebremst oder unterbunden und damit Raum für andere Pflanzen freigehalten. Des Weiteren können durch eine Entsorgung des Holzes Nährstoffe aus dem System des Gewässers entfernt werden. Demgegenüber steht allerdings eine mögliche Nutzung des Holzes als Material für Totholzstapel (Kuhn et al. 2006) (s.u.). An öffentlich zugänglichen Gewässern kann das Zurückschneiden von Bäumen auch der Verkehrssicherung dienen. In den meisten Fällen dient aber eine Entbuschung vor allem dem Entfernen übermäßiger Vegetation, besonders Sträucher, am Südufer der Gewässer, um damit eine Besonnung der Gewässer zu ermöglichen (Woike 1981; Pardey et al. 2005). Diese Maßnahme ist besonders bei starker Beschattung eines Gewässers sinnvoll, da dadurch das Gewässer ein attraktiver Standort für verschiedenste Tier- und Pflanzenarten wird (Woike 1981; Glandt 2006, S. 103). Eine Auslichtung des Bewuchses an Gewässern kann dabei in unterschiedlicher Intensität erfolgen, je nach Art des Bewuchses und der Zielsetzung der Auslichtung. Kleinere Arbeiten werden meistens mit Motor- oder Handsägen vorgenommen, bei starken Verbuschungen oder der kompletten Entfernung von Sträuchern bietet sich der Einsatz von Baggern an (Kuhn et al. 2006).

4.5. Verdünnung / Wasseraustausch / Wasserstandsanhhebung

Diese Maßnahmen beziehen sich auf eine Verbesserung der Wasserqualität und eine Erneuerung des Wasserkörpers. Sie bezeichnen dabei verschiedene Vorgehensweisen je nach Beschaffenheit und Gestalt des betrachteten Gewässers und der Herkunft des Wassers. Eine Verdünnung ist nur bei durchflossenen Gewässern möglich (Fröbrich und Lehmann 1995). Dabei wird über einen längeren Zeitraum frisches, unbelastetes Wasser in das Gewässer geleitet und damit das im Gewässer vorhandene, entsprechend belastete, Wasser verdünnt und gleichzeitig mit dem Wasser ein Teil der Nährstoffe aus dem Gewässer geschwemmt (Fröbrich und Lehmann 1995; Kalbe 1997). Die entsprechende Renaturierungsmaßnahme für zu- und abflusslose stehende Gewässer wird als Wasseraustausch bezeichnet. Hierbei wird das entsprechend belastete oder nährstoffreiche Wasser aus dem Gewässer gepumpt und durch geeignetes, also frisches und weniger oder nicht nährstoffbelastetes Wasser ersetzt. Beide Maßnahmen dienen der Verringerung der Nährstoffkonzentration (Fröbrich und

Lehmann 1995). Je nach Belastung des Wasserkörpers müssen die Maßnahmen in größerem oder kleinerem Umfang durchgeführt werden.

Einen Verdünnungseffekt und damit eine Verbesserung der Wasserqualität kann bei Kleingewässern auch durch eine Wasserstandsanhhebung erreicht werden. Diese Maßnahme, welche sich besonders für flachere Gewässer mit der Neigung auszutrocknen eignet (Kalbe 1997), kann sowohl bei durchflossenen als auch bei abflusslosen Gewässern angewandt werden. Bei durchflossenen wird die Anhebung des Wasserstands meist mit einem Stau erreicht (vgl. Heinze 1991). Für abflusslose Gewässer muss zur Anhebung des Wasserstands aktiv Wasser von außen zugeführt werden. Dabei kann auf der einen Seite Wasser aus externen Quellen in das Gewässer eingebracht werden, also eine Befüllung erfolgen, auf der anderen Seite können auch existierende Drainagen aus der Umgebung in das Gewässer geleitet werden (s.u.). Eine weitere Möglichkeit ist die passive Anhebung des Wasserspiegels durch die Kappung wasserabführender Drainagen aus dem Gewässer (Kuhn et al. 2006) und damit der Anhebung des Wasserspiegels durch Abflusswasser aus der Umgebung.

4.6. Drainrückführung

Viele Kleingewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten wurden in früheren Jahren durch Drainagen trockengelegt, um sie in die Ackerflächen eingliedern zu können. Eine Kappung dieser wasserabführenden Drainagen wirkt der Entwässerung entgegen und sorgt dafür, dass sich der Wasserstand in den Kleingewässern wieder erhöhen kann. Wird das ein Gewässer umgebende Land durch Drainagen entwässert, kann das durch diese Drainagen fließende Wasser in das Gewässer geleitet werden und damit zu einer Erhöhung des Wasserstandes beitragen. Darüber hinaus bleibt die umgebende Fläche dabei wirtschaftlich nutzbar, wodurch die Akzeptanz für Renaturierungen am Gewässer gefördert werden könnte. Kuhn et al. (2006) wiesen die Drainrückführung als eine von mehreren Renaturierungsmaßnahmen aus, welche sie bei der Wiederherstellung mehrerer Kleingewässer im Kreis Bad Doberan (Mecklenburg-Vorpommern) zur Anwendung brachten.

4.7. Uferneugestaltung

Das Eingreifen in die Gestalt eines Gewässers als Teil einer Renaturierung wird hauptsächlich im Bereich der Fließgewässer-Wiederherstellung vorgenommen. Bei stehenden Gewässern wird eine Umgestaltung des Ufers nur selten vollzogen, meist findet eine Gestaltung des Ufers nach vorher festgelegten Kriterien vor allem bei der Neuanlage von Kleingewässern statt. Doch auch bei bestehenden Kleingewässern kann eine Umgestaltung des Ufers in Abschnitten sinnvoll sein, wenn dieses zu eintönig, verbaut oder zerstört ist. Damit ein Stillgewässer möglichst vielen verschiedenen Tier- und Pflanzenarten Lebensraum bieten kann, sollte dessen Uferlinie langgezogen und vielgestaltig sein.

Dafür eignen sich Buchten, Halbinseln und flache Ufer sowie Flachwasserbereiche (Woike 1981). Einfache Formen der Uferneugestaltung lassen sich etwa im Zusammenhang mit einer Entschlammung und Entkrautung des Gewässers verbinden. Eine Uferneugestaltung ist ein umfassender Eingriff in das Gewässer und zieht potenziell nachteilige Auswirkungen auf die Flora und Fauna des Gewässers nach sich.

4.8. Müllentsorgung

Eine Maßnahme, welche im Zusammenhang mit Renaturierungen an Gewässern in vielen Fällen verbunden ist, selbst aber nicht als Renaturierungsmaßnahme gesehen werden kann, ist die Entfernung und Entsorgung von Müll aller Art aus dem Gewässer und dessen Umgebung. Gerade bei Gewässern in der Nähe menschlicher Siedlungsbereiche sammelt sich im Laufe der Zeit diverser Abfall an, sei es durch absichtliches Einbringen durch den Menschen oder durch Eintrag aus der Umgebung. Wird das Gewässer nicht gepflegt oder anderweitig von Menschen genutzt, womit eine Säuberung des Gewässers einhergehen könnte, verbleibt der Müll oftmals im Gewässer. Bei Renaturierungsarbeiten wird dieser dann wieder offen sichtbar und vermehrt zu Tage gefördert und dabei meistens gleich mit entsorgt. Bei oberflächlichem Müll sind damit keine Schwierigkeiten verbunden. Besonders zeit- und auch kostenaufwendig wird es allerdings, wenn der Müll im Aushub eines Gewässers ist, etwa bei Entschlammungen oder Neuanlagen von Kleingewässern. In diesem Fall muss der Müll vom Aushub aufwendig getrennt werden, damit der Aushub anderweitig genutzt werden kann und nicht extra entsorgt werden muss (Kuhn et al. 2006). Die Entsorgung von Müll fällt bei einem Großteil aller Arbeiten zur Neuanlage oder Wiederherstellung von Kleingewässern in Deutschland an (Gemeinde Ammersbek 1993).

4.9. Entkrautung

Die Entkrautung ist eine Renaturierungsmaßnahme zur Entfernung höherer Wasserpflanzen aus einem Gewässer. Dabei werden bei entsprechendem Aufwuchs Pflanzen aus den Flachwasserzonen des Gewässers entnommen, teilweise oder vollständig. Durch die Entfernung der Pflanzen werden zum einen Nährstoffe aus dem Gewässer entnommen, wenn die Pflanzen außerhalb des Gewässers entsorgt werden. Darüber hinaus wird durch die Entnahme der Pflanzen und damit einhergehend oftmals auch eines Teils des Gewässergrundes die Freiwasserfläche vergrößert, besonders in den Flachwasserbereichen (Fröbrich und Lehmann 1995). Im Extremfall wird dadurch bei sehr starkem Bewuchs erst eine offene Wasserfläche wiederhergestellt (Woike 1981). Die Entfernung höherer Wasserpflanzen geht allerdings immer mit einem Lebensraumverlust für Tiere einher, weshalb eine solche Maßnahme genau überdacht werden sollte. So sollte entweder nur ein Teil der Pflanzen ent-

fernt werden oder bei großflächigeren Entkräutungen zumindest ein Restbestand erhalten bleiben (Woike 1981; Fröbrich und Lehmann 1995; Pardey et al. 2005). Das entfernte Material sollte einige Tage am Gewässer gelagert werden, damit Tiere dieses verlassen und in das Gewässer zurückkehren können (Glandt 2006, S. 105).

4.10. Laub- / Totholzentnahme

Sind Kleingewässer dicht von Bäumen und Sträuchern umgeben und damit stark zugewachsen, erhöht sich auch der Eintrag von Laub und Totholz in das Gewässer. Handelt es sich dabei dann noch um ein abflussloses Gewässer wird das eingetragene Material durch die fehlende Strömung nicht ausgeschwemmt und auch nicht im Gewässer verteilt. Dadurch sammelt es sich immer weiter an. Es fördert damit zum einen die Verlandung des Gewässers, zum anderen werden dadurch viele Nährstoffe in das Gewässer eingebracht. Abhängig von der Menge besonders an Totholz und dessen Beschaffenheit wird darüber hinaus auch die Durchmischung des Wasserkörpers etwa durch Wind vermindert oder unterbunden, wodurch eine Verlandung weiter begünstigt wird. Die Entnahme von Falllaub und Totholz aus dem Gewässer dient damit der Entfernung von Nährstoffen und einer Reduzierung des Nährstoffeintrags in das Gewässer und gleichzeitig wird damit das Gewässer freigehalten und die offene Wasserfläche vergrößert. Besonders durch die Entfernung des organischen Materials des Laubs wirkt man damit einer Verschlammung des Gewässers und einer damit einhergehenden starken Sauerstoffzehrung im Gewässer entgegen.

4.11. Auszäunung

Diese Maßnahme ist keine Renaturierungsmaßnahme im eigentlichen Sinn, da sie nur in Kombination mit anderen Maßnahmen wirksam wird. Eine Auszäunung dient vor allem dem Schutz des wiederhergestellten Kleingewässers und der Erhaltung der an diesem Gewässer durchgeführten weiteren Renaturierungsmaßnahmen. In den meisten Fällen wird eine Auszäunung wiederhergestellter Kleingewässer vorgenommen, wenn diese auf landwirtschaftlichen Flächen liegen. Damit sollen diese vor Weidetieren, besonders Rindern, geschützt werden (Kuhn et al. 2006), die diese gerne als Tränke nutzen, durch ihren Tritt aber gerade die Uferbereiche der Gewässer stark beschädigen können. Neben Weidetieren dient eine Auszäunung auch als Schutz vor Wildtieren, wobei besonders Neupflanzungen an den Gewässern geschützt werden sollen, und vor dem Menschen. Letzteres kann besonders bei Gewässern in der Nähe von Siedlungsgebieten oder an stärker frequentierten Wegen zumindest direkt nach einer Renaturierung für einige Zeit sinnvoll sein. Die Auszäunung von Kleingewässern kann auf verschiedene Art und Weise geschehen, abhängig von den Umständen und des Zeitraums der Auszäunung. Bei längerer Auszäunung bieten sich stabile Zäune aus Holzpfehlen an,

um übermäßige Investitionen in die Erhaltung des Zaunes zu vermeiden. Auf Weiden kann es angeraten sein, Elektrozäune zu verwenden, um gerade große Weidetiere effektiv abhalten zu können (Kuhn et al. 2006). Bei dauerhafter Abgrenzung etwa zu Wegen bieten sich stabile und optisch ansprechend und in Gesamtbild passende Holzzäune an.

4.12. Totholzaufschichtung / Feldsteinhaufenschichtung

Viele Maßnahmen der Renaturierung dienen der Verbesserung der Wasserqualität (Fröbrich und Lehmann 1995) und der Gestalt des Gewässers. Erst sekundär wirken diese Maßnahmen dann auch positiv etwa auf Flora und Fauna. Die Aufschichtung von Totholzstapeln oder Feldsteinhaufen hingegen ist eine Maßnahme, welche ausschließlich auf die Verbesserung der Habitatausstattung für Reptilien und Amphibien ausgelegt ist (Frielinghaus 1998) und keinen direkten Einfluss bzw. Auswirkungen auf das Gewässer selbst hat. Sie wirkt darüber hinaus besonders in der Kombination mit anderen Renaturierungsmaßnahmen, kann aber auch alleinstehend positive Veränderungen anstoßen und herbeiführen. In vielen Fällen wird diese Maßnahme durchgeführt, wenn das Vorhandensein davon profitierender Tierarten schon im Vorfeld bekannt ist (Frielinghaus 1998), um diese Populationen auch nach einer Wiederherstellung des Gewässers weiter zu erhalten. Sie kann aber auch die Etablierung neuer Populationen initiieren. Besonders die Aufschichtung von Totholzstapeln lässt sich dabei auch ideal mit einer Entbuschung des Gewässers verbinden. Die bei der Entbuschung, je nach Intensität, anfallenden Äste und das Holz können direkt in die Stapel verbaut werden (Kuhn et al. 2006). Auf diese Weise muss kein Holz extra eingeschlagen und zum Gewässer transportiert werden und gleichzeitig entfällt die Entsorgung des am Gewässer entfernten Holzes. Die Anlage von Feldsteinhaufen spielt eine ebenso wichtige Rolle für viele mit Gewässern assoziierte Tierarten, erfordert aber in den meisten Fällen Material von außerhalb. Ideal sowie Zeit und Geld sparend ist auch hierbei die Verwendung von vor anfallenden Steinen, etwa aus dem Aushub der wiederhergestellten Gewässer (Kuhn et al. 2006).

5. Ergebnisse

5.1. Vegetationsaufnahme

Die Aufnahme der Vegetation des Biotops erfolgte an drei Terminen. Dabei wurden alle Pflanzen in der zum Biotop deklarierten Fläche aufgenommen. Insgesamt konnten im Bereich des Biotops 52 Pflanzenarten gefunden werden (Tabelle 2). Die beiden häufigsten Arten sind *Anthriscus sylvestris* (Wiesen-Kerbel) und *Urtica dioica* (Große Brennnessel). Die beiden Arten weisen eine starke räumliche Konzentration auf. So wächst *Anthriscus sylvestris* hauptsächlich im nördlichen Bereich des Biotops unter den Pappeln, während *Urtica dioica* besonders im südlichen Bereich unter den Weiden zu finden ist.

Tabelle 2: Gesamtartenliste aus den Vegetationsaufnahmen des Biotops.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname
<i>Acer campestre</i>	Berg-Ahorn
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel
<i>Arctium spec.</i>	Klette
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer
<i>Barbarea vulgaris</i>	Winterkresse
<i>Bromus hordeaceus</i>	Weiche Trespe
<i>Bromus sterilis</i>	Taube Trespe
<i>Cirsium arvense</i>	Ackerkratzdistel
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn
<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knäuelgras
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre
<i>Elymus repens</i>	Gewöhnliche Quecke
<i>Euonymus europaeus</i>	Europäisches Pfaffenhütchen
<i>Ficaria verna</i>	Scharbockskraut
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut
<i>Galium mollugo agg.</i>	Wiesen-Labkraut
<i>Geranium dissectum</i>	Schlitzblättriger Storchschnabel
<i>Geum urbanum</i>	Echter Nelkenwurz
<i>Glechoma hederacea</i>	Gewöhnlicher Gundermann
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras
<i>Holosteum umbellatum</i>	Dolden-Spurre
<i>Iris spec.</i>	Schwertlilie
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Jakobs-Greiskraut
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss
<i>Ligustrum vulgaris</i>	Gewöhnlicher Liguster
<i>Lotus pedunculatus</i>	Sumpf-Hornklee
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gewöhnlicher Gilbweiderich
<i>Persicaria amphibia mod. terrestris</i>	Wasser-Knöterich (Landform)

<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispengras
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel
<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche
<i>Quercus robur</i>	Stieleiche
<i>Ranunculus acris agg.</i>	Scharfer Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß
<i>Ribes rubrum agg.</i>	Johannisbeere
<i>Rosa canina</i>	Hunds-Rose
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide
<i>Salix viminalis</i>	Korb-Weide
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder
<i>Sonchus asper</i>	Raue Gänsedistel
<i>Sonchus oleraceus</i>	Kohl-Gänsedistel
<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere
<i>Taraxacum spec.</i>	Löwenzahn
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel
<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball
<i>Vicia sativa agg.</i>	Saat-Wicke
<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke
<i>Viola spec.</i>	Veilchen

Bei der Aufnahme am 19.06.2021 wurde ein Exemplar von *Vinca minor* (Kleines Immergrün) im südlichen Bereich des Biotops gefunden. Diese Pflanze war dort offensichtlich aus einem Garten ausgebracht worden. Die Aktivitäten zum Eingraben der Pflanze waren noch gut zu erkennen. Da die Art nicht in das Biotop gehört und nicht selbst dort hingekommen ist, wird sie in der Gesamtartenliste nicht geführt.

Der überwiegende Teil der vorkommenden Arten ist auf der Fläche in geringer Abundanz mit bis maximal 50 Exemplaren vertreten. Nur einige wenige Arten dominieren den Bestand in Bezug auf Abundanz und Bedeckung (vgl. Tabelle 5-7).

5.2. Bodenanalyse

Für die Bestimmung der Gestalt und Beschaffenheit des Bodens im Bereich des Gewässers wurden sechs 1m tiefe Bodenaufschlüsse vorgenommen. Diese wurden jeweils an den Enden sowie den Seiten des Tümpels durchgeführt. Jeweils vier Aufschlüsse wurden in direkter Nähe der Gewässerkante, zum Zeitpunkt der Durchführung der Aufschlüsse, zwei weitere jeweils auf Höhe des umgebenden Geländes an den beiden Enden des Tümpels durchgeführt (Abbildung 3). Die Aufschlüsse zeigten jeweils einen ähnlichen Aufbau gekennzeichnet durch einen stark humosen oberen Horizont, ein bis zwei etwas weniger humose Folgehorizonte und einen stark tonigen unteren Horizont. Die Bestimmung der Bodenart ergab schwere, deutlich lehmige und tonige Böden im Bereich des Tümpels (vgl. Tabelle 9). Der humusreiche oberflächennahe Horizont reicht je nach Aufnahmepunkt zwischen 5

und 20 cm tief. Daran schließen sich zwischen einem und zwei Folgehorizonte an, welche größtenteils einen leicht geringeren Humusgehalt aufweisen. Eine Ausnahme davon bilden BP2 und BP5, bei welchen der zweite Folgehorizont einen höheren Humusgehalt aufweist als der Oberbodenhorizont. Drei Horizonte in den Proben BP2 und BP4 weisen darüber hinaus besonders hohe Humusgehalte über 20% auf. Den höchsten Gehalt hat dabei der dritte Horizont von BP2 mit einem Anteil von über 28% (vgl. Tabelle 10). Der tonige dritte Horizont liegt bei den Aufschlüssen in etwa 50 – 90 cm Tiefe und bildet die Stauschicht für das Gewässer. Die Tiefe der Lage der Stauschicht ist abhängig von der Position im Biotop und nimmt kontinuierlich ab. Im Westen des Tümpels liegt sie am tiefsten und steigt dann zum Ostende des Biotops deutlich an. In Nord-Süd-Richtung ist ein geringer Unterschied zu erkennen, die Stauschicht liegt südlich des Tümpels etwa 10 cm tiefer als im nördlichen Teil. Die Bodenart der Stauschicht wurde als schwach bis stark schluffiger Ton charakterisiert.

Bei der Bestimmung des Carbonatgehalts im Boden konnte für den Großteil der Bodenhorizonte kein Kalk nachgewiesen werden. Nur für die untersten Horizonte der Aufschlüsse BP4 und BP5 war der Nachweise von Kalk positiv (vgl. Tabelle 10). Für beide Proben wurde der Carbonatgehalt nach KA5 mit c3 (carbonathaltig) eingestuft (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005, S. 169). Bei der verwendeten Methode, der Reaktion der Bodenproben auf Salzsäure im Feld, sind nur Carbonatgehalte über 5% erfassbar. Hinweise auf leichte Kalkgehalte im Boden können auch die pH-Werte liefern. Die pH-Werte der Bodenproben liegen im schwach sauren bis neutralen Bereich (Blume et al. 2010, S. 152). Die ermittelten Werte reichen von 6,03 bis 7,35 (Tabelle 3). Der mittlere pH-Wert der Oberböden liegt bei 6,38. Die beiden mittleren Horizonte weisen einen mittleren pH-Wert von 6,49 und 6,40 auf. Für die Stauschicht wurde ein mittlerer pH-Wert von 6,86 ermittelt. Die höchsten pH-Werte weisen jeweils die unteren Horizonte von BP4 und BP5 auf, welche auch als einzige einen positiven Carbonat Nachweis hatten.

Tabelle 3: pH-Werte der einzelnen Horizonte der Bodenaufschlüsse. Bei fehlenden Werten waren diese Horizonte in den Aufschlüssen nicht vorhanden.

	A	B1	B2	C
BP1	6,27	6,43	6,61	-
BP2	6,53	6,38	6,24	6,62
BP3	6,40	6,41	6,32	6,78
BP4	6,57	6,88	-	7,35
BP5	6,03	6,31	6,44	6,98
BP6	6,46	6,50	-	6,56

Die durch den Glühverlust bestimmten Humusgehalte der Bodenproben liegen im Bereich von 4 bis 28 % und sind damit stark humos bis extrem humos (KA5, Tab. 15). Der größte Teil der Proben ist dabei stark humos, die unteren tonreichen Horizonte der Stauschicht wurden nicht analysiert. Die

durch das Glühen ermittelten Humusgehalte unterscheiden sich um eine bis zwei Stufen von den durch optische Bestimmung im Feld ermittelten Humusgehalten (vgl. Tabelle 9/Tabelle 10). Eine Ausnahme hiervon ist der unterste Horizont von BP1, bei welchem der im Labor bestimmte Wert um drei Stufen höher liegt. Der Horizont der Stauschicht wurde bei der Feldaufnahme zum größten Teil als humusfrei angesprochen, bei einem Aufschluss als sehr schwach humos (vgl. Tabelle 9).

Die Humusgehalte in den Oberboden- und Folgehorizonten variieren stark zwischen den einzelnen Aufschlüssen (Abbildung 6). Eine Einstufung nach KA5 weist für die Horizonte eine Reichweite von h4 (stark humos) bis h6 (extrem humos) auf (vgl. Tabelle 9) (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005, S. 112). Der mittlere Humusanteil in den oberen Horizonten der Aufschlüsse liegt bei $14,4 \pm 7,2\%$. Für die beiden folgenden Horizonte weist der Humusgehalt einen Mittelwert von $6,9 \pm 1,3\%$ (B1) und $11,0 \pm 9,9\%$ (B2) auf. Drei Proben wurden als extrem humos (h6) charakterisiert, mit Humusgehalten über 20%, BP2-A (23,7%), BP2-B2 (28,6%) und BP4-A (24,9%) (Abbildung 6).

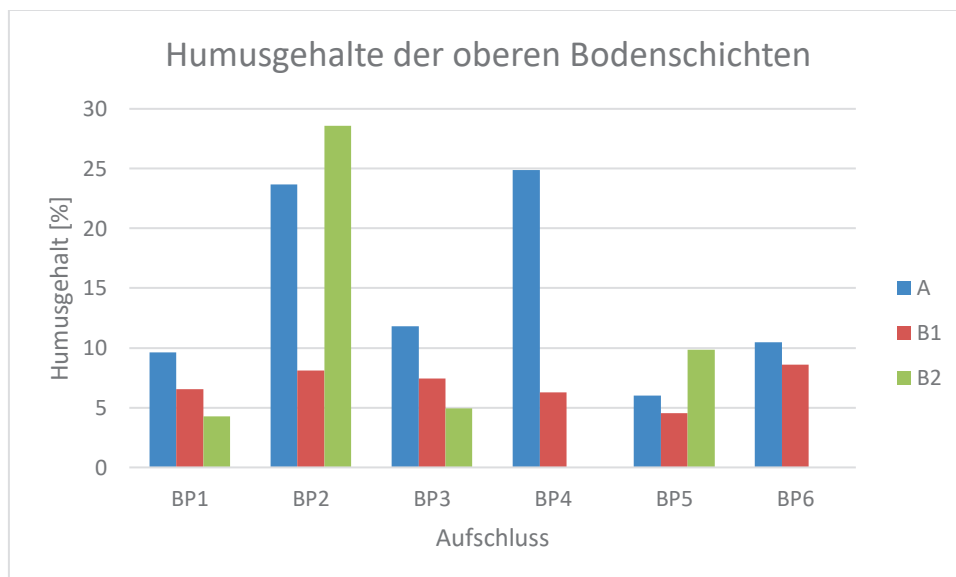


Abbildung 6: Ergebnisse der Bestimmung der Humusgehalte der oberen Bodenhorizonte.

5.3. Gewässerchemische Analyse

Die ermittelten Werte für den Nitrat- und Phosphatgehalt des Wassers im Tümpel unterschied sich teilweise deutlich zwischen den aufgenommenen Proben. Dies betraf vor allem die Werte für Nitrat. Die Ergebnisse der Analyse für die vier Probenahmen sind in Tabelle 4 dargestellt. Da die Skala der farblichen Bestimmung des Phosphatgehalts bei den Tests nur bis 1,8 mg/l reicht, konnte der genaue Gehalt an Phosphat nicht bestimmt werden. Die Intensität der Färbung deutet aber darauf hin, dass der Wert der Probe vom 16.09.2021 deutlich höher liegt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Analyse des Nitrat- und Phosphatgehalts in Wasserproben der vier Begehungen.

Datum	Nitrat [mg/l]	Phosphat [mg/l]
23.05.2021	<1	1,8
16.09.2021	15	>1,8
03.07.2021	>0,5	1,8

Da die Bestimmung der Werte anhand einer Farbskala mit festen Werten für bestimmte Farbabstufungen erfolgte, sind die angegebenen Werte nur als Richtwerte zu sehen. Die Farbintensitäten deuten besonders bei der Bestimmung der Phosphatkonzentration auf höhere Werte hin. Auch die Nitratkonzentration am 16.09.2021 liegt nach der Farbeinstufung etwas über dem Wert von 15 mg/l.

5.4. Geländeaufnahme

Das Biotop mit dem Tümpel liegt in einer Ausgleichsfläche des Bebauungsplans Nr. 68 der Stadt Bad Schwartau (Stadt Bad Schwartau 2007b). Es befindet sich dabei im Bereich der Wohnbebauung zwischen zwei Grundstücken, von welchen es im Norden und Süden begrenzt wird. Östlich des Biotops liegt der Hauptteil der genannten Ausgleichsflächen. Dahinter folgt eine private Grünfläche und daran anschließend das nächste Wohngebiet. Westlich des Biotops liegt das Wohngebiet Viertelkamp. Die nähere Umgebung des Gebiets weist Richtung Norden und Westen hauptsächlich Ackerland auf, im Süden befinden sich ein weiteres Wohn- sowie ein Waldgebiet. Nördlich des Wohngebiets Viertelkamp gibt es ein Regenrückhaltebecken (Abbildung 7), nordöstlich befindet sich eine Streuobstwiese mit einem weiteren Kleingewässer (Abbildung 7 und Abbildung 8).



Abbildung 7: Links: Regenrückhaltebecken im Norden des Untersuchungsgebietes. Rechts: Streuobstwiese nordöstlich des Untersuchungsgebietes. In der Mitte des Bildes ist der Bewuchs des Kleingewässers zu erkennen. Fotos: D. Enßlin



Abbildung 8: Veränderungen der Nutzung der Umgebung des Untersuchungsgebietes. Rechts: 2006, links: heute.

5.5. Aufnahme der Koordinaten

Durch die Erfassung der Koordinaten für die insgesamt 42 Punkte konnte die exakte Größe des Tümpels, zum Zeitpunkt der Aufnahme, und des ihn umgebenden Biotops berechnet werden. Die Wasserfläche des Tümpels hat sich entsprechend den Witterungsbedingungen im Zeitraum der Untersuchung mehrfach geändert (vgl. Kapitel 6.3), wodurch die errechnete Größe des Gewässers nur einen momentanen Vergleichswert darstellen kann. Die Größe des Tümpels beläuft sich nach der Auswertung der Koordinaten auf 220 m². Das Biotop ist etwa 1310 m² groß.

5.6. Befragung der Anwohner

Nach den zwei Wochen, in denen die Umfrage freigeschaltet war, haben sich 6 Befragte vollständig an dieser beteiligt. Damit haben 13% der für die Umfrage angeschriebenen Haushalte an dieser teilgenommen.

Die Frage, ob ihnen das Aussehen des Tümpels vor der Errichtung des Wohngebietes bekannt war, haben vier Haushalte mit nein beantwortet, nur zweien war der Tümpel schon vorher bekannt. Bei der Frage nach der Nutzung des Tümpels und seines umgebenden Gebiets wurden überwiegend Kinder als Nutzer angegeben. Drei Teilnehmer*innen gaben Kinder als Nutzer an, einer Erwachsene und bei zwei Teilnehmern wird der Tümpel privat gar nicht genutzt. Damit beziehen sich die Antworten nach der Art der Nutzung nur auf vier Teilnehmende. Am häufigsten wurde Spielen und Spaziergehen als Nutzung angegeben, beide Antworten wurden zweimal gegeben (Abbildung 9). Die Antwort Spielen wurde beides Mal in Kombination mit der Nutzung durch Kinder gegeben, Spaziergehen sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen. Jeweils einmal wurde als Nutzung Erholung, Gassigehen und zusätzlich Natur- und Vogelbeobachtung angegeben. Alle drei Antworten standen in Zusammenhang mit einer Nutzung durch Erwachsene. Bei der Frage nach der Nutzungshäufigkeit zeigt

sich eine regelmäßige Nutzung. Jeweils zweimal wurde täglich bzw. 1-2 mal die Woche als Antwort gegeben.

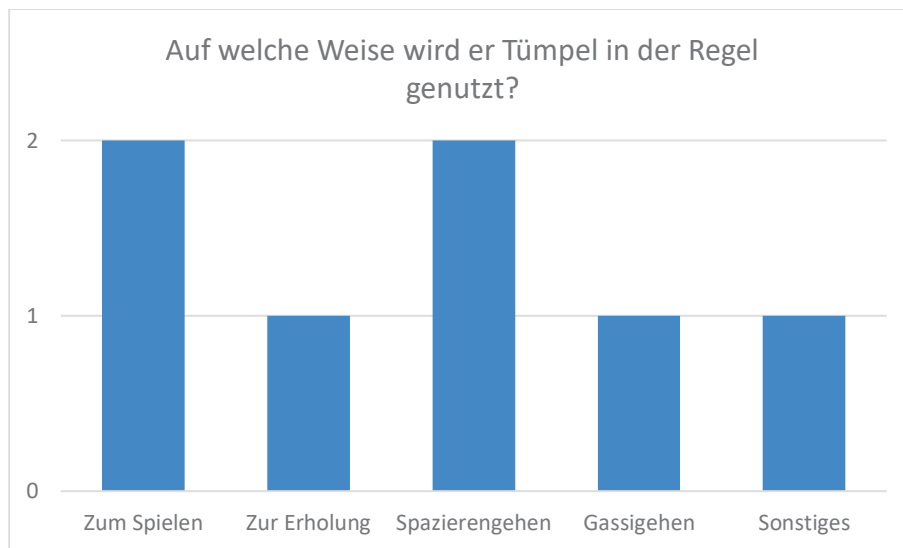


Abbildung 9: Art der privaten Nutzung des Biotops durch die Anwohner.

Der Zustand des Tümpels scheint einer Mehrheit der Befragten wichtig zu sein. Jeweils zweimal wurde der Zustand des Tümpels als sehr wichtig bzw. wichtig angegeben. Für einen Haushalt ist der Zustand des Tümpels weniger wichtig. Etwas weniger deutlich ist die Wichtigkeit der zukünftigen Entwicklung für die Befragten. Einem Haushalt ist die Entwicklung sehr wichtig, vier Haushalte geben an, dass die Entwicklung für sie wichtig ist. Einmal wird die zukünftige Entwicklung als weniger wichtig eingestuft. Die ästhetische und ökologische Wertigkeit des Tümpels wird von den Befragten unterschiedlich eingestuft. Die Frage, ob sie den Tümpel als ökologisch wertvoll einschätzen beantworten fünf Haushalte mit ja. Als ästhetisch ansprechend wird der Tümpel von keinem Befragten bewertet, nur ein Haushalt stuft den Tümpel als ästhetisch nicht ansprechend ein.

Bei der Einstufung der Auswirkungen der privaten Nutzung auf den Tümpel sind die Ansichten sehr unterschiedlich. Gefragt nach der persönlichen Einschätzung der Auswirkungen der Nutzung auf den Tümpel geben zwei Haushalte an, dass der Tümpel dadurch kaum verändert wird. Ein Haushalt sieht keine Auswirkungen der Nutzung, ein weiterer stuft die Veränderungen als weniger stark ein. Demgegenüber sehen zwei Befragte deutliche Veränderungen des Tümpels durch eine private Nutzung (Abbildung 10). Trotz der unterschiedlichen Ansichten bezüglich der Auswirkungen privater Nutzung wird die Frage nach dem Wunsch einer Veränderung einheitlich beantwortet. Vier Befragte geben an sich eine Veränderung des Tümpels und seiner direkten Umgebung zu wünschen, ein Haushalt beantwortet die Frage mit nein, ein weiterer gibt keine Antwort. Ein ähnliches Bild bietet sich bei der Frage nach der weiteren Nutzung. Vier Haushalte möchten den Bereich um den Tümpel auch in Zukunft mit ihrer Familie nutzen können, ein Haushalt hat kein Interesse an einer zukünftigen Nutzung, ein weiterer gibt keine Antwort. Als Kommentar gibt einer der Teilnehmenden an, dass er unter Nut-

zung keine Betretung des Tümpels oder der Umgebung versteht, sondern beispielsweise eine Sitzmöglichkeit für Erholung und Beobachtung.

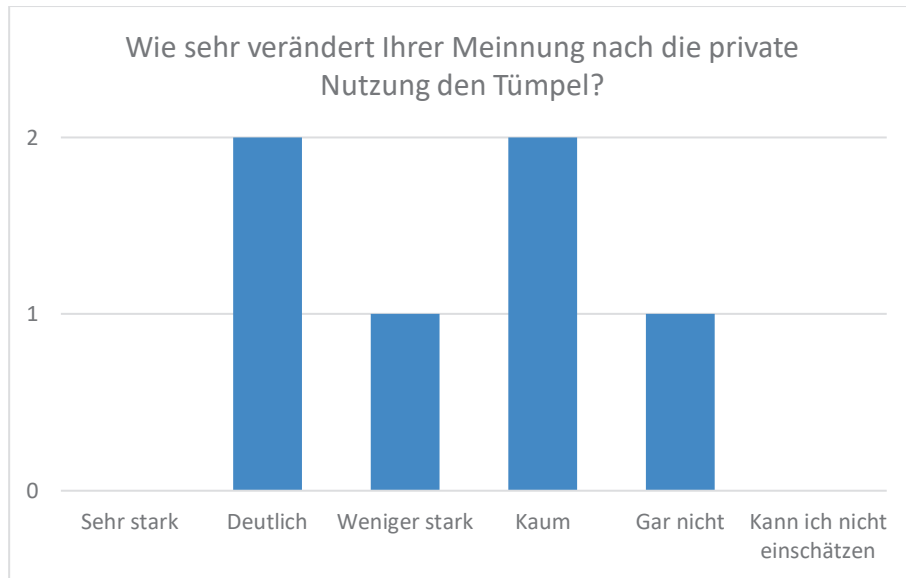


Abbildung 10: Einschätzung der Auswirkungen durch die private Nutzung.

Die abschließende Frage befasste sich mit der von den Befragten bevorzugten Variante der zukünftigen Entwicklung des Tümpels. Hier ist eine eindeutige Präferenz für weniger bis stark eingreifende Maßnahmen zu erkennen. Vier Haushalte sprechen sich für die Variante einer Kombination aus Renaturierungsmaßnahmen und weiterer zukünftiger Nutzung aus. Jeweils ein Haushalt bevorzugt eine Aufteilung der Fläche in einen zu renaturierenden Bereich und einen nutzbaren sowie eine vollständige Renaturierung des gesamten Biotops ohne Zugangsmöglichkeit (Abbildung 11). Die Varianten ohne großes Veränderungspotential, ein sich selbst Überlassen des Gewässers und die reine Erhaltung des momentanen Zustandes, finden bei den Befragten keine Zustimmung.

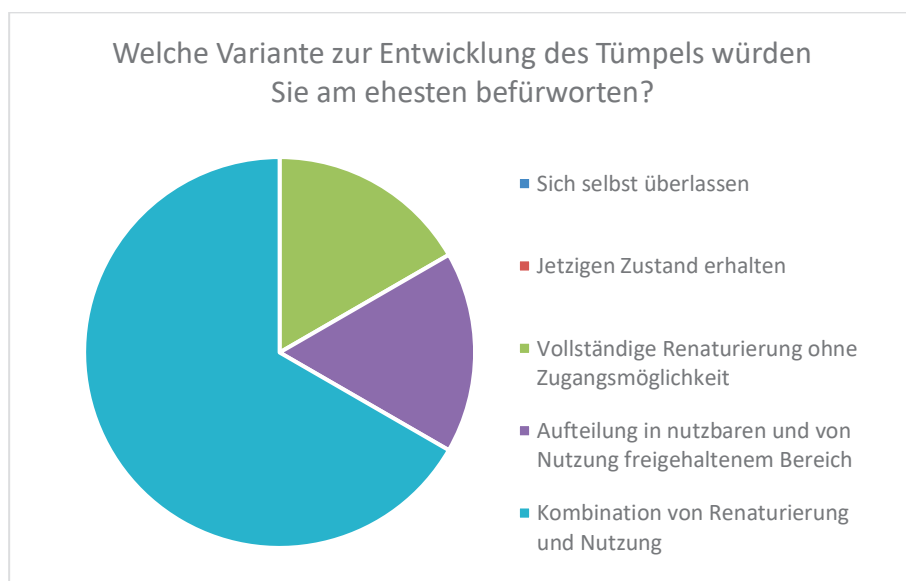


Abbildung 11: Verteilung der bevorzugten Variante der Umfrageteilnehmer.

6. Ausgangszustand des Gewässers

Der Zustand des Gewässers, bezogen etwa auf die Wasserführung, den Bewuchs oder Verschlammlung scheint sich vor allem in den letzten 20 Jahren stark verändert zu haben. Darauf deuten die Aussagen von Anwohnern*innen hin, welche nach eigener Aussage den Tümpel regelmäßig besuchen und diesen auch schon vor der Errichtung des Wohngebietes kannten. Nach Aussage mehrere Anwohner*innen hat sich vor allem die Wasserführung des Tümpels verändert und weist heute einen schwankenden Wasserstand auf, welcher sich innerhalb von wenigen Tagen bis Wochen stark ändern kann. Diese Beobachtung konnte auch im Rahmen der Aufnahmen für diese Arbeit gemacht werden. Um die Veränderungen des Zustands des Tümpels und damit auch seine Bedeutung für das Gebiet zu erfassen und vergleichen zu können, wurden drei Zeitabschnitte gewählt und jeweils eine Beschreibung des Tümpels nach Aussagen von Anwohnern und eigenen Beobachtungen durchgeführt.

6.1. Zustand des Gewässers vor dem Bau des Wohngebietes

Informationen zum Zustand des Tümpels vor der Anlage des Wohngebiets zu erhalten ist schwierig, da keine Aufzeichnungen zu dem Gebiet existieren. Aussagen über den Tümpel und das umgebende Gebiet erhält man nur durch Berichte von Menschen, die das Gebiet seit Jahrzehnten kennen. In einem Gespräch mit Herrn Lange, dem Bewohner eines nahe des Tümpels gelegenen ehemaligen Hofes, konnten einige Informationen über den Tümpel in Erfahrung gebracht werden. Herr Lange wohnt seit 1957 in dem Hof und hat seit dieser Zeit die Entwicklung des Tümpels direkt miterlebt (Lange 2021). Laut Aussage von Herr Lange hat sich der Tümpel in der Zeit zwischen dem Zuzug seiner Familie und der Anlage des Baugebiets nach 2007 (Stadt Bad Schwartau 2007a) kaum verändert. Das Gewässer existierte 1957 bereits in einer Ausdehnung, welche einen Wasserstand etwa auf der Höhe der umgebenden Flächen aufwies (Lange 2021). Damit entsprach den Wasserstand in den Jahrzehnten vor dem Bau des Wohngebietes in etwa demjenigen, welcher im Umweltbericht des Bebauungsplans angegeben wurde. Dieser soll damals eine Fläche von etwa 0,05 ha gehabt haben (Stadt Bad Schwartau 2007b). Das Gewässer wies damit in dieser Zeit einen deutlich höheren Wasserstand auf als heute. Dies war hauptsächlich auf einen konstanten Wasserzufluss aus der Umgebung zurückzuführen. Nach Aussage von Herr Lange diente der Tümpel früher als Drainage-Puffer-Teich für eine Entwässerung des umgebenden Ackerlandes. Der Tümpel hatte einen Zufluss und einen Abfluss, durch welchen das Wasser bei starken Regenfällen in einen weiteren temporären Tümpel östlich des heutigen ablief. Durch den Zufluss des Wassers aus der Drainage blieb der Wasserstand in dem Tümpel bis 2007 in etwa konstant, der Tümpel trocknete nie aus. Der dauerhafte Wasserzufluss sorgte

auch dafür, dass das Gewässer, auch wenn es im Winter gefroren war, an der Einmündung der Drainage eisfrei blieb (Lange 2021).

Die Fläche um den Tümpel gehörte bis zum Bau des Wohngebiets zum Hof der Familie Lange. Es handelte sich dabei um Grünlandflächen, welche zu Beginn von Schafen beweidet wurden. Diese Nutzung wurde später aufgegeben, wodurch sich das Gebiet um den Tümpel deutlich veränderte. Dass die Grünlandflächen umgebende Gelände wurde ackerbaulich genutzt (Abbildung 8). Nach Aussage von Herrn Lange waren die heute einen Großteil der Biotopfläche einnehmenden Weiden in den ersten Jahren noch nicht vorhanden. Diese kamen erst mit der Einstellung der Beweidung auf. Die Pappeln, welche heute am Tümpel stehen wurden etwa Ende der 1950er Jahre von der Familie Lange gepflanzt (Lange 2021).

6.2. Entwicklung nach der Anlage des Wohngebietes

Eine Veränderung des Gewässers und vor allem des Wasserkörpers trat nach Aussage von Herrn Lange (2021) mit dem Bau des Wohngebietes auf. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Drainage des umgebenden Gebiets noch intakt und speiste den Tümpel. Beim Bau der Wohnhäuser und der damit einhergehenden Anlage der Keller wurde die Drainageleitung allerdings gekappt und damit der stetige Zufluss von Wasser in den Tümpel unterbrochen. Durch das Fehlen des Wassernachschubs verliert der Tümpel seit der Anlage des Wohngebietes zunehmend Wasser. Über die 13 Jahre, die das Wohngebiet bereits existiert, ist der Tümpel immer weiter zugewachsen und der Wasserstand zurückgegangen. Am Tümpel selbst wurden in dieser Zeit, genauso wie in den Jahrzehnten zuvor aber keine Eingriffe oder anderweitige Maßnahmen durchgeführt (Lange 2021).

Laut Herrn Lange wurde die Drainage, welche den Tümpel früher mit Wasser versorgte, bei Anlage des Wohngebietes zwar unterbrochen, jedoch nicht entfernt. Ein Großteil der Drainage müsste nach seinen Ausführungen noch vorhanden sein und auch der kontinuierliche Wassernachschub durch die Drainage soll noch gewährleistet sein. Aufgrund der gekappten Leitung kommt das Wasser allerdings nicht mehr im Tümpel an. Bei starken Regenfällen tritt dafür das Wasser vorher auf einem der Grundstücke zutage (Lange 2021).

Bei der Aufstellung des Bebauungsplans 2007 wurde der Tümpel noch mit einer Wasserfläche von 500 m² angegeben (Stadt Bad Schwartau 2007b). Dies deckt sich auch mit den Angaben der Anwohner, welche das Gewässer schon vorher kannten (Lange 2021). Ab diesem Zeitpunkt ist der Wasserstand des Tümpels mit den Jahren immer weiter zurückgegangen. Mehrere Anwohner berichteten, dass der Tümpel noch vor einigen Jahren teilweise deutlich mehr Wasser geführt hat. Darüber hinaus wurde berichtet, dass der Wasserstand in der ersten Hälfte des Jahres höher liegt und auch in diesem

Jahr höher lag als zum Zeitpunkt der Begehungen. Im Spätsommer und Herbst soll der Tümpel in den letzten Jahren auch komplett trocken gefallen sein. Diese Entwicklung des Wasserstandes des Tümpels dürfte auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein. Einer davon ist die Unterbrechung der Wasserzufuhr durch die Kappung der Drainage. Ein weiterer wird die klimatische Entwicklung in Deutschland in den letzten Jahren sein. Die Jahre 2018-2020 waren nach Messungen des Deutschen Wetterdienstes die wärmsten und trockensten seit Beginn der Aufzeichnungen. Dabei entstand über die drei Jahre ein Niederschlagsdefizit, welches auch in den niederschlagsreicheren Monaten nicht ausgeglichen werden konnte (Meinert et al. 2019; Deutscher Wetterdienst (DWD) 14.10.2020). Durch den fehlenden Niederschlag und die durch die hohen Temperaturen gesteigerte Verdunstung hat der Tümpel in den Jahren 2018 bis 2020 vermutlich deutlich an Wasser verloren und konnte nicht wieder auf das vorherige Niveau aufgefüllt werden. Mit in diese Problematik greift auch ein weiterer Faktor, die Vegetation. Durch die unterlassene Pflege im Bereich des Gewässers haben sich die Weiden stark ausgebreitet. Zusammen mit den Pappeln haben sie einen hohen Wasserbedarf (Zacios und Zimmermann 2016, S. 25), welcher in den heißen Monaten der Jahre 2018 und 2019 besonders hoch gewesen sein dürfte.

6.3. Zustand des Gewässers zu Beginn der Untersuchungen

Das Gewässer liegt auf einer flachen, weitläufigen Kuppe über dem Umland. Es ist eingegliedert in ein Einzelhausgebiet und grenzt auf einer Seite an eine verkehrsberuhigte Straße, an den Seiten an die angrenzende Wohnbebauung und geht über in die das Wohngebiet umgebenden Ausgleichsflächen. Das Gewässer ist flach, mit einer maximalen Wassertiefe von 30 bis 50 cm (Stand: 23.05.2021) und geprägt von einer starken Schlammschicht, welche durch große Mengen einfallenden Laubes hervorgerufen wird. An der Nordseite des Gewässers stehen 14 Schwarz-Pappeln (*Populus nigra*) mit einem BHD von 70-100 cm. An der Süd- und Ostseite des Gewässers wachsen Korb-Weiden (*Salix viminalis*), welche ein ausgedehntes Gebüsch von etwa 700 m² bilden. Ein kleiner Teil des Weidengebüschs am Westende des Tümpels wird von Grau-Weiden (*Salix cinerea*) gebildet. Das Gewässer selbst hat eine Wasserfläche von 220 m² (Stand: 23.05.2021). Im Untersuchungszeitraum hat sich der Wasserkörper des Gewässers stark verändert (Abbildung 12). Durch die hohen Temperaturen und geringen Niederschläge ist der Wasserstand im Gewässer zwischen der ersten und zweiten Aufnahme deutlich gefallen. Bei der zweiten Aufnahme am 19.06.2021 war die Wasserfläche auf etwa die Hälfte der Fläche der ersten Aufnahme zurückgegangen. Die Wassertiefe war ebenfalls stark zurückgegangen und lag nur noch bei maximal 20 cm. Zwei Wochen später, am 03.07.2021, lag der Wasserstand aufgrund ausgiebiger Niederschläge der vorangegangenen Tage wieder auf dem Niveau der ersten Aufnahme

(23.05.2021). Am 05.08.2021 war der Tümpel trockengefallen, nur vereinzelte kleinste Wasserlachen waren noch vorhanden. Im Schlamm des Tümpelbodens stand das Wasser noch bis zur Oberfläche.



Abbildung 12: Wasserstände des Tümpels v. l. n. r. 23.05.21, 19.06.21, 03.07.21, 05.08.21. Fotos: D. Enßlin

Die Vegetation des Biotops ist vielschichtig, wird aber von einigen wenigen Arten dominiert. Die Baumschicht besteht ausschließlich aus den gepflanzten Schwarz-Pappeln, die Strauchschicht aus Korb- und Grauweiden, sowie Schwarzem Holunder (*Sambucus nigra*) und Hundsrosen (*Rosa canina*), wobei die Korb-Weiden dominant sind. In der Krautschicht dominieren Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Große Brennnessel (*Urtica dioica*), wobei ein deutlicher Unterschied zwischen der Krautschicht unter den Weiden im südlichen Teil des Biotops und der im nördlichen Teil unter den Pappeln erkennbar ist. Im Tümpel selbst haben sich in zwei Bereichen starke Bestände von Schwertlilien (*Iris spec.*) ausgebildet (Abbildung 13).

Das Gewässer und das umgebende Biotop ist eingebettet in die Ausgleichsfläche des Baugebiets. Es handelt sich dabei um eine Wiesenfläche, welche einmal im Jahr im Spätsommer gemäht wird. Sowohl die Ausgleichsfläche als auch das Biotop werden von den Anwohnern in geringem Maße freizeitlich genutzt, etwa für Spaziergänge und als Spielort. Im Bereich des Tümpels lässt sich diese Nutzung in unterschiedlicher Ausprägung erkennen, etwa durch Trittwege und eine selbstgebaute Spielhütte (Abbildung 13). Zusätzlicher Einfluss auf das Gewässer kann auch aus der Entwässerung der angrenzenden Straße kommen, welche direkt in den Tümpel mündet.



Abbildung 13: Links: Selbstgebaute Spielhütte im Bereich des Gewässers. Rechts: Starke Bestände von *Iris spec.* im Gewässer (Mitte des Bildes). Fotos: D. Enßlin

7. Szenarien zur weiteren Entwicklung der Fläche

Die im Folgenden beschriebenen Varianten beinhalten unterschiedliche Ansätze und Zielsetzungen und greifen zum Erreichen dieser auf verschiedene Renaturierungsmaßnahmen zurück. Für alle fünf Varianten sind grundsätzlich aber sowohl eine Auszäunung des Biotops, sofern durch äußere Gegebenheiten erforderlich, als auch eine Entfernung von Müll unabhängig der anderen Maßnahmen angeraten. Durch die Müllentfernung wird der optische Eindruck des Gewässers verbessert und mögliche negative Auswirkungen auf Fauna und Flora unterbunden.

7.1. Variante 1 - Überlassen des Gewässers seiner natürlichen Entwicklung

Die einfachste Vorgehensweise wäre das Überlassen des Gewässers und des direkten Umfelds seiner natürlichen Entwicklung und ein vollständiger Verzicht auf eingreifende und erhaltende Maßnahmen. In diesem Fall würde nur der menschliche Einfluss aus der Umgebung zu Veränderungen am Gewässer beitragen und die natürliche Entwicklung beeinflussen und in gewissem Maße stören. Diese Vorgehensweise, welche auch die günstigste Variante sein dürfte, wird in vielen Fällen auch im Bereich der Renaturierung angewandt, wobei es bei Gewässern selten mit dieser Zielsetzung verbunden werden kann (Zerbe 2019b, 44f.). Eine vollständige natürliche Entwicklung des Gewässers kann unter den gegebenen Umständen, der Lage des Gewässers und der zumindest geringfügigen Nutzung durch Anwohner nicht eintreten. Dennoch würde sich der Tümpel entsprechend den Gegebenheiten vor Ort in einer Weise entwickeln, welche auch für zu- und abflusslose flache Kleingewässer in anderem naturräumlichem Kontext zu erwarten wäre. Eine solche Maßnahme wäre dem aus Nationalparks bekannten Prinzip des Prozessschutzes angelehnt, welcher im Allgemeinen aber hauptsächlich für Waldflächen angewandt wird (Zerbe 2019b, S. 45; Hupke 2020). Darüber hinaus wird dieses Konzept vornehmlich in Gebieten und auf Flächen ohne direkten und indirekten menschlichen Einfluss angewandt, da sich die Natur vom Grundsatz her nach natürlichen Maßstäben entwickeln soll,

Scherzinger (1997) nannte das Prinzip dahinter „Nichts-Tun“. Im Fall des hier betrachteten Gewässers würde sich die „natürliche“ Entwicklung des Gewässers auf die unter den gegebenen Umständen und Einflüssen naturnahe Entwicklung beschränken, da eine natürliche Entwicklung für die Fläche kaum angenommen werden kann. Dabei spielt auch die Entwicklung des Umlandes des Gewässers eine Rolle, da durch die Bebauung und die damit einhergehenden Veränderungen die Entwicklung des Gewässers bis zu diesem Zeitpunkt grundlegend verändert wurde.

Die Umsetzung dieser Variante erfordert keinen Eingriff in das Gewässer oder das umgebende Biotop. Allerdings könnten Maßnahmen der Sanierung in der umgebenden Ausgleichsfläche durchgeführt werden, etwa eine Beweidung der Wiesenflächen. Eine große Veränderung oder ein stärkerer Einfluss auf das Biotop ist von einer solchen Maßnahme nicht zu erwarten, da die Flächen ohnehin schon nicht aktiv genutzt und nur im jährlichen Rhythmus einer Pflegemahd unterzogen werden. Eventuell kann durch eine Beweidung aber der Nährstoffeintrag in den Tümpel durch die Ausscheidungen der Tiere leicht ansteigen. In diesem Fall wäre die einzige Maßnahme, die bei dieser Variante durchgeführt werden sollte, eine Auszäunung des Biotops, um die Weidetiere von diesem fernzuhalten, falls dies gewünscht ist. Des Weiteren kann eine Abzäunung des Biotops zur Straße und möglicherweise zu Trampelpfaden im östlichen Bereich der Ausgleichsfläche den Einfluss des Menschen auf das Biotop verringern. Dabei spielt auch der bleibende Status der gesamten Fläche als Ausgleichsfläche eine Rolle. Neben einer möglichen Auszäunung des Biotops ist eine weitere der in Kapitel 0 genannten Maßnahmen auch bei dieser Variante sinnvoll, die Müllentsorgung. Bei den folgenden Varianten kann die Müllentsorgung zusammen mit anderen Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Aufgrund der geringen Größe des Biotops und wenig Begehungsaktivitäten aus der Bevölkerung wird die Entfernung von Müll aus dem Gewässer nur mit geringem Aufwand und Kosten verbunden sein.

Obwohl bei dieser Variante keine Eingriffe in dem Biotop und Gewässer vorgenommen werden, wird sich der Zustand des Tümpels mit der Zeit verändern. Da keine erhaltenden oder pflegenden Maßnahmen vorgesehen sind, wird der natürlichen Entwicklung nicht entgegengewirkt. Dadurch wird sich der Tümpel weiter in die Richtung entwickeln, die durch verschiedene Prozesse seit Anlage des Wohngebietes eingeschlagen wurde. Es ist davon auszugehen, dass der Tümpel weiter verlandet, vor allem durch starken Eintrag von Falllaub, und der Wasserstand langfristig noch weiter abnehmen wird. Die Weiden werden sich vor allem am äußeren Rand des Biotops weiter ausbreiten, sollten sie nicht zum Erhalt der umgebenden Wiese zurückgedrängt werden.

7.2. Variante 2 - Erhaltung des momentanen Zustandes

Eine Weiterentwicklung der „sich-selbst-Überlassen“ Variante ist die Beibehaltung und Erhaltung des momentanen Zustandes des Tümpels und seines Umfelds. Dabei würde auf umfangreichere ändernde Eingriffe im Gewässer verzichtet und ausschließlich pflegende Maßnahmen vorgenommen. Für diese Variante muss zuerst der momentane Zustand als Ausgangszustand des Gewässers definiert werden. Dieser Status Quo ist dann für die Zukunft zu erhalten. Er bestimmt auch welche Pflegemaßnahmen in welchen Abständen und in welchem Umfang zu erfolgen haben, da er einen Vergleichswert darstellt. Als möglicher Ausgangszustand des Tümpels könnte der Zustand zum Zeitpunkt dieser Untersuchung herangezogen werden. Diesen Zustand zu halten, würde einen gewissen Grad an Pflege und gelegentlichen Eingriffen in das Gewässer mit sich bringen, abhängig von der Entwicklung des Gewässers und den Gegebenheiten vor Ort. Da der Tümpel sehr flach ist und durch die umgebenden Bäume und Sträucher ein starker Laubeintrag vorliegt besteht die Gefahr einer Verschlammung und im weiteren Verlauf einer Verlandung des Gewässers. Da das Gewässer keinen Zufluss hat und ausschließlich über Regenwasser gespeist wird, neigt es dazu in den Sommermonaten trocken zu fallen. Inwieweit diesen Entwicklungen entgegengewirkt werden sollte, muss durch ein Monitoring des Gewässers im Vorfeld geprüft werden. Die weitere Entwicklung der Verlandung des Gewässers muss über einige Jahre beobachtet werden, um eine Einschätzung über die Notwendigkeit entgegenwirkender Maßnahmen sowie deren Intensität und zeitliche Abfolge treffen zu können. Des Weiteren muss die Entwicklung des Wasserstandes im Jahresverlauf erfasst werden. Sollte der Tümpel regelmäßig im Sommer trocken fallen, ist eine künstliche Erhöhung des Wasserstandes nicht sinnvoll und würde der Erhaltung des Status Quo in gewisser Weise zuwiderlaufen. Ein Trockenfallen des Tümpels im Sommer über einen längeren Zeitraum könnte darüber hinaus einen positiven Effekt auf die Verschlammung haben und damit pflegende Maßnahmen in diesem Zusammenhang überflüssig machen. Als pflegende Maßnahmen zur Erhaltung des momentanen Zustandes wären regelmäßige Rückschnitte der Weidengebüsche sowie das gelegentliche teilweise Entfernen von eingetragenen organischem Material, hauptsächlich Totholz, und dem krautigen Aufwuchs im Gewässer denkbar. Diese Pflegemaßnahmen müssten vermutlich nur alle paar Jahre durchgeführt werden.

Für die Umsetzung dieser Variante werden keine Renaturierungsmaßnahmen zur Änderung der Gewässergestalt oder der Wasserqualität durchgeführt. Es werden lediglich kleinere Eingriffe als Pflegemaßnahmen zur Erhaltung eines vorher definierten Zustands durchgeführt. Die Intensität und der Umfang der Maßnahmen sowie die Abstände, in denen sie durchgeführt werden, werden dafür vorher bestimmt. Die Abstände können dabei viele Jahre betragen, je nachdem wie umfangreich die Maßnahmen ausfallen. Die wichtigste und umfangreichste Pflegemaßnahme ist bei dieser Variante

die Entbuschung. Da die Ausbreitung der Weiden mit den Jahren weiter zunehmen wird, müssen diese in größeren Abständen zurückgeschnitten werden. Dabei wird es zum Erhalt des Gesamtbildes ausreichend sein, Auswüchse in den Randbereichen des Weidengebüschs zu entfernen. Als weitere Pflegemaßnahme könnte eine geringfügige Entschlammung des Tümpels in Frage kommen. Dabei würden in großen zeitlichen Abständen die obersten Zentimeter der Schlammschicht des Tümpels entfernt. Beide Pflegemaßnahmen würden nicht direkt umgesetzt, sondern erst nach einem mehrjährigen Monitoring, bei welchem die Veränderungen des Gewässers im Laufe der Zeit dokumentiert werden. Dies wäre Voraussetzung, um die Abstände und den jeweiligen Eingriffsumfang der Maßnahmen bestimmen zu können.

7.3. Variante 3 - Aufteilung der Fläche in nutzbaren und von Nutzung freigehaltenen Bereich

Durch die momentane Nutzung des Gewässers durch die Anwohner stellt sich die Frage nach einer nur teilweisen Wiederherstellung bzw. Veränderung des Gewässers und einer nachhaltigen weiteren Nutzung in der bisher vorherrschenden Form. Eine Möglichkeit wäre dabei eine räumliche Teilung des Gewässers und des direkten Umfeldes in eine öffentlich „nutzbare“ und eine „geschützte“ Hälfte. Dies würde die Zugänglichkeit des Gewässers für die Anwohner*innen zumindest in Teilen ermöglichen und gleichzeitig eine Wiederherstellung der Restfläche unter den Aspekten des Naturschutzes und der Landschaftsplanung mit Bezug auf die Inhalte des Bebauungsplans sicherstellen. Die Frage hierbei ist, inwiefern das Gewässer geteilt werden kann und welche Gewichtung der öffentlich nutzbare bzw. zugängliche Teil im Vergleich zum wiederherzustellenden haben sollte. Dabei spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Die Art und der Umfang der bisherigen Nutzung der Fläche durch die Anwohner bestimmt in erster Linie den potenziellen Platzbedarf einer zukünftigen Nutzung und gibt damit vor, inwieweit diese Fläche reduziert werden kann, bevor sie keinen Nutzen mehr erfüllen kann und damit überflüssig wird. Auf der anderen Seite bestimmen die Maßnahmen einer Wiederherstellung den erforderlichen Raum für eine effektive Umsetzung. Aufgrund der Kosten von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern sollte eine Betrachtung der Nachhaltigkeit der Maßnahmen erfolgen.

Ein großes Problem dieser Art der Herangehensweise an die Problematik ist die strikte Trennung der beiden Nutzungen des Gewässers in direkter Nachbarschaft. Da sie sich beide auf das gleiche Gewässer beziehen und sich auch auf relativ kleinräumiger Fläche abspielen würden, ist die Beeinflussung der einen Nutzung auf die jeweils andere als relativ hoch einzuschätzen. Über den Wasserkörper, oder im Falle einer Austrocknung das Gewässerbett, besteht eine direkte Verbindung und damit ein Austausch all dessen, was auf der genutzten Seite in das Gewässer eingebracht werden würde. Diese

Überlegung ist besonders im Hinblick auf mögliche Stoffeinträge und die potenzielle Ausbreitung von Wasserlebewesen relevant. Da die Wasserkörper beider Bereiche zusammenhängen, wirken sich Einträge auf der nutzbaren Seite auch auf die zu schützende aus, wodurch nur ein bedingter Schutzeffekt für Flora und Fauna eintreten kann. Dies tritt hierbei noch stärker zu Tage als es durch die Lage des Gewässers in direkter Nachbarschaft des Wohngebietes ohnehin schon ist.

Hinzu kommt die Notwendigkeit einer sichtbaren Abgrenzung der wiederherzustellenden, und im weiteren Verlauf zu schützenden und zu pflegenden, Fläche von der öffentlich nutzbaren. Da eine rein vegetationstechnisch optische Abgrenzung, etwa durch die Art der Renaturierungsmaßnahmen oder die Gestaltung der nutzbaren Fläche, keinen sicheren Schutz der wiederherzustellenden Fläche vor direkter Beeinflussung durch verschiedene Arten der Nutzung bieten würde, müsste eine physische Barriere, etwa in Form eines Zaunes, die beiden Bereiche voneinander trennen. Nur auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Nutzung auf den ihr zugewiesenen Bereich beschränkt bleiben wird. Ein Zaun stellt allerdings eine optische Beeinträchtigung des Gewässerbildes dar und könnte als ungünstige Beeinflussung der Fläche angesehen werden.

Eine Einschätzung des Flächenbedarfs für die private Nutzung durch die Anwohner kann anhand der Beobachtungen vor Ort und der Auswertung der Umfrage zum Nutzungsverhalten getroffen werden. Dabei hat sich gezeigt, dass das Biotop hauptsächlich von Kindern aus der Nachbarschaft als Ort des Spielens genutzt wird. Die Intensität dieser Nutzung dürfte dabei eher gering sein, da keine erkennbaren größeren Spuren, wie etwa Laufpfade oder freigehaltene Flächen, innerhalb der Biotopfläche zu erkennen waren. Darüber hinaus dürfte besonders im Sommer der starke Bewuchs der Fläche um den Tümpel die Eignung als Spielfläche deutlich schmälern. Eine intensive Bespielung der Fläche konnte während der Aufnahmen vor Ort nicht erkannt werden. Eine Nutzung des Biotops durch Erwachsene konnte durch eigene Beobachtung nicht belegt werden. Die Auswertung der Umfrage ergab, dass das Biotop in unregelmäßigen Abständen bei Spaziergängen betreten wird und als Ort zur Beobachtung von Tieren Verwendung findet.

Die Art und Intensität der Nutzung des Biotops durch die Anwohner erfordert keinen vollständigen Zugang zum gesamten Biotop. Für die Erwachsenen ist nach der Auswertung der Umfrage die Möglichkeit das Biotop betreten zu können nicht zwangsweise vonnöten. Für die Kinder scheint zumindest eine Zugänglichkeit zu Teilen des Tümpels gewünscht zu sein, da das Gewässer und die dort wachsenden Pflanzen eine interessante Abwechslung zur umgebenden Fläche bieten. Eine Begehrbarkeit der vollständigen Biotopfläche ist dabei aber ebenfalls nicht zwingend notwendig, da auch ein Teil der Fläche die gewünschte Funktion bereitstellen kann.

Der Grundgedanke dieser Variante sieht eine räumliche Teilung bzw. Trennung des Biotops in zwei unterschiedlich genutzte Bereiche vor. Eine einfache Möglichkeit dies zu realisieren wäre die Auftei-

lung in zwei gleich große Bereiche, wobei der der Straße zugewandte Bereich weiterhin zugänglich bleiben würde, während der der Ausgleichsfläche zugewandte Bereich ausgezäunt würde, um eine direkte Beeinflussung nach Durchführung von Wiederherstellungsmaßnahmen zu unterbinden. Die Aufteilung des Biotops kann dabei in Längs- oder Querrichtung zum Tümpel erfolgen. Wird das Biotop in Querrichtung geteilt entstehen dabei zwei Hälften, welche von ihrer Ausstattung ähnlich sind. In beiden Bereichen befänden sich im südlich Teil Weiden und im nördlichen Teil freie Fläche unter den Pappeln. Aufgrund des momentanen Ausmaßes des Weidenbewuchses stünde in einem solchen Fall den Anwohnern nur etwa die Hälfte der „nutzbaren“ Fläche auch tatsächlich zur Nutzung zur Verfügung. Damit entspräche es auch den momentanen Gegebenheiten. Im östlichen Teil der Fläche könnten verschiedene Renaturierungsmaßnahmen an den Büschen, dem Ufer und dem Wasserkörper zum Einsatz kommen. Wird alternativ das Biotop in Längsrichtung geteilt, entstehen dabei zwei unterschiedlich gestaltete Bereiche für die Nutzung durch die Bevölkerung und für die Renaturierung. Der nördliche Teil der Fläche bestände zum größten Teil aus dem freien Bereich untern den Pappeln, während der südliche Teil vollständig von den Weiden bewachsen wäre. In diesem Fall würde es sich anbieten, den nördlichen Teil für die Anwohner zugänglich zu halten, da dieser Bereich des Biotops zum jetzigen Zeitpunkt, aufgrund seiner Offenheit und Zugänglichkeit, hauptsächlich für Aktivitäten im Bereich des Gewässers genutzt wird. Die Fläche, die den Anwohnern am Tümpel zur Verfügung stehen würde, würde daher nur marginal eingeschränkt. Im südlichen Bereich des Biotops würden vor allem Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Weidenbewuchs zum Einsatz kommen. Eine weitere Möglichkeit wäre die ungleiche Aufteilung der Fläche zugunsten des zu schützenden Bereichs. Dabei könnte das Biotop im Verhältnis 2:1 aufgeteilt werden. Dies hätte den Vorteil, dass der Bereich, welcher durch Maßnahmen wiederhergestellt werden würde, mehr Raum für die Umsetzung dieser Maßnahmen bereitstellen könnte. Aufgrund der geringen Nutzungsintensität des Biotops und des Gewässers durch die Anwohner könnte auch die dadurch noch nutzbare kleine Restfläche ausreichen. Allerdings fällt bei einer solchen Aufteilung aufgrund der geringen Gesamtgröße des Tümpels die Größe dieses Restbereiches sehr klein aus. Entsprechend wenig attraktiv könnte damit auch dieser noch nutzbare Bereich sein. In einem solchen Fall würde sich die Trennung der Fläche nicht lohnen, da eine der beiden Varianten (siehe Kapitel 7.5 und 7.4) sinnvoller angebracht wäre.

Bei der Umsetzung der Variante 3 könnten verschiedene aus Kapitel 0 beschriebene Renaturierungsmaßnahmen zum Einsatz kommen, in leicht abgewandelter Form sowohl im geschützten als auch im öffentlich zugänglichen Bereich des Biotops. Die wohl offensichtlichste und vor allem notwendige Maßnahme ist die Auszäunung des zu schützenden Teils des Biotops. Dies wird in diesem Fall erforderlich sein, um die strikte Trennung, welche bei dieser Variante erreicht werden soll, zu

gewährleisten. Ein reiner Hinweis auf den Schutz dieses Teils des Gewässers, etwa in Form eines Betretungsverbots würde vermutlich nicht den gleichen Effekt erzielen. Des Weiteren wird eine Auszäunung sinnvoll sein, sollte die umgebende Ausgleichsfläche von einer Pflegemahd zu einer Pflege durch Beweidung umgestellt werden. Die Auszäunung selbst kann leicht und möglichst wenig einschneidend gehalten werden. Ein massiver Zaun wird weder zum Abhalten der Weidetiere erforderlich sein, es werden vermutlich Schafe zum Einsatz kommen, noch ist es bei der geringen Betretungsaktivität der Anwohner notwendig.

Als weitere Renaturierungsmaßnahme, besonders im zu schützenden Bereich, ist die Entbuschung zu nennen. Die Weiden im Bereich des Tümpels haben sich in den letzten Jahren stark ausgebreitet und bedecken mittlerweile einen Großteil des Biotops. Sie sollten vor allem im Randbereich des Biotops und im Bereich des Tümpels selbst zurückgeschnitten werden. Wird das Biotop quergeteilt sollten die Weiden im westlichen Teil nur leicht zurückgeschnitten werden. Eine stärkere Entbuschung im zugänglichen Teil des Biotops könnte die Begehungsaktivitäten in diesem Bereich erhöhen und damit möglichen positiven Auswirkungen auf das Gewässer, welche durch die erhöhte Besonnung auftreten, entgegenwirken. Im östlichen Teil des Biotops können die Weiden, besonders auf der Seite des Tümpels, stärker zurückgeschnitten werden. Direkt am Gewässer sollten sie so weit zurückgenommen werden, dass der Tümpel tagsüber wieder ausreichend besonnt wird. Zur umgebenden Wiese können die Weiden insgesamt deutlich zurückgenommen werden. Damit wird der zunehmenden Verbuschung der Ausgleichsfläche entgegengewirkt und der Abstand zum ersten Pflegeschnitt erhöht. Wird das Biotop längs geteilt sollten die Weiden auf der gesamten Länge des Tümpels stark zurückgeschnitten werden. Da diese Seite des Tümpels in dem Fall nicht betreten werden kann, sollte die Herstellung einer Besonnung des Tümpels hier Vorrang haben. Zur umgebenden Wiese gilt der gleiche Vorsatz wie bei einer Querteilung des Biotops.

Neben der Entbuschung sollte Totholz und Falllaub aus dem Tümpel entnommen werden. Durch diese Maßnahme wird die Wasserfläche wieder offener, was sich in Zusammenhang mit einer verbesserten Besonnung und Zugänglichkeit für Wind, ausgelöst durch die Entbuschung, positiv auf die Gewässerqualität und Biodiversität auswirken kann. Die Entfernung des toten Materials reduziert darüber hinaus die Nährstofffracht des Gewässers und wirkt einer Verschlammung entgegen. Einzelne größere Äste können als Strukturelemente im Gewässer belassen werden.

Zusätzlich zur Entnahme von organischem Material sollte eine oberflächliche Entschlammung des Tümpels durchgeführt werden. Bei dieser sollten zumindest die oberen 10 cm entnommen werden. Dabei handelt es sich nach Beobachtungen vor Ort zum Großteil um un- bis teilzersetztes Laub der Weiden und Pappeln. In dem Bereich des Tümpels, welcher geschützt werden soll, würde sich eine größere Entschlammungstiefe anbieten, um einen größeren Wasserkörper und damit mehr Lebens-

raum zu erhalten. Besonders bei einer Querteilung des Tümpels wäre dies angebracht, da im östlichen Teil des Tümpels die Wassertiefe gering ist. Der entnommene Schlamm, genauso wie das Totholz und Laub, kann im Biotop und dessen direkten Umfeld nicht ausgebracht werden und muss anderweitig entsorgt werden. Dies gilt in gleichem Maße für alle Varianten, bei denen Material anfällt. Durch die Entschlammung wird der Wasserkörper des Tümpels vergrößert. Darüber hinaus sollte der Wasserspiegel des Tümpels auch durch zusätzliche Wassereinleitung angehoben werden. Die Wassertiefe des Tümpels liegt je nach Witterung der letzten vergangenen Tage und Wochen zwischen Null und 50 cm an der tiefsten Stelle (vgl. Kapitel 0). Durch ein Anheben des Wasserspiegels wird die Zeitspanne, welche der Tümpel im Jahr trocken fällt, verringert und damit seine Funktion als Lebensraum für wassergebundene Lebewesen verbessert. Da die natürliche Zuflussmenge an Wasser nicht ausreicht, um den Wasserstand des Tümpels zu erhöhen oder dauerhaft zu halten, muss für eine Anhebung zusätzlich Wasser von außerhalb des Systems zugeführt werden. Eine künstliche Befüllung des Tümpels mit Wasser ist allerdings aufwendig und teuer und wird als einmalige Maßnahme nur für einen gewissen Zeitraum halten. Für eine dauerhafte Lösung dieses Problems müsste ein kontinuierlicher Zufluss in den Tümpel gewährleistet werden. Eine Möglichkeit dafür wäre die Einleitung von anfallendem Regenwasser aus den umgebenden Grundstücken. Nach Aussage des Bebauungsplans ist Regenwasser soweit möglich auf den Grundstücken zu versickern (Stadt Bad Schwartau 2007a). Dennoch gelangt wohl nur ein geringer Teil dieses Wassers über das Grundwasser in den Tümpel. Soweit das anfallende Wasser unbelastet ist, könnte Abflusswasser von Dächern oder Einfahrten zur Speisung des Tümpels mit verwendet werden. Auch überschüssiges Regenwasser, welches nicht versickert werden kann, würde sich zur Befüllung des Tümpels anbieten.

7.4. Variante 4 - Kombination von Nutzung und Renaturierung

Diese Idee fußt auf demselben Gedanken wie die vorherige zur Verbindung der Wiederherstellung des Gewässers mit der momentan existierenden Nutzung durch die Anwohner*innen. Während der oben ausgeführte Ansatzpunkt aber eine räumliche Trennung der beiden Nutzungsarten vorsieht, soll diesmal eine Verbindung der beiden im gesamten Raum des Gewässers betrachtet werden. Dabei soll es um die Überlegung gehen, ob und wie eine Wiederherstellung des Gewässers hinsichtlich des Umfangs und der Intensität so durchgeführt werden kann, dass eine weitere, möglicherweise eingeschränkte, Nutzung durch die Bevölkerung möglich bleibt.

Für eine Abwägung der Umsetzbarkeit dieser Idee muss die Art und Intensität der Nutzung durch die Anwohner*innen bekannt sein. Dadurch lässt sich der daraus resultierende Einfluss bzw. Eingriff in das Gewässer und sein direktes Umfeld abschätzen. Im besten Fall wird das Gewässer nur sporadisch genutzt, etwa durch gelegentliches Spielen in seinem Umfeld oder durch geringe Begehungsaktivitä-

ten. Eine solche Nutzungsintensität könnte vergleichsweise einfach in ein stärkeres Schutzkonzept für das Gewässer eingebunden werden, da es einen geringen Störfaktor aufweist und unter Umständen auch gänzlich ausbleiben könnte. Der gegenteilige Fall wäre eine häufige Nutzung des Gewässerumfelds durch tägliches intensives Spielen und damit eine starke Begehungsaktivität und häufige Aufenthalte am Gewässer und in dessen Uferbereich. Auch Störungen des Wasserkörpers durch dessen Betretung, etwa durch Hunde, würde darunterfallen. Eine solche Form der Nutzung ließe sich schlechter in ein Konzept zur Wiederherstellung und Verbesserung des Schutzes des Gewässers integrieren, da es bestimmten Aspekten des Gewässerschutzes zuwiderläuft.

Für die Umsetzung dieser Variante bieten sich leichte und weniger tiefgreifende Maßnahmen zur Gewässerwiederherstellung an, da diese meist schneller durchgeführt werden können, weniger durch verschiedene Nutzungsaspekte beeinträchtigt werden und im Allgemeinen von der Bevölkerung als besser mit menschlicher Nutzung vereinbar angesehen werden.

Bei dieser Variante ist darüber hinaus eine direkte Gegenüberstellung der positiv und negativ wirkenden Eingriffe auf die Funktion des Gewässers zu betrachten. Als positiv werden für diese Arbeit alle Maßnahmen und Eingriffe angesehen, welche im Rahmen der Renaturierung den Zustand und die ökologische Funktion des Tümpels verbessern sollen. Im Gegensatz dazu gelten als negativ alle die Eingriffe, welche, etwa im Rahmen einer starken Begehung der Fläche, das Potential haben, den Zustand des Tümpels und seine ökologische Funktion zu verschlechtern oder zumindest nicht zu ihrer Verbesserung beizutragen.

Die Auswertung der Befragung der Anwohner liefert die Informationen für die Einschätzung der Nutzungsintensität (vgl. Kapitel 5.5). Sie zeigt, dass das Biotop in regelmäßigem, aber geringem Maß vor allem durch Kinder als Spielort genutzt wird. Weitere Nutzungen durch die Anwohner sind darüber hinausgehend vernachlässigbar. Durch Beobachtungen vor Ort wurde erkennbar, dass die Spielaktivitäten im gesamten Biotop stattfanden, mit Ausnahme der nicht zugänglichen, stark zugewachsenen Bereiche des Weidengebüschs. Dabei konzentrierten sie sich auf den offenen nördlichen Teil des Biotops unter den Pappeln. An dieser Stelle ist die Aktivität auch durch Trittpfade zu erkennen. Die Art der Spielnutzung dürfte sich den Beobachtungen zufolge größtenteils auf die Begehung des Biotops beschränken. Im Biotop steht ein selbstgebauter Verschlag, welcher nach eigener Aussage für die Kinder als Spielobjekt errichtet wurde. Dieser wird allerdings wohl nur noch wenig genutzt. Auswirkungen der Nutzung des Geländes sind allenfalls im nördlichen Teil des Tümpels im Bereich des Ufers zu erkennen. Die Begehungsaktivitäten finden im hinteren Teil des Tümpels vorwiegend direkt an der Wasserkante statt.

Als einzige Maßnahme ist in diesem Fall eine Auszäunung des Biotops nicht erwünscht und zielführend. Als Ausnahme könnte hierbei eine Abtrennung des Biotops zur Straße und zur südlich angrenzenden Wiese sein, wenn auf dieser eine Beweidung stattfindet.

Die wichtigste Maßnahme bei dieser Variante dürfte die Entbuschung sein. Da sich die Weiden im südlichen Bereich des Biotops schon stark in die Wiese und den Tümpel ausgebreitet haben, sollten diese zurückgeschnitten werden. Besonders im Übergangsbereich zur umgebenden Wiese im Osten und Süden des Biotops kann der Rückschnitt auch stärker ausfallen. Der direkte Uferbereich des Tümpels sollte von Weiden freigehalten werden, die ins Gewässer wachsenden Äste sollten entfernt werden. Durch den Rückschnitt der Weiden im Bereich des Ufers wird die Besonnung des Gewässers wiederhergestellt und der Eintrag von Laub und Holz in den Tümpel verringert. Die positiven Effekte dieser Veränderung sind in Kapitel 4.10 bereits genannt worden. Zusätzlich dazu wird durch die Entfernung der Weiden aus dem Tümpel der Blick auf diesen geöffnet und die volle Ausdehnung des Gewässers erkennbar. Dadurch verbessert sich auch die Attraktivität des Tümpels für Tierbeobachtungen.

Wie bei Variante 3 bereits genannt sollte auch bei Variante 4 eine Entnahme von Totholz und Falllaub aus dem Gewässer erfolgen. Durch den starken Bewuchs mit Weiden und besonders durch die teilweise Überwucherung des Tümpels selbst haben sich im Gewässer mit den Jahren viele Äste und reichlich Laub angesammelt. Das Ausmaß des Eintrags an organischem Material lässt sich deutlich nach dem Trockenfallen des Tümpels erkennen (Abbildung 12). Die Gründe für eine Entfernung dieses Materials wurden bereits in Variante 3 angeführt. Auch hier können einzelne größere Äste als Strukturelemente im Gewässer belassen werden.

Mit der Entnahme des Laubes aus dem Gewässer wird im hier betrachteten Fall der Wasserkörper des Tümpels schon leicht vergrößert. Darüber hinaus kann der Tümpel auf der gesamten Fläche oberflächlich entschlammt werden. Dazu sollten die oberen 10 cm des Materials am Gewässergrund abgetragen werden. Besonders im östlichen Teil des Tümpels sollte die Entschlammung durchgeführt werden, da er in diesem Bereich durch einen starken Materialeintrag sehr flach ist. Für die Schaffung tieferer Gewässerbereiche könnte auch im zentralen westlichen Teil des Tümpels eine größere Entschlammungstiefe angesetzt werden. In diesem Zusammenhang könnte es notwendig und sinnvoll sein durch eine leichte Entkrautung Teile der dort wachsenden Schwertlilien zu entfernen.

Auch bei dieser Variante sollte die Wasserführung des Tümpels verbessert werden. Entsprechend der Überlegungen bei Variante 3 sollte eine Wasserstandsanhhebung durch die Einleitung von externen Wasserquellen in Betracht gezogen werden. Gerade um eine potenzielle Betretung des Gewässergrundes im Fall eines trockengefallenen Gewässers zu vermeiden, sollte der Zeitraum, in welchem der Tümpel vollständig trockenfällt soweit möglich verringert werden. Dies kann in beschränktem

Ausmaß durch eine grundsätzliche Anhebung des Wasserstands geschehen. Auf diese Weise bräuchte es einen längeren Zeitraum, bis der Tümpel austrocknet. Eine initiale Befüllung des Tümpels mit Wasser auf ein vorher festgelegtes Niveau würde diesen Effekt zu Beginn hervorrufen. Andere bereits in Variante 3 erwähnte Methoden zur Regenwassereinspeisung aus der direkten Umgebung sind wie dort bereits beschrieben eine Alternative zur künstlichen Auffüllung, würden allerdings nur in entsprechend zeitlich begrenztem Umfang Wasser in das Gewässer leiten.

7.5. Variante 5 - Vollständige Renaturierung ohne Zugangsmöglichkeit

Das Gegenstück zu der oben zuerst vorgestellten Maßnahme ist eine umfassende und vollständige Renaturierung des Gewässers und damit dessen Versetzung in einen Zustand vor der Bebauung des umliegenden Geländes oder in eine erwünschte ideale, als naturnah oder natürlich empfundene Form. Diese kann sich vom momentanen Zustand deutlich unterscheiden, oder sich in den Grundzügen an der Ausgangsgestalt des Gewässers orientieren. Im Unterschied zu den beiden letztgenannten Ideen und, je nach Ausprägung der weiteren privaten Nutzung, auch der erstvorgestellten, müsste im Fall einer vollständigen Renaturierung eine weitere private Nutzung und Begehung des Gewässers und seiner Umgebung durch die Öffentlichkeit unterbunden werden. Diese Vorgabe ist notwendig, um die Veränderungen, welche im Zusammenhang mit dieser Variante am Tümpel vorgenommen würden, vor einer Schädigung durch menschliche Eingriffe zu schützen. Da bei dieser Variante stärkere Eingriffe in das Gewässer vorgenommen werden sollen und die Zielsetzung stärker in Richtung der ökologischen Funktion des Tümpels besonders im Hinblick auf Flora und Fauna geht, wird der Nutzungsaspekt der Bevölkerung in diesem Fall auf eine Beobachtung des Biotops von außen reduziert. Auf diese Weise lassen sich auch teurere Maßnahmen umsetzen, da die Kosten-Nutzen-Rechnung positiv ausfallen dürfte.

Zur Unterbindung der Begehung und anderweitigen Nutzung des Biotops nach einer Renaturierung müsste die Fläche komplett eingezäunt werden. Wie bereits in Variante 3 angeführt stellt ein Zaun eine optische Beeinträchtigung dar und könnte selbst als negative Beeinflussung des Biotops und der gesamten Fläche angesehen werden. Im Falle der bei dieser Variante notwendigen Einzäunung des gesamten Gebietes wäre die Beeinträchtigung der Ästhetik des Biotops zwar geringer, könnte aber dennoch als störend wahrgenommen werden. Eine Einzäunung des renaturierten Gebiets ist in diesem Fall zum Schutz des Biotops notwendig. Gerade in der Zeit direkt nach Umsetzung der Maßnahmen gilt dies nicht nur in Bezug auf eine Begehung durch den Menschen, sondern auch durch Weidetiere, sollte die Pflegemahd der umgebenden Ausgleichsfläche auf eine Beweidung umgestellt werden.

Wie bei den Varianten 3 und 4 ist auch bei dieser Variante eine der wichtigsten Renaturierungsmaßnahmen die Entbuschung. Die starke Ausbreitung der Weiden im Bereich des Tümpels erfordern einen Rückschnitt, um die ursprünglichen Funktionen des Tümpels wiederherstellen zu können. Mit Blick auf die deutlichen Veränderungen, welche mit dieser Variante einhergehen sollen, sollten die Weiden stark zurückgeschnitten werden. Während bei den vorher genannten Varianten lediglich eine Rückschnitt im äußeren Bereich des Weidengebüschs angeregt wurde, wäre diesmal ein deutlicher Rückschnitt der Weiden durchzuführen.

Aufgrund des teilweise geringen Wasserstands des Tümpels ist eine Vertiefung des Gewässers, zumindest in Teilen, angeraten. Durch die Vertiefung des Gewässers vergrößert sich der Wasserkörper und damit der Freiwasserraum, welcher als Lebensraum für verschiedenste Tiere eine Rolle spielt. Im Gegensatz zu den vorher genannten Varianten 3 und 4 würde sich bei der umfassenden Renaturierung des Gewässers eine Teilbereichsvertiefung des Tümpels über eine oberflächliche Entschlammung hinaus anbieten. Eine Teilbereichsvertiefung hätte gegenüber einer Gesamtsohlvertiefung verschiedene Vorteile. Bei der momentanen Wasserführung und des am Grund des Tümpels abgesetzten organischen Materials könnte eine Vertiefung des gesamten Gewässers vorteilhaft für die zukünftige Entwicklung des Wasserstandes sein. Durch die Vertiefung in einzelnen Bereichen belieben die dadurch hervorgerufenen positiven Effekte erhalten, der Eingriff in das Gewässer wäre aber gleichzeitig deutlich reduziert. Darüber hinaus entstehen bei dieser Maßnahme Bereiche unterschiedlicher Tiefe im Gewässer, was sich zusätzlich positiv auf die Funktion des Tümpels als Lebensraum auswirken kann. Für eine Vertiefung über eine Entschlammung hinaus kommt der zentrale Bereich des Tümpels sowie dessen westliche Hälfte in Frage. Im Bereich der Mitte des Tümpels weist dieser bereits jetzt die größte Wassertiefe auf. Da der östliche Teil des Gewässers im Mittel flacher als der westliche ist würde sich jener eher für eine Vertiefung eignen, da der östliche Teil mit weniger Aufwand die Funktion der flachen Gewässerbereiche übernehmen könnte. Eine Vertiefung des Tümpels könnte zumindest punktuell bis nahe an die wasserhaltende Schicht ausgeführt werden. Nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen (vgl. Tabelle 9) ist damit eine Vertiefung des Tümpels auf maximal 80 cm limitiert. In dieser Tiefe fängt im westlichen Teil des Biotops die Stauschicht an, welche bei einer Vertiefung nicht verletzt werden darf (vgl. Kapitel 4.3). Bis etwa zur Mitte des Gewässers kann eine Vertiefung in Bereiche bis 70 cm erfolgen, im östlichen Teil wären maximal 40 cm möglich (Tabelle 9). Auf Grundlage dieser Ergebnisse sollte bei einer Vertiefung des Tümpels eine „Tiefenwasserzone“ auf etwa einem Drittel der Länge des Tümpels beginnend am westlichen Ende angelegt werden. In dieser, einen Bereich von maximal 20 m² umfassenden Zone, könnte der Gewässergrund bis auf 80 cm vertieft werden. Damit würde weiterhin eine Schicht des dort vorkommenden Materials als Auflage über der Stauschicht erhalten bleiben, welche besonders für einzelne Gewäs-

serorganismen wichtig ist. Der östliche Bereich des Tümpels könnte in ähnlichem Umfang um bis zu 30 cm vertieft werden. Neben der Angleichung der übrigen Tümpelfläche, um einen kontinuierlichen Übergang des Gewässergrundes zu den neuen Tiefenzonen zu gewährleisten, sollte der Tümpel auch bei dieser Variante in den oberen 10 cm entschlammt werden.

Diese oberflächliche Entschlammung geht mit der Entnahme von Falllaub einher, welches die oberste Schicht des Gewässergrundes bildet. Neben dem Falllaub sollte auch ein großer Teil des Totholzes, besonders kleinteiliges, aus dem Tümpel entfernt werden. Dies reduziert die in das Gewässer eingebrachten Nährstoffe und erhöht die von Pflanzen und Tieren nutzbare Wasserfläche. Entsprechend der Varianten 3 und 4 können auch bei dieser Variante einzelne größere Äste als Strukturelemente im Gewässer verbleiben. Bei Durchführung der Vertiefungsmaßnahmen müssten diese allerdings entsprechend danach wieder an geeigneten Stellen in den Tümpel eingebracht werden. Schwimmendes Totholz eignet sich nicht als Strukturelement.

Zusätzlich zu einer Entschlammung und der Entnahme von totem organischem Material könnte eine teilweise Entkrautung des Tümpels sinnvoll oder notwendig sein. Diese bezieht sich auf die größeren Ansammlungen von Schwertlilien am nördlichen Ufer (vgl. Abbildung 13). Die beiden Bestände könnten um bis zu einem Viertel reduziert werden, um mehr freie Wasserfläche zu erhalten. Sollte eine Vertiefung des Tümpels durchgeführt werden, könnte dies darüber hinaus notwendig werden, um einen flacher abfallenden Gewässergrund anlegen zu können. Da durch eine Entbuschung und die damit einhergehende Besonnung des Südufers des Tümpels ein Aufwachsen von Wasserpflanzen in diesem Bereich zu erwarten wäre, würde sich auch aus diesem Grund eine geringfügige Reduzierung des Schwertlilienbestandes anbieten.

Durch eine Vertiefung des Gewässers erhöht sich der potenziell mögliche Wasserstand des Gewässers. Da der Tümpel ausschließlich regen- und grundwassergespeist ist wird sich nach einer Sohlvertiefung zunächst ein deutlich niedriger Wasserspiegel einstellen. Dieser sollte künstlich auf ein vorher herrschendes Niveau, oder darüber hinaus, angehoben werden. Eine Anhebung des Wasserstandes sollte aber unabhängig einer Sohlvertiefung in Betracht gezogen werden, um das regelmäßige Trockenfallen des Tümpels reduzieren zu können. Wie bereits in den vorigen Varianten angeführt könnte der Tümpel mit Frischwasser aufgefüllt werden, dies würde aber nur einen kurzzeitigen Effekt haben. Das Einleiten von anfallendem, geeigneten Regenwasser von angrenzenden Grundstücken würde zumindest ohne zusätzlichen Aufwand regelmäßig Wasser in den Tümpel leiten. Eine theoretische Möglichkeit einen dauerhaften Wasserzufluss in das Gewässer zu gewährleisten, könnte sich aus den Gegebenheiten des Gebiets vor Anlage des Wohngebietes ergeben. Den Schilderungen von Herrn Lange zufolge existierte früher eine Drainage, welche das umliegende Ackerland in den Tümpel entwässerte (vgl. Kapitel 6.1). Diese Drainage wurde mit der Anlage des Wohngebietes und im Be-

sonderen des Baus der Eigenheime unwissentlich gekappt, wodurch der Wasserfluss in den Tümpel unterbrochen wurde. Die Leitung an sich soll aber größtenteils noch vorhanden sein und immer noch Wasser transportieren (Lange 2021). Für eine Nutzung der Drainage als Zufluss in das Gewässer müsste zuerst ihre genaue Lage und der Punkt, bis zu dem sie noch intakt ist, ermittelt werden. Im Folgenden könnte dann überlegt werden, ob es sinnvoll und umsetzbar ist, von diesem Punkt eine Verbindung zu dem Tümpel zu schaffen. Die Umsetzung eines solchen Vorhabens dürfte sehr aufwendig und entsprechend teuer werden. Darüber hinaus würde man in diesem Fall den Bereich des Biotops und auch den der Ausgleichsfläche verlassen, wodurch zusätzliche Planungen und Genehmigungen erforderlich wären. Ein weiterer Knackpunkt wird des Weiteren die Tatsache sein, dass die Reste der Drainage auf Privatgrund liegen dürften, wodurch das Einverständnis der Grundstückseigentümer zu einer eventuell durchzuführenden Maßnahme eingeholt werden müsste. Der Vorteil, welcher sich aus einer Umsetzung dieses Vorhabens ergeben könnte, würde aber im besten Fall weitere Maßnahmen zu Erhöhung oder Haltung des Wasserstandes in dem Tümpel erübrigen.

Variante 5 hat als Ziel eine umfängliche Wiederherstellung des früheren Zustandes des Tümpels. Angesichts des momentanen Zustandes des Gewässers und der Herstellung bestimmter Gewässerfunktionen kann auch ein leichter Eingriff in die Uferstrukturen in Form einer Uferneugestaltung in Betracht gezogen werden. Ein solcher Eingriff wäre neben einer Vertiefung der schwerwiegendste einer Renaturierung und damit auch eventuell mit negativen Auswirkungen verbunden. Eine Umgestaltung des Ufers kann im Rahmen einer Vertiefung und Entschlammung des Gewässers mit durchgeführt werden. Anbieten würde sich für eine solche Maßnahme das Nordufer des Tümpels, da es offen zugänglich und die Uferlinie eher gerade ist (Abbildung 14). Darüber hinaus wird das Südufer stark von den Wurzeln der Weiden geprägt, welche dort schon für verschiedene Strukturen des Ufers sorgen. Im Falle einer Entbuschung würden diese deutlicher in Erscheinung treten. Auf der nördlichen Seite könnte die Uferlinie etwas verlängert werden, indem eine oder zwei kleine Buchten in das Gewässer angelegt werden. Die Größe des Tümpels und das Platzangebot an dessen Ufer limitieren die Möglichkeiten, hier stärker tätig zu werden. Bei der Frage, ob Veränderungen an der Uferstruktur des Tümpels vorgenommen werden sollen, ist vor allem der Wasserstand zu beachten. Eine Umsetzung ist an einen gleichbleibenden Wasserstand gebunden, da bei einem dauerhaft erhöhten Wasserspiegel die veränderten Strukturen nicht mehr sichtbar sind und auch ihre gewünschte Funktion nicht mehr vollumfänglich leisten können. Sollte der Wasserspiegel des Tümpels also dauerhaft erhöht werden, sofern dies umsetzbar ist, müsste dies bei den Überlegungen zu einer Umgestaltung des Ufers mit einbezogen werden. In diesem Fall würde sich die zur Verfügung stehende Fläche weiter reduzieren.



Abbildung 14: Blick auf den Tümpel von Westen. Foto: D. Enßlin

Wie in Kapitel 4.12 bereits erwähnt gibt es bei Renaturierungen Möglichkeiten, anfallendes Material vor Ort für positiv wirkende Strukturen einzusetzen. Im Fall der Variante 5 bietet sich die Verwendung der bei der Entbuschung anfallenden Äste für Totholzstapel an. Je nach Umfang der Entbuschung liefert diese das Material für mehrere unterschiedlich strukturierte Totholzhaufen. Diese wirken sich positiv auf das Lebensraumangebot des Biotops besonders für Reptilien und Amphibien aus. Da bei Variante 5 der Zugang zum Biotop für den Menschen ausgeschlossen werden soll, sind kaum direkte Störungen der Tiere innerhalb des Biotops zu erwarten, wodurch sich die Anlage der Strukturen lohnen könnte. Neben Totholzstapeln würden auch Lesesteinhaufen die Vielfalt der Lebensräume des Biotops erhöhen. Da vor Ort allerdings keine Steine vorhanden sind, müsste das Material hierfür extra beschafft werden.

8. Kosten der Renaturierung

Bei der Entscheidung über Renaturierungen spielen neben den ökologischen Zielsetzungen, sowie gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und touristischen Motiven vor allem finanzielle Spielräume eine Rolle. Mit der Renaturierung von Ökosystemen sind immer Kosten verbunden, selbst wenn diese im ersten Moment nicht direkt ersichtlich sind (Zerbe 2019d, S. 490). Die Höhe der Kosten ist dabei abhängig von der Art und Intensität der Renaturierung und dem betrachteten Ökosystem und können sehr hoch ausfallen, besonders wenn die Schädigungen am betreffenden System gravierend sind und damit sehr aufwendige, langwierige oder eine große Anzahl an Renaturierungsmaßnahmen notwendig werden (Zerbe 2019d, S. 495). Auch bei der Renaturierung von Kleingewässern sind die Kosten einer der entscheidendsten Faktoren bei der Wahl der Renaturierungsmaßnahmen und dem Umfang, in welchem diese durchgeführt werden. Dabei spielt es auch eine Rolle, wer die Renaturierung durchführen möchte, da Vereine und Naturschutzorganisationen in den meisten Fällen weniger finanziellen Spielraum haben als staatliche Institutionen oder Unternehmen.

Informationen über die Kosten, welche bei Renaturierungen anfallen sind spärlich gesät. Bei betrachteten Fallstudien zu Renaturierungen wurden nur bei einem Bruchteil Informationen zu den Kosten bereitgestellt (Zerbe 2019d, S. 490). Mit der Renaturierung verschiedener Ökosysteme sind inzwischen je nach den Gegebenheiten vor Ort eine große Zahl von Organisationen, Einrichtungen und Behörden, Firmen und Planungsbüros befasst, wodurch sich in diesem Bereich bereits eine eigene „Renaturierungswirtschaft“ gebildet hat, welche auf die verschiedenen Arten der Renaturierungen spezialisiert sind und für Regionen wirtschaftlich bedeutend sein können (Zerbe 2019d, S. 491).

Neben den Kosten für die eigentlichen Wiederherstellungsmaßnahmen am und im Gewässer fallen darüber hinaus an vielen Gewässern Folgekosten an. Diese entstehen durch notwendige Pflegemaßnahmen, um den durch die Renaturierung herbeigeführten Zustand erhalten zu können. Je nach Investitionen in die eigentlichen Renaturierungsmaßnahmen können die Kosten für Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen diese schnell übersteigen. Die Kosten für diese erhaltenden Maßnahmen lassen sich darüber hinaus schwer kalkulieren, da das notwendige Ausmaß der Pflege im Vorfeld meist noch nicht ersichtlich ist.

Die Kosten für die Renaturierung eines Kleingewässers lassen sich nur für ein vollständig ausgestaltetes Renaturierungskonzept errechnen, wenn alle notwendigen und möglichen Maßnahmen zur Erreichung des Ziels bekannt sind und festgelegt wurden. Im Rahmen dieser Arbeit ist eine solche Angabe nicht möglich. Eine grobe Prognose aus dem Vergleich mit anderen Renaturierungen stehender Kleingewässer ist nur sehr beschränkt möglich, da es auf der einen Seite nur wenige Daten dazu gibt (s.o.) und jedes Renaturierungsprojekt durch verschiedenste Faktoren seinen eigenen Kostenbedarf

aufstellt. Kuhn et al. (2006) gaben für die Renaturierung von Kleingewässern im Landkreis Bad Doberan (MV) Kosten von 3000-4000 € pro Biotop an. Diese Kosten bezogen sich auf Kartierungen der Gewässer und die Durchführung verschiedenster Wiederherstellungsmaßnahmen, etwa Gewässervertiefungen, Entbuschungen und Anpflanzungen. Es handelt sich dabei um einen Durchschnittswert, da nicht an allen Gewässern die gleichen Arbeiten durchgeführt wurden (Kuhn et al. 2006). Die jeweilige Größe der einzelnen Kleingewässer wurde in dem Beispiel nicht angegeben, die Abbildungen lassen aber auf Gewässer mit mindestens der doppelten Größe des hier betrachteten schließen. Ein weiteres Problem ist der Vergleich bei Projekten, welche lange auseinanderliegen. Für die Renaturierung eines Solls im Kreis Grimmen (MV) wurden in den 90er Jahren Kosten von 60000 Mark angegeben (Heinze 1991). Die Mittel flossen hierbei zum überwiegenden Teil in eine Sohlvertiefung. Obwohl die Größe des Solls nicht angegeben wurde, dürfte es sich den Bildern nach zu urteilen um ein Gewässer mit mehr als 1000m² Fläche gehandelt haben. Aufgrund der Größe des Solls werden in diesem Fall die Kosten um ein Vielfaches höher gelegen haben als bei einem Gewässer mit nur einem Fünftel der Größe.

Die Kosten für die Pflege eines Gewässers und die Erhaltung eines herbeigeführten Zustandes können den finanziellen Rahmen schnell übersteigen. So wiesen Kuhn et al. (2006) darauf hin, dass zur wirksamen Verhinderung einer Verlandung ein Kleingewässer alle 5 Jahre zumindest in Teilen entschlammt und damit vertieft werden müsste. Dies wäre allerdings im Bereich des Naturschutzes kostentechnisch nicht machbar.

9. Diskussion

Die verschiedenen Varianten der zukünftigen Entwicklung des Tümpels bringen diverse Vor- und Nachteile mit sich. Entscheidend ist die allgemeine, grundsätzliche Zielsetzung, welche für das Gewässer und das umgebende Biotop angestrebt wird. Eine endgültige Entscheidung wird hauptsächlich mit Blick auf den finanziellen Aufwand bzw. eine Kosten-Nutzen-Analyse fallen.

9.1. Methodenkritik

Für eine genaue Erfassung der ökologischen Wertigkeit des Tümpels müsste eine faunistische Kartierung an dem Gewässer durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine solche nicht vorgenommen, da der zusätzliche Aufwand in Bezug zum erwartbaren Ergebnis als nicht lohnenswert erschien. Während der Begehungen wurden einzelne Tiere beobachtet und aufgenommen. Diese können aber keinen vollständigen Überblick über die vorkommende Fauna liefern.

Bodenaufnahmen

Bei der Aufnahme der Bodenparameter im Gelände wurden die Humusgehalte der einzelnen Horizonte entsprechend einem Schlüssel der KA5 auf Grundlage der Bodenfarbe und der Bodenart bestimmt. Die Bestimmung der beiden Faktoren im Feld ist sehr subjektiv und von der Wahrnehmung des Aufzunehmenden abhängig. Aus diesem Grund sind auch die hierdurch ermittelten Humuswerte entsprechend ungenau. Die Berechnung des Humusanteils im Boden durch die Veraschung der Bodenproben liefert dafür ein genaueres und objektiv nachvollziehbares Ergebnis. Dies kann die teilweise großen Unterschiede zwischen den jeweiligen Werten für den Humusanteil der Bodenhorizonte erklären. Des Weiteren ist eine optische Bestimmung des Humusgehalts von Böden im feuchten Zustand über den Wert h4 hinaus nach KA5 nicht möglich (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005, S. 111). Höhere Humusgehalte, wie sie etwa in einigen Proben dieser Untersuchung vorkommen, konnten auf diese Weise daher gar nicht bestimmt werden.

Anwohnerbefragung

Die Umfrage zur Nutzung des Biotops und zur Ansicht einer zukünftigen Entwicklung unter den Bewohnern des angrenzenden Wohngebietes sollte die Möglichkeit bieten, die Meinung der Bevölkerung in Bezug zu potenziellen Konzepten zu setzen bzw. Konzepte auf dieser Grundlage zu entwickeln. Die Fragen waren dabei so gestellt, dass sie einfach zu verstehen sind und die Antworten im Allgemeinen alle möglichen Haltungen abdecken können. Bei der Frage nach der Einschätzung des Tümpels bezüglich der Ästhetik und ökologischen Qualität haben die Antworten jedoch gezeigt, dass

die Frage eventuell zu vielschichtig gestellt wurde. Ziel der Frage war die persönliche Einschätzung der Anwohner*innen, ob sie den Tümpel als ästhetisch ansprechend empfinden und ob sie ihn für ökologisch wertvoll halten. Dabei sollten sich die beiden Punkte nicht gegenseitig ausschließen. Nach Durchsicht der Antworten auf diese Frage kann man zu der Ansicht gelangen, dass die Frage möglicherweise so aufgefasst wurde, dass eine Einschätzung des Tümpels als ästhetisch ansprechend die Frage nach der ökologischen Wertigkeit erübrigt und umgekehrt. Grund für diese Einschätzung ist die Tatsache, dass einige Umfrageteilnehmer*innen nur einen der beiden Punkte beantwortet haben. Unter Umständen hätte man die beiden Punkte in zwei getrennten Fragen behandeln sollen. Eine fehlende Antwort der Teilnehmenden bei einem Teilaspekt dieser Frage kann aber dennoch nicht als Einstufung des Tümpels als nicht ästhetisch ansprechend oder nicht ökologisch wertvoll gewertet werden. Es ist denkbar, dass der jeweils andere Aspekt der Frage vergessen wurde, da für jeden Menschen einer der beiden Punkte persönlich wichtiger war.

9.2. Renaturierungsmaßnahmen

Die Entschlammung ist neben der Sohlvertiefung die Maßnahme mit dem stärksten Eingriff in den Gewässerhaushalt, da sie einen ganzen Lebensraum betrifft und große Nährstoffmengen in das Gewässer freisetzen kann. Aus diesen Gründen ist gerade hier eine Abwägung zwischen Vor- und Nachteilen bzw. den Auswirkungen der Maßnahme wichtig. Fröbrich und Lehmann (1995) nennen daher eine Reihe von Punkten, welche vor der Durchführung einer Entschlammung geklärt werden sollten. Diese betreffen etwa die Ursachen und Beschaffenheit des Schlammes sowie die Frage, wie er entnommen und wo er entsorgt werden kann. Diese Fragen sind wichtig, um die Erfolgsaussichten einer Entschlammung abschätzen zu können und die Frage, ob sie sich finanziell lohnt. Sollte etwa die Ursache der Schlamm-Bildung eines Gewässers nicht behoben werden, kann sich eine Entschlammung auf längere Sicht als Geldverschwendung herausstellen. Stellt sich entnommener Schlamm eines Gewässers als belastet heraus, fallen für die Entsorgung Extrakosten an, welche unter anderen Umständen nicht bedacht werden müssten.

Bestehen die Ablagerungen am Grund eines Gewässers im Wesentlichen aus anorganischen Sedimenten und nur geringen Anteilen organischer Überreste ist eine Entfernung dieser eher eine Sohlvertiefung als eine Entschlammung. Die Sohlvertiefung greift dabei weiter und geht im Allgemeinen mit einem deutlich größeren Eingriff in das Gewässer einher. Sie kann auch über eine Entschlammung hinausgehen, wenn sich unter der Schlamm-Schicht eines Standgewässers noch Sand- oder Kiesablagerungen befinden. Im Gegensatz zu einer Entschlammung hat eine Sohlvertiefung nicht die Wasserqualität, sondern die Größe des Wasserkörpers als Zielsetzung. Sollte der Boden unter dem Gewässer es hergeben, kann sie auch über die ursprüngliche Tiefe des Gewässers hinaus erfolgen. Sie

wird aber ebenso wie die Entschlammung von der wasserhaltenden Schicht begrenzt. Sollte ein Gewässer über diese Schicht hinaus vertieft werden, müsste diese Schicht nachträglich wieder in das Gewässer eingebracht werden, was mit hohen Kosten verbunden ist.

Der Effekt einer Entkrautung tritt unmittelbar auf und wirkt sich direkt auf die verfügbare offene Wasserfläche eines Gewässers aus. Er besteht aber nur kurzzeitig, da die entkrauteten Bereiche schnell wieder zuwachsen, besonders wenn nur ein Teil der Pflanzen entnommen wurde. Da das Ziel einer Entkrautung meist auch nicht das Entfernen des kompletten Pflanzenbestandes ist, wird diese Maßnahme gegebenenfalls regelmäßig wiederholt werden. Dennoch stellt eine Entkrautung einen wichtigen Schritt bei großflächigen Dominanzbeständen einzelner Arten dar, da sie Raum schafft, in welchem sich konkurrenzschwache Arten etablieren können. Werden diese Arten von der entfernten Art später nicht wieder überwachsen fördert dies die Biodiversität in dem Gewässer.

9.3. Vergleich der Varianten

Bei Vergleich der einzelnen Varianten lassen sich zwei grobe Kategorien bilden. In die erste Kategorie fallen die beiden Varianten ohne direkte ändernde Eingriffe am Gewässer und am Biotop. Demgegenüber stehen die Varianten, welche sich durch mehr oder weniger starke Eingriffe auszeichnen.

Variante 1 – Überlassen des Gewässers seiner natürlichen Entwicklung

Die erste Variante, bei der der Tümpel und das Biotop ihrer, den gegebenen Umständen entsprechend, natürlichen Entwicklung überlassen werden, ist die am einfachsten und mit dem geringsten Aufwand umsetzbare Variante. Sie erfordert von der Stadt keine spezifische Planung oder Überlegung bezüglich bestimmter Maßnahmen und dürfte damit auch das kostengünstigste Szenario darstellen. Allerdings stellen sich bei der Umsetzung dieser Variante verschiedene Fragen. Sollte an dem Tümpel auch weiterhin keine ändernden oder pflegenden Maßnahmen vorgenommen werden, wird sich das Biotop entsprechend seiner bisherigen Entwicklung seit der Anlage des Wohngebietes im Jahr 2007 entwickeln. Im Vergleich zu seinem Zustand vor 2007 hat der Tümpel vor allem an Größe eingebüßt, die Wasserfläche hat sich deutlich verringert, abhängig vom allgemeinen Wasserstand der Region. Die Weiden an der Südseite des Biotops wachsen ungebremst und überdecken inzwischen schon das halbe Gewässer. Des Weiteren wachsen sie auch in das umgebende Grünland. Die Entwicklung der Wassertiefe in den vergangenen Jahren bis Jahrzehnten kann nicht nachvollzogen werden, da diese für frühere Zeitpunkte nicht bekannt ist. Aufgrund der Größe des Tümpels und des höherstehenden Wasserspiegels in der Zeit vor Anlage des Wohngebietes (Lange 2021) sowie dem erwartbar hohen Eintrag an Laub durch die Bäume und Sträucher, dürfte die Tiefe des Tümpels in den letzten Jahren aber konstant abgenommen haben. Diese Entwicklungen, bezügliche der Wasser-

fläche, der Wassertiefe und der Verbuschung des Biotops, werden sich in Zukunft weiter fortsetzen. Der Nutzen des Tümpels als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, als strukturbildendes Element in der Ausgleichsfläche und als interessanter und erhaltenswerter Raum für die Anwohner dürfte sich mit den Jahren verringern.

Die Verlandung eines stehenden Gewässers, besonders kleinflächiger und flacher Gewässer ist per se nichts Unnatürliches oder Negatives, sondern die normale, natürliche Entwicklung im Laufe der Zeit (Frielinghaus 1998). Durch diese Entwicklung ist ein großer Teil der natürlichen Kleingewässer in Deutschland auch ohne menschliches Zutun im Laufe der Zeit verlandet und damit verschwunden. Dasselbe gilt für menschlich geschaffene Gewässer aus den letzten Jahrhunderten, wenn keine Anstrengungen unternommen wurden, um dieser Entwicklung entgegenzuwirken (Pretschner 1996). Kleingewässer können je nach Größe, Tiefe und Umgebungsbedingungen innerhalb von 10 Jahren komplett verlanden (Fischer et al. 2021). Stolz und Riedel (2014) nennen als Zeitraum für eine Verlandung eines Kleingewässers fünf bis 20 Jahre, je nach äußeren Bedingungen. Angesichts der Tatsache, dass das hier untersuchte Gewässer bereits seit etwa 13 Jahren verstärkt den Prozessen der Verlandung ausgesetzt ist, kann durchaus mit einer vollständigen Verlandung in den nächsten fünf bis 10 Jahren gerechnet werden. Dabei können allerdings auch Faktoren eine Rolle spielen, welche einer Verlandung in gewissem Maße entgegenwirken. Das Gewässer ist zu- und abflusslos. Während der fehlende Zufluss einen Eintrag von Sedimenten verhindert, welche die Verlandung beschleunigen würden, unterbindet diese Tatsache, ebenso wie der fehlende Abfluss, größere Bewegungen des Wasserkörpers, wodurch sich organisches und anorganisches Material schneller am Boden ablagert. Durch die geringere Bewegung des Wasserkörpers und die damit einhergehende Durchmischung verringert sich auch der Abbau des organischen Materials im Schlamm. Der starke Bewuchs des Biotops, besonders die Weiden, schotten darüber hinaus den Tümpel gegen den Wind ab und reduzieren so weiter die Durchmischung des Wasserkörpers. Die starke Beschattung des Tümpels durch die Weiden könnte aber eine Verlandung des Tümpels in den letzten 10 Jahren verlangsamt haben. Durch die schlechten Lichtverhältnisse wurde der Aufwuchs von Wasserpflanzen im südlichen Bereich des Tümpels unterbunden. Auch das Aufwachsen anderer Pflanzen bei Trockenheit des Tümpels wird auf diese Weise unterbunden. Dadurch fällt dieser Faktor zur Beschleunigung einer Verlandung stehender Kleingewässer weg.

Bei einer Entscheidung für diese Variante der zukünftigen Entwicklung des Tümpels muss sich grundlegend die Frage gestellt werden, welcher Zustand des Gewässers für die ferne Zukunft angestrebt werden möchte. Ein „Nichts-Tun“, wie es Scherzinger (1997) als Methode des Naturschutzes beschreibt, fördert zwar die natürliche Entwicklung des Gewässers, verändert es dabei aber auf Dauer grundlegend. Im Laufe der Zeit wird das Gewässer verlanden und zuwachsen. Eine solche Entwick-

lung ist im Allgemeinen bei urbanen Gewässern nicht erwünscht und dürfte auch in dem hier vorliegenden Fall als nicht erstrebenswert gelten. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, inwieweit diese Entwicklung in Zukunft den Anforderungen des Bebauungsplans entspricht. In diesem ist die Erhaltung des Gewässers in der zum Zeitpunkt der Erstellung des Plans existierenden Form festgeschrieben (Stadt Bad Schwartau 2007b). Genauere Angaben zum Erhalt des Gewässers werden dabei nicht gemacht. Ob der Tümpel auch in verlandetem Zustand als „erhalten“ gilt, müsste noch geklärt werden.

Variante 2 – Erhaltung des momentanen Zustands

Die zweite Variante, bei der nur der Zustand zum Zeitpunkt der Aufnahme erhalten werden soll, stellt eine geringe Weiterentwicklung der ersten Variante dar. Der Aufwand zur Durchführung dieser Variante ist ebenfalls gering, jedoch sind verschiedene leichte Pflegemaßnahmen damit verbunden sowie ein Monitoring der Entwicklung der Fläche.

Vom Grundsatz her unterscheidet sich die Vorgehensweise bei dieser Variante vorerst nicht von der Variante 1. Da Veränderungen am Gewässer erst mit der Zeit sichtbar werden, wird in den ersten Jahren vermutlich kein Eingriff am Gewässer oder dem Biotop notwendig sein. Die Entscheidung welcher Art Pflegemaßnahmen notwendig werden und in welchem Umfang sowie zu welchem Zeitpunkt sie zu erfolgen haben, muss mit der Zeit nach den Gegebenheiten vor Ort abgeklärt werden. Um diese Fragen zu klären, ist eine regelmäßige Erfassung des Zustands des Biotops und des Tümpels Voraussetzung. Grundsätzlich denkbar sind zwei unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Erhaltungspflege. Zum einen könnten in kürzeren zeitlichen Abständen geringfügige Pflegemaßnahmen am Biotop durchgeführt werden, oder das Gewässer wird in größeren Abständen in einen vorher definierten Zustand zurückgesetzt. Eine Entscheidung zwischen den beiden Vorgehensweisen ist unter zeitlichen und kostentechnischen Gesichtspunkten zu treffen.

Variante 2 zielt im Gegensatz zu Variante 1 zumindest auf eine Erhaltung des Tümpels als erkennbares Kleingewässer ab. Größere Veränderungen etwa der Gestalt werden damit nicht einhergehen. Geringfügige Pflegemaßnahmen sind aber besonders für die Erhaltung abflussloser Kleingewässer zwingend notwendig (Stolz und Riedel 2014).

Die bei dieser Variante vorgeschlagenen Pflegemaßnahmen umfassen auch leichte Entschlammungen, um eine weitere Verlandung des Tümpels zu unterbinden. Da die einzelnen Entschlammungen vermutlich sehr gering ausfallen würden, das Gewässer soll dadurch ja nicht vertieft werden, stellt sich in diesem Fall die Frage des Kosten-Nutzen-Effekts. Der Abtrag des neu hinzugekommenen Schlammes zu den Zeitpunkten der Pflege, je nachdem wie diese festgelegt werden, könnte so gering ausfallen, dass sich die Kosten für die Entschlammung, damit verbunden vor allem die Kosten für die

Bereitstellung der Technik und Personal, nicht rentieren würden. Würde man den Abstand zwischen den Entschlammungen entsprechend hochsetzen, auf einen Abstand, bei dem eine Entschlammung auch kostentechnisch machbar wäre, würde der Bezug der Maßnahme zum eigentlichen Ziel vermutlich verloren gehen.

Variante 3 – Aufteilung in nutzbaren und von Nutzung freigehaltenen Bereich

Diese Variante bindet aktive Veränderungen am Gewässer und am Biotop ein, trennt dabei allerdings räumlich zwischen zwei Bereichen, welche sich auch hinsichtlich der Intensität, mit welcher Renaturierungsmaßnahmen vorgenommen werden. Dabei sollen die Maßnahmen im Bereich, welcher weiterhin für die Bevölkerung zugänglich sein soll, geringer ausfallen, um einen möglichen negierenden Einfluss der weiteren Nutzung auf die Effektivität der Renaturierungsmaßnahmen zu verringern. Im abgetrennten Bereich des Biotops können die Renaturierungen etwas stärker ausfallen, da sich die Nutzung durch die Anwohner hier nur indirekt auswirken wird. Besonders die ausbleibenden Begehungsaktivitäten würden positiv auf die Uferstruktur wirken und damit einen veränderten Bewuchs des Ufers und der Flachwasserbereiche begünstigen, unterstützt durch Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität, des Wasserstands und der Entbuschung.

Die für die Durchführung dieser Variante notwendige Einzäunung des Biotops bringt jedoch verschiedene Probleme mit sich. Aus ästhetischer Sicht wirkt ein Zaun, welcher ein Gewässerbiotop durchschneidet, nicht schön und würde den Wert für die Bevölkerung deutlich schmälern. Darüber hinaus erschwert ein Zaun die Zugänglichkeit zum Gewässer und damit die Durchführung von Pflegemaßnahmen. Diese sind auch nach einer Renaturierung regelmäßig notwendig, um die vorher geschaffenen Zustand des Biotops zu erhalten. Die eingeschränkte Zugänglichkeit des Gewässers wirkt sich auch auf Tiere aus. Durch den Zaun können gerade größere Tiere das Gewässer nicht mehr aufsuchen. Ein zwingender Zugang zu dem Gewässer ist für Wildtiere, dank verschiedener anderer Gewässer in der näheren Umgebung (Abbildung 15) zwar nicht gegeben, dennoch erhöhen sie die Vielfalt und damit die Wertigkeit des Biotops. Darüber hinaus erhöhen sie den Wert des Biotops für die Bevölkerung, da der Tümpel auf diese Weise als interessanter Beobachtungspunkt wirken kann.

Variante 4 – Kombination von Nutzung und Renaturierung

Diese Variante ähnelt in weiten Bereichen der vorherigen und bringt daher dieselben Schwierigkeiten mit sich. Die Hauptschwierigkeit ist auch hierbei die Verbindung der Aspekte des Naturschutzes, welche sich in Maßnahmen der Renaturierung äußern, und der Möglichkeit, das Gewässer in gewissem Umfang weiterhin nutzen zu können. Bei Variante 4 stehen die beiden Aspekte der zukünftigen Entwicklung des Tümpels darüber hinaus direkt in Konkurrenz zueinander, da keine räumliche Trennung

zwischen ihnen existieren soll. Damit wäre in diesem Fall eine genaue Betrachtung der Möglichkeiten und eine Abwägung der positiven und negativen Auswirkungen besonders wichtig.

Die Anhebung des Wasserstandes ist bei dieser Variante, in gleicher Weise wie bei den Varianten 3 und 5, eine der wichtigsten aber auch am schwierigsten umzusetzenden Maßnahmen. Da der Wasserstand des Tümpels insgesamt niedrig ist und die Wasserführung starken Schwankungen unterliegt, stellt die Anhebung des Wasserstandes einen notwendigen Schritt für den langfristigen Erhalt des Gewässers und der mit dem Wasserkörper verbundenen Gewässerfunktionen dar. Wie bereits ausgeführt kann der Wasserstand auf unterschiedliche Weise angehoben werden bzw. kann versucht werden ihn anzuheben. Eine initiale Befüllung des Tümpels mit Frischwasser aus geeigneter Quelle kann kurzfristig und für eine gewisse Zeit für diesen Effekt sorgen. Aufgrund der starken Schwankungen des Wasserstandes des Tümpels, hervorgerufen durch die allgemeinen Bedingungen vor Ort und die Witterungsbedingungen, wird auch ein dadurch hervorgerufener erhöhter Wasserspiegel nur von vergleichsweise kurzer Dauer sein. Da in diesem Fall ein dauerhafter Wasserzufluss in den Tümpel weiterhin nicht vorhanden wäre, würde das Wasser mit der Zeit aus dem Tümpel verdunsten oder durch die Pflanzen aufgenommen. Dies würde nach einiger Zeit wieder zu der Einstellung des ursprünglich niedrigen Wasserspiegels führen. Um den Wasserstand dauerhaft höher zu halten, müsste daher eine Befüllung des Tümpels in regelmäßigen Abständen stattfinden. Eine solche regelmäßige Wiederholung würde auf Dauer sehr kostspielig und wäre darüber hinaus auch wenig sinnvoll, da sie den Entwicklungszielen des Tümpels entgegenlaufen würde.

Variante 5 – Vollständige Renaturierung ohne Zugangsmöglichkeit

Die Variante 5 bildet den Gegenansatz zu den Varianten 1 und 2. Statt die Entwicklung des Tümpels komplett sich selbst zu überlassen, wird hierbei umfänglich korrigierend eingegriffen, um den aktuellen Zustand des Gewässers zu verändern und der grundsätzlich eintretenden natürlichen Entwicklung eines stehenden Gewässers eine andere Ausgangslage zu bieten. Bei dieser Variante wird im Gegensatz zu den beiden vorher genannten umfassend aus den verschiedenen Möglichkeiten der Renaturierungen an stehenden Kleingewässern geschöpft, da die angestrebten Rahmenbedingungen der Variante mehr zulassen würden. Die wichtigste dieser Bedingungen ist das mit dieser Variante einhergehende Betretungsverbot der Biotopfläche. Durch die Unterbindung der weiteren Nutzung der Fläche und den damit ausbleibenden direkten Auswirkungen können auch Maßnahmen umgesetzt werden, welche bei den anderen Varianten ins Leere gelaufen wären. Dabei sei hauptsächlich die Anlegung von Totholz- und Lesesteinhaufen genannt, welche den Struktureichtum des Biotops erhöhen und neue Lebensraummöglichkeiten für verschiedene Tiere schaffen. Auch eine leichte Umgestaltung der Ufer des Gewässers ist nur bei einer ausbleibenden Begehungsaktivität sinnvoll, da die

Ufer einige Zeit brauchen, bis sie sich von dem Eingriff erholt haben. Gleichen gilt in geringerem Maße auch für das ganze Gewässer nach dem Eingriff einer Vertiefung, diese würde aber durch die Begehungen des Biotops nicht direkt beeinflusst.

Bei Variante 5 stellt sich angesichts der vorgeschlagenen Maßnahmen und deren Intensität bzw. umfassenden Auswirkungen verschiedenster Art die Frage nach der Notwendigkeit. Einige der Maßnahmen sind eingriffs- und kostenintensiv und nur bei entsprechendem Nutzen wirklich sinnvoll. Zur Klärung dieser Frage muss das Ziel der einzelnen Maßnahmen sowie das Gesamtziel der Renaturierungen festgelegt und der potenzielle Nutzen der Maßnahmen ermittelt werden. Dabei spielen die geringe Größe und die wahrscheinlichste weitere Entwicklung des Tümpels ohne die Durchführung oder bei Durchführung von weniger Maßnahmen in geringerem Maß eine große Rolle. Gerade bei Variante 5 können einzelne Maßnahmen nach einer Kosten-Nutzen-Analyse als nicht lohnenswert klassifiziert werden.

9.4. Ökologische, klimatische und gesellschaftliche Bedeutung der Varianten

Das Ziel einer Verbesserung der ökologischen Funktion des Tümpels lässt sich nur mit den Varianten 3-5 erreichen. Bei Variante 1 und 2 treten zu wenig oder keine Veränderung zum Erhalt des Gewässers ein. In beiden Fällen kann sich jedoch auf lange Sicht eine alternative Biotopstruktur aus dem Tümpel entwickeln. Diese hätte ihre eigene Bedeutung und Funktion, welche sich aber stark von der eines Kleingewässers unterscheiden würde. Bei den drei anderen Varianten kann der Tümpel, unter Umständen mit Wiederholungen der Eingriffe, auch über einen langen Zeitraum erhalten bleiben und damit in Zukunft seine Funktionen, welche er als Kleingewässer in dieser Umgebung hat, weiterhin erfüllen. Durch die Maßnahmen wird der Tümpel einige dieser Funktionen nach deren Abschluss besser erfüllen können als es momentan der Fall ist. Stehende Kleingewässer erfüllen je nach ihrer Lage verschiedene Funktionen. Im Bereich der Siedlungen haben dabei vor allem künstlich angelegte Kleingewässer nutzungsabhängige Funktionen, welche meist auch in Zusammenhang mit ihrer Schaffung stehen oder standen. Diese Funktionen, zu denen etwa die Ver- und Entsorgung von Wasser, die Löschfunktion oder eine Erholungsfunktion zählen (Thurn 1986), spielen im betrachteten Fall allerdings keine oder nur eine untergeordnete Rolle. Neben diesen Funktionen besitzen Kleingewässer auch natürliche Funktionen, welche unabhängig von menschlichen Interaktionen sind und vor allem bei Gewässern in der Landschaft die wichtigsten Gewässerfunktionen darstellen. Diese ökologischen Gewässerfunktionen beziehen sich auf Flora und Fauna, auf das Klima und das Landschaftsbild (Thurn 1986). Für viele Pflanzen und Tiere bieten stehende Kleingewässer einen Lebensraum, für Tiere können sie außerdem eine Lebensgrundlage darstellen, auch wenn diese ihren Lebensraum an anderer Stelle haben (Thurn 1986). In Mitteleuropa sind etwa 1000 Tier- sowie 200 Pflanzenarten bekannt,

welche Kleingewässer als Lebensraum nutzen (Drews und Ziemek 1995, S. 7). Zusätzlich finden sich unter diesen diverse Rote-Liste-Arten (Stolz und Riedel 2014). Kleingewässer bieten aber nicht nur Lebensraum, sie können auch darüber hinaus die Biodiversität in Gebieten insgesamt erhöhen. Zusammen mit anderen Kleingewässern haben sie eine Biotop verbindende Wirkung und sind dabei besonders in urbanen Gebieten wichtig (Tränckner et al. 2017). Aber auch in der freien Landschaft ist diese Funktion wichtig für die Ausbreitung und Bewegung vieler Arten. In Bezug auf das Klima stellen Kleingewässer eine Ausgleichsfunktion für ihre Umgebung dar (Thurn 1986). Durch die erhöhte Verdunstung ist die Luft in ihrer Umgebung feuchter und kühler, womit sie besonders in Siedlungsbereichen einen positiven Effekt auf das lokale Klima haben (Stadtentwässerungsbetriebe Köln und Stadt Köln, S. 34).

All diese Gewässerfunktionen sind von einem funktionierenden Kleingewässer abhängig und würden in mehr oder weniger starkem Maße mit dem Gewässer verschwinden. Eine Rückführung des Gewässers in einen ursprünglichen, natürlichen oder naturnahen Zustand stärkt damit dessen Möglichkeit, die Gewässerfunktionen in vollem Umfang bereitstellen zu können. Dabei kann das Gewässer seine ökologischen Funktionen umso besser erfüllen, je näher es an seinen natürlichen Ausgangszustand herangeführt wird bzw. je mehr negative und kontraproduktive Entwicklungen und Prozesse im und am Gewässer unterbunden oder beseitigt werden. Je nach Ausgangszustand, oder soweit dieser nicht bekannt ist und auch nicht rekonstruiert werden kann, kann alternativ auch ein durch die Renaturierung zu erreichender Zielzustand definiert werden. Dieser muss nicht zwingend mit einem potenziellen ursprünglichen Zustand übereinstimmen, sondern kann als geeignetster Weg zur Erreichung eines ökologischen Ziels für das Gewässer und das direkte und weitere Umfeld gesehen werden.

Besonders die Lebensraumfunktion eines Kleingewässers wird durch Maßnahmen wie etwa die Entkrautung, die Entbuschung oder die Entschlammung verbessert. Durch die Veränderungen, welche bei diesen Maßnahmen am Gewässer durchgeführt werden, erhöht sich die Zahl der Lebensräume und Nischen des Gewässers, wodurch es ein größeres Spektrum verschiedener Tier- und Pflanzenarten beherbergen kann. Viele Renaturierungen an Kleingewässern legen daher ein Augenmerk auf bestimmte Tiergruppen oder -arten oder entsprechend Pflanzenarten und werden nach den Bedürfnissen dieser Arten zumindest mit geplant und ausgeführt. In den meisten Fällen werden dabei bekannte und planungsrelevante Tiergruppen wie Amphibien, Vögel oder Libellen bedacht (vgl. Kuhn et al. 2007).

Einen positiven Effekt von Renaturierungsmaßnahmen an Kleingewässern auf Reptilien und Amphibien wiesen Kuhn et al. (2007) nach. Sie verglichen die Artenzahl und die Fortpflanzungstätigkeit verschiedener Froschlurche und Molche sowie von Waldeidechse und Ringelnatter an einer Anzahl

kleiner Gewässer im Landkreis Bad Doberan vor und nach einem Eingriff in die Gewässer. Die an den Gewässern ausgeführten Maßnahmen sollten in diesem Fall die Habitateignung der Gewässer in Bezug auf die betrachteten Arten verbessern (Kuhn et al. 2006). Durch die Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Gewässer innerhalb von ein bis vier Jahren wieder von den vor dort vorkommenden Arten besiedelt wurden. Darüber hinaus konnten an allen betrachteten Gewässern nach den Maßnahmen mehr Arten nachgewiesen werden als vorher. Im Schnitt verdoppelte sich die Zahl der an den Gewässern vorkommenden Arten (Kuhn et al. 2007). Auch die Fortpflanzungstätigkeit der betrachteten Arten verbesserte sich durch die Renaturierungen. Dieser Effekt war unabhängig von einer Neubesiedlung einzelner Gewässer und zeigte sich auch an den Gewässern, an denen die Arten schon vorher gefunden wurden. Als wichtigster Faktor wurde in der Untersuchung die ganzjährig hergestellte Wasserführung hervorgehoben, welche besonders für die Steigerung der Reproduktion entscheidend war (Kuhn et al. 2006; Kuhn et al. 2007). Die Wasserführung von Kleingewässern als wichtigen Faktor für das Vorkommen verschiedener Tierarten beschreibt auch Arle (2005). Dabei zeigt sich, dass an permanent wasserführenden Kleingewässern eine höhere Diversität herrscht als an temporären Kleingewässern. Rund ein Drittel der an Kleingewässern insgesamt vorkommenden Arten findet sich allerdings auch an temporär trockenfallenden Gewässern, weswegen auch diese Gewässer geschützt und erhalten werden sollten (Arle 2005).

Die Verbesserung der Wasserführung ist auch eines der zentralen Ziele, welche eine Renaturierung des hier betrachteten Tümpels, unabhängig der gewählten Variante, beinhalten sollte. Die Varianten 1 und 2 sind in diesem Fall außen vor, da beide nicht auf einen langfristigen Erhalt des Tümpels abzielen. In den anderen Fällen soll der Wasserspiegel des Tümpels angehoben werden und nach Möglichkeit dauerhaft erhöht bleiben, um ein Austrocknen des Tümpels in Zukunft zu vermeiden. Zumindest soll aber eine stärkere und häufiger auftretende Austrocknung des Tümpels unterbunden werden. Die positiven Auswirkungen einer solchen Maßnahme auf das Vorkommen von Amphibien würden auch im Interesse der Anwohner*innen liegen, da von diesen die Tierbeobachtung als Teil der Nutzung des Gewässers erwähnt wurde (vgl. Kapitel 5.5). Für diese Arbeit wurde keine Erfassung von Tieren am und im Gewässer durchgeführt, es konnten aber verschiedene Tiere bei den Kontrollen am Gewässer beobachtet werden, darunter ein adulter Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*) (Abbildung 15), ein nicht näher bestimmter adulter Braunfrosch sowie Jungfrösche einer nicht näher erfassten Froschart und junge Erdkröten. Diese Sichtungen belegen die Nutzung des Tümpels als Nahrungs- und Laichhabitat von Amphibien und geben einen Hinweis darauf, dass der Tümpel nach einer Renaturierung wieder von Amphibien besiedelt werden wird. Darüber hinaus gibt die nähere Umgebung des Gebiets Anlass, von weiteren Besiedlungen auszugehen. In einer Entfernung von 200 m befindet

sich ein Regenrückhaltebecken, in etwa 250 m Entfernung ein weiteres Kleingewässer auf einer Streuobstwiese (Abbildung 15). Weitere Kleingewässer befinden sich in 300 m Entfernung Richtung Süden gegenüber der Straße und in etwa 700 m Entfernung Richtung Westsüdwest. Darüber hinaus fließt nördlich des Untersuchungsgebiets die Clever Au, ein kleines Fließgewässer, welche am nächsten Punkt bis auf 400 m an den hier betrachteten Tümpel herankommt. All diese Gewässer liegen nahe genug, um eine Besiedelung des Tümpels aus eventuell vorhandenen Amphibienpopulationen zu ermöglichen. Besonders die Clever Au als lineares Element dürfte dabei eine Rolle spielen. Für einen solchen Austausch oder eine Ausbreitung sind natürlich entsprechende Populationen der Amphibien in den umgebenden Gewässern wichtig (Kuhn et al. 2007). Um einen guten Austausch oder auch eine Ausbreitung von Amphibien zu fördern, nennen Kuhn et al. (2006) eine Entfernung von idealerweise unter 300 m zwischen zwei Biotopen. Im betrachteten Fall bietet der Tümpel in Kombination mit den anderen Kleingewässern die Voraussetzung für einen einfachen Biotopverbund.



Abbildung 15: Links: Adulter Teichfrosch am Tümpel. Foto: D. Enßlin; Rechts: Karte der näheren Umgebung des Tümpels mit weiteren Kleingewässern.

Auch für andere Tierarten sind Kleingewässer ein wichtiger Lebensraum. In einer Untersuchung der Libellenfauna an neu angelegten und bereits bestehenden Kleingewässern im Raum Rotenkamp (Niedersachsen) konnte Martens (1983) etwa 30 Arten erfassen. Dabei wurden vor allem vegetationsarme Gewässer besiedelt. Nach Aussage des Autors kann eine Umgestaltung auch bei bestehenden Kleingewässern die Artenvielfalt von Libellen erhöhen. Auch für Laufkäfer stellen Kleingewässer ein wichtiges Habitat dar. In ihrer Untersuchung eines Waldteiches im Raum Osnabrück wiesen Liebe et al. (1999) eine große Zahl verschiedener Laufkäferarten besonders im Uferbereich nach. Dabei wiesen die Autoren darauf hin, dass besonders die Besonnung des Kleingewässers die Attraktivität des Lebensraums deutlich steigert. Beide Untersuchungen zeigen, dass eine Verbesserung der Gewässerstrukturen einen positiven Effekt auf das Vorkommen verschiedener Tierarten an Kleingewässern haben kann. Dabei spielen vor allem die Besonnung der Wasserfläche sowie der Bewuchs des Gewässers eine große Rolle. Diese beiden Punkte sollen auch in den Varianten 3 bis 5 dieser Arbeit

vorrangig behandelt werden. Der Bewuchs des Tümpels wird momentan durch die Beschattung der Weiden auf die Nordseite des Gewässers beschränkt, allerdings überdecken die Weiden auch die gesamte südliche Hälfte des Tümpels. Die Auslichtung der Weiden ist einer der wichtigsten Punkte der Renaturierung in allen drei Varianten. Dadurch wird das Gewässer gerade zur Mittagszeit wieder stärker besonnt. Dies erhöht den Biotopwert des Tümpels nicht nur für Tiere, sondern auch für Pflanzen.

Um die Vorteile und möglicherweise auftretende Nachteile von Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen an Kleingewässern einschätzen und bewerten zu können und daraus Hinweise für eine bessere Umsetzung ziehen zu können, müssen die Erfolge der Maßnahmen erfasst werden. Eine Effizienzkontrolle von Renaturierungen wird in den meisten Fällen allerdings nicht gemacht (Kuhn et al. 2007). Dadurch ist zum einen entsprechend wenig über die Erfolge von Renaturierungen bekannt, zum anderen können negative Auswirkungen einer Gewässerwiederherstellung, etwa bei unzureichender und falscher Ausführung, nicht analysiert werden. Im zweiten Fall fehlen darüber hinaus dann auch ein Lerneffekt und die Spezifizierung einzelner Maßnahmen für bestimmte Gegebenheiten oder die Erreichung bestimmter Ziele.

9.5. Einschätzung der Varianten

Die einzelnen Varianten unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der Umsetzbarkeit in Bezug auf den Einsatz und den Nutzen bzw. Erfolg. Damit weisen sie auch eine unterschiedliche Realitätsnähe auf. Variante 1 ist an sich einfach umsetzbar und damit leicht durchzuführen, da wenig bis nichts getan werden muss. Damit unterscheidet sich diese Variante nicht von dem bisherigen Vorgehen am Gewässer. Eine Zielstellung gibt es bei dieser Variante nicht, da die Richtung, in welche sich das Gewässer entwickelt zwar grob bekannt ist, aber nicht gesagt werden kann, in welchen Zeiträumen die Veränderungen in welcher Art stattfinden werden. Darüber hinaus kann keine Zielsetzung erfolgen, wenn keine Veränderungen am Gewässer vorgenommen werden sollen. Damit eignet sich diese Variante zwar gut für eine zukünftige Entwicklung des Tümpels, sie verbessert aber weder die Gewässerfunktionen noch sorgt sie dafür, dass das Gewässer optisch aufgewertet wird. Das Biotop wird sich grundlegend wandeln und damit in Zukunft neue Funktionen ausbilden und übernehmen. In Bezug auf die Biodiversität können schwerlich Aussagen getroffen werden, da auch ein verlandetes Gewässer ein Biotop mit entsprechenden Tier- und Pflanzenarten darstellt. Im Gegensatz zum jetzigen Zeitpunkt wird es dann nur kein Gewässer mehr sein und damit entsprechend anderen Arten Lebensraum bieten. Die Gefahr, welche in diesem Fall besteht, ist, dass das Biotop nach dem vollständigen Verschwinden des Tümpels in die umgebende Fläche eingegliedert wird und damit auf lange Sicht die

Abwechslung des Gebiets verschwindet. Die Tatsache, dass sich um den Tümpel eine Ausgleichsfläche befindet und der Tümpel laut Bebauungsplan erhalten werden muss, schwächt diese etwa ab, hebt die Gefahr allerdings dennoch nicht ganz auf. Die Zeiträume, in denen bei dieser Variante gedacht werden muss, strecken sich vermutlich über mehrere Jahrzehnte.

Variante 2 unterscheidet sich hinsichtlich des Vorgehens nur unwesentlich von Variante 1. Der größte Unterschied zwischen beiden ist die Tatsache, dass bei Variante 2 eine langfristige Zielsetzung vorliegt. Diese besagt, dass das Gewässer und das umgebende Biotop dauerhaft in dem Zustand gehalten werden soll, welchen es zu Beginn der „Durchführung“ der Variante hatte. Eine Veränderung der Gestalt und Funktion des Biotops soll damit verhindert werden. Wie bereits in vorigen Punkten ausgeführt sind zum Erreichen dieser Zielsetzung kleinere Pflegemaßnahmen am Gewässer notwendig, welche die natürlichen Veränderungen des Biotops, und damit die Entfernung vom Ausgangszustand, rückgängig machen. Dies betrifft hauptsächlich die Auslichtung der Weiden und eine Entschlammung des Tümpels. Da die Veränderungen am Gewässer in sehr großen Zeiträumen ablaufen werden und damit erst in vielen Jahren ein nennenswerter Pflegebedarf entstehen wird, entkoppeln sich bei dieser Variante schnell die später durchgeführten Pflegeeingriffe von der ursprünglich festgelegten und durchzuführenden Variante und werden möglicherweise entsprechend nicht mehr mit dieser ursprünglichen Überlegung in Zusammenhang gebracht. Ein Knackpunkt dieser Variante ist die Tatsache, dass die eigentlichen Eingriffe in das Biotop zwar gering ausfallen werden und zeitlich weit auseinander liegen, was die Kosten für den Pflegebedarf bei dieser Variante geringhalten dürfte. Da für eine angepasste Durchführung der Pflege allerdings die entstehenden Veränderungen am Gewässer erfasst werden müssen, ist ein mehrjähriges Monitoring der Fläche erforderlich. Durch diese werden die Kosten dieser Variante steigen, wodurch sich die Kosten-Nutzen-Rechnung zuungunsten der Variante entwickeln kann. Ein weiteres Problem der Variante stellt eine potenzielle Entschlammung dar. Unter der Prämisse des Beibehaltens des momentanen Zustandes des Gewässers auch mit der jetzigen Struktur ist eine solche kaum durchführbar, da der Tümpel stark von den Weiden überwuchert ist und damit nicht zugänglich. Bei einer Entschlammung müssten die in das Gewässer wachsenden Weiden entfernt werden, was dem Wortlaut der Variante widersprechen würde. Damit würde sich die Variante bei wörtlicher Auslegung nicht für eine Umsetzung eignen.

Variante 3 verbindet Renaturierungen am Gewässer mit einer weiteren Nutzung des Biotops durch die Anwohner in der bisherigen Weise. Dabei zielt Variante 3 auf eine räumliche Trennung zwischen einem Nutzungsbereich und einem Bereich ohne weitere Nutzung ab. Zur Trennung dieser beiden Bereiche soll ein Zaun gezogen werden. Hintergrund dieses Eingriffs in das Bild des Biotops ist die

angenommene Notwendigkeit einer physischen Barriere, welche nicht einfach übertreten werden kann. Eine alternative Trennung der beiden Bereiche durch vegetationstechnische Möglichkeiten, etwa die Pflanzung von Sträuchern, wird nicht denselben abgrenzenden Effekt haben und darüber hinaus mehr Platz des Biotops in Anspruch nehmen sowie ebenfalls zu einer optischen Beeinträchtigung des Gesamtbildes des Biotops führen. In den beiden durch diese Maßnahme geschaffenen Bereichen soll der Tümpel durch einzelne Maßnahmen renaturiert werden, wobei diese Renaturierung in unterschiedlicher Intensität erfolgen soll. Im weiterhin zugänglichen Bereich soll sie etwas geringer ausfallen, damit die weitere Nutzung der Fläche die Effekte der Renaturierung nicht hinfällig macht. Die Form der Renaturierung soll im gesamten Biotop aber in gleicher Weise erfolgen. Als Beispiel sei hier noch einmal die Auslichtung der Weiden und die Entschlammung des Tümpels genannt, welche im zugänglichen Bereich des Biotops in abgeschwächter Weise durchgeführt werden sollen. Besonders bei der Entbuschung soll dadurch verhindert werden, dass das Südufer in gleicher Weise zugänglich wird wie das Nordufer, womit eine stärkere Begehung des Ufers verbunden sein dürfte. Dies könnte die Ausbildung einer Ufervegetation beeinträchtigen und damit die Strukturvielfalt des Tümpels. Im Bereich des abgegrenzten Bereichs soll die ausbleibende Nutzungsaktivität eine naturnahe Entwicklung des Biotops auf der Grundlage der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen ermöglichen. Die Trennung des Biotops bei dieser Variante stellt aber auch ihre größte Schwäche dar. Der Zaun, welcher für die Umsetzung der Variante erforderlich ist, sorgt für eine physische und optische Barriere innerhalb des Biotops und des Tümpels, wobei der Zaun den Tümpel nicht queren soll. Für eine konsequente Abgrenzung des von Begehung zu schützenden Bereichs des Biotops muss der Zaun auch zur umgebenden Wiese aufgestellt werden. Damit wird der Bereich nach außen hin abgeschnitten. Dies beeinträchtigt auch die Bewegung von Wildtieren und kann damit der Funktion des Tümpels als Lebensraum oder zumindest Lebensraumelement entgegenstehen. Darüber hinaus ist ein Zaun innerhalb des Biotops eine optische Beeinträchtigung des Gesamtbildes und wertet dieses in der Hinsicht ab. Es stellt sich des Weiteren die Frage, ob die in dieser Variante angestrebte Trennung des Biotops und Tümpels bei der geringen Größe der beiden, im Besonderen aber des Tümpels, überhaupt sinnvoll ist. Der durch die Aufteilung entstehende „geschützte“ Bereich wäre je nach Art der Aufteilung zwischen 650 und 900 m² groß, der Anteil des Tümpels läge bei 100-150 m² (vgl. Kapitel 5.5). Der Bereich wäre damit relativ klein, wodurch die Einflüsse aus der umgebenden Fläche dennoch zu Beeinträchtigungen führen könnten, welche sich unter Umständen nicht von denen bei Variante 4 entstehenden unterscheiden. Dadurch könnte die Teilung des Biotops ihre Wirkung verlieren.

Variante 4 zielt ebenso wie Variante 3 auf eine Verbindung von Renaturierung und weiterer Nutzung der Fläche durch die Anwohner ab. Im Gegensatz zu Variante 3 soll dabei aber keine Trennung zwischen den beiden Formen erfolgen, sondern Renaturierung und private Nutzung sollen nebeneinander auf der gesamten Fläche des Biotops möglich sein und umgesetzt werden. Dabei entstehen natürlich gewisse Spannungen, da die weitere Begehung des Biotops durch den Menschen einigen Formen der Renaturierung entgegenlaufen kann bzw. deren Erfolg schmälern könnte. Die bei dieser Variante vorgeschlagenen Eingriffe sind aus diesem Grund sehr gering gehalten und dienen hauptsächlich der allgemeinen Verbesserung der Gewässerstruktur und Gewässerfunktionen. Im Gegensatz zu Variante 3 gibt es bei dieser Variante keine optische Beeinträchtigung des Biotops, wodurch sie auch mehr Zustimmung in der Bevölkerung findet (vgl. Kapitel 5.6). Variante 4 ist entgegen allen anderen Varianten die einzige, bei der auch auf eine Abgrenzung des Biotops zum Umland verzichtet werden sollte, da die Verbindung von Renaturierung und weiterer privater Nutzung ganzheitlich sein soll. Die Umsetzung verschiedener Pflegemaßnahmen am Gewässer und dessen direkter Umgebung unter Beibehaltung der bisherigen Zugänglichkeit des Gewässers bietet sowohl im Hinblick auf den Erfolg der Maßnahmen als auch unter kostentechnischen Gesichtspunkten eine gute Alternative zwischen den Varianten 3 und 5. Die vorgeschlagenen Maßnahmen der Wiederherstellung können in regelmäßigen zeitlichen Abständen zur Pflege des Biotops und zur Erhaltung des hergestellten Zustandes wiederholt werden. Dabei dürfte die Akzeptanz unter den Anwohnern zu dieser Form der weiteren Entwicklung und des Umgangs mit dem Tümpel und dessen Biotops hoch sein.

Variante 5 stellt den umfangreichsten Eingriff in das Biotop dar und beinhaltet nahezu alle Möglichkeiten der Renaturierung an stehenden Kleingewässern. Da bei dieser Variante eine weitere Nutzung der Fläche durch den Menschen ausbleiben soll, kann das gesamte Gewässer im Sinne einer möglichst naturnahen Gestaltung renaturiert werden. Dabei ist das Ziel dieser Maßnahme die Herstellung eines ursprünglichen naturnahen Zustandes des Tümpels unter der Maßgabe, dass sowohl der Ursprung als auch der ursprüngliche Zustand des Gewässers nicht bekannt ist. Aufgrund der Erzählungen von Anwohnern über den Zustand und die Entwicklung des Tümpels in den letzten Jahrzehnten wird deshalb ein wahrscheinlicher „ursprünglicher“ Zustand des Gewässers angenommen, welcher durch die Renaturierungen erreicht werden soll. Dieser sieht unter anderem weniger Bewuchs, einen höheren Wasserspiegel und eine größere Gewässertiefe vor. Darüber hinaus sind Strukturveränderungen, welche im Allgemeinen mit einer verbesserten Gewässerfunktion im Bereich der Lebensraumbereitstellung verbunden werden, vorgesehen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen am Gewässer sind bezogen auf die Größe sehr umfangreich und können bei vollständiger Ausführung zu einer umfassenden Änderung der Gewässergestalt führen. Angesichts der geringen Größe des Tümpels und

der momentanen Gestalt stellt sich die Frage, ob die Renaturierungen in diesem Ausmaß durchgeführt werden müssten. Im Besonderen Maßnahmen, welche mit einem starken Eingriff in das Gewässer verbunden sind, sollten in Bezug auf ihren Nutzen intensiv geprüft werden. Im hier vorliegenden Fall trifft dies auf die Vertiefung des Tümpels und die Umstrukturierung des Ufers zu. Aus den Bodenaufschlüssen kann entnommen werden, dass sich in dem Tümpel über der wasserführenden Schicht eine organische Auflage mit einer Mächtigkeit von bis zu 80 cm befindet. Diese vollständig zu entfernen würde die Gestalt des Gewässers grundlegend ändern. Da der Wasserspiegel des Gewässers früher deutlich höher lag als heute (vgl. Kapitel 6.1) müsste in diesem Fall auch Bodenmaterial im Bereich über der momentanen Gewässerkante zumindest in Teilen abgetragen werden. Andernfalls würde ein zu steiler Übergang in tiefere Gewässerbereiche entstehen. Wird eine Vertiefung in dieser Weise umgesetzt, muss der Wasserstand zwingend deutlich angehoben werden, da sonst bei der gegenwärtigen Wassermenge des Tümpels der Wasserstand stark absinken würde. In diesem Zusammenhang würde vermutlich vor allem die Wassereinspeisung über die ehemalige Drainage eine wichtige Rolle spielen. Diese Form der Wasserzuführung in den Tümpel ist die einzige, welche dauerhaft genügend Wasser bereitstellen könnte, um ein höheres Wasserniveau im Gewässer zu halten. Aufgrund der Schwierigkeiten dieser Lösung, etwa das Finden der Drainage und die Einigung mit den Grundbesitzern, wird sich diese Variante allerdings kaum umsetzen lassen. Da bei dieser Form der Wasserzuführung darüber hinaus außerhalb des Biotops und der Ausgleichsfläche ein Eingriff notwendig würde, wären weitere Planungen und Genehmigungen erforderlich, wodurch die Kosten als entscheidender Faktor immer mehr zum Tragen kommen könnten. Ein Eingriff in das Ufer des Tümpels stellt sich grundlegend schwierig dar, da sich die Frage stellt, an welcher Stelle das neue Ufer geschaffen werden soll. Wird der Wasserstand nicht weiter erhöht, würden die Änderungen an der aktuellen Wasserkante vorgenommen. Dabei steht zumindest auf der Nordseite des Tümpels Fläche in begrenztem Maße zur Verfügung. Lässt sich der Wasserstand dagegen anheben und wird dies auch umgesetzt, müsste eine Uferumgestaltung an einem höher im Biotop liegenden Punkt verlagert werden. In diesem Fall würden zumindest auf der Nordseite die Pappeln einer solchen Umgestaltung den Raum nehmen. Eine Uferumgestaltung als Renaturierungsmaßnahme würde sich aus diesen Gründen eher weniger anbieten, zumal die positiven Wirkungen bei der geringen Gewässergröße verpuffen könnten. Wenn sich der Wasserspiegel dauerhaft erhöhen ließe, würde sich zudem eine neue Gewässerkante und damit auch eine neue Uferlinie mit veränderter Uferstruktur einstellen. Die anderen für die Variante 5 vorgeschlagenen Renaturierungsmaßnahmen lassen sich gut umsetzen und bieten die Möglichkeit die Struktur und die Gewässer- und Lebensraumfunktion des Biotops deutlich zu verbessern. Der bei dieser Variante angestrebte Ausschluss der Bevölkerung aus dem Biotop könnte nach Auswertung der Befragung der Anwohner auf geringere Akzeptanz führen

als die anderen Varianten, die dabei ermittelte Nutzungsaktivität des Biotops durch die Anwohner stellt sich allerdings als so gering dar, dass auf eine Begehung verzichtet werden könnte. Die niedrige Beteiligung in der Umfrage lässt darüber hinaus nur eingeschränkte Schlüsse zu. Für eine Nutzung des Biotops zur Beobachtung von Tieren wird sich diese Variante aber am besten anbieten.

Die Auswertung der durchgeführten Untersuchungen am Gewässer liefern Hinweise auf Maßnahmen, welche unabhängig von den fünf Varianten durchgeführt werden sollten und was an dem Tümpel nicht notwendig ist. Die Messung des Nitrat- und Phosphatgehalts des Wassers liefert besonders für Phosphat extrem hohe Werte. Die ermittelten Werte von 1,8 mg/l und höher liegen deutlich über den für natürliche Gewässer üblichen Werten. Versucht man das Gewässer nach diesen Werten in die Trophieklassifizierung für Standgewässer einzuordnen, ergibt sich eine Einstufung als hypertrophes Gewässer (LAWA 1999, S. 52; JBL GmbH & Co. KG 2013). Je nach Quelle ist dabei ab einem Wert von 0,1 bis 0,5 mg/l Phosphat ein Gewässer als hypertroph einzustufen. Eine genaue Zuordnung des Gewässers in eine Trophiestufe ist nur anhand der Phosphat- und Nitratkonzentration im Wasser nicht möglich. Für diese Zuordnung wird darüber hinaus der Chlorophyll a-Gehalt des Wassers über die Vegetationsperiode gemessen (LAWA 1999). Dieser dient als Wert für die Algendichte des Gewässers und damit den gesamten Nährstoffgehalt des Wassers. Die hier vorgenommene grobe Einstufung des Gewässers dient damit hauptsächlich einer vorläufigen Einschätzung der Wasserqualität. Für eine genauere Einstufung sollten die Wasserproben im Labor analysiert werden. Dennoch deuten die Werte auf einen extremen Phosphatüberschuss in dem Tümpel hin. Diesem sollte durch entsprechende Maßnahmen entgegengewirkt werden. Als Maßnahmen eignen sich dafür grundsätzlich eine Belüftung des Gewässers, eine Entschlammung und ein Wasseraustausch. Das Gewässer bei der geringen Größe und Wassermenge zu belüften, um den aeroben Abbau der darin enthaltenen Nährstoffe zu beschleunigen, würde aber voraussichtlich einen zu großen Aufwand im Vergleich zum Ergebnis bedeuten. Zumal dadurch der Untergrund aufgewirbelt und damit zusätzlich Nährstoffe in das Wasser gelangen könnten. Darüber hinaus könnte eine reine Belüftung angesichts der Phosphatmengen allein nicht ausreichen, um die Gewässerqualität nachhaltig zu verbessern. Eine Entschlammung würde eine der Hauptquellen von Phosphateintrag in ein Standgewässer entfernen und könnte damit einen effektiven Beitrag zur Verbesserung der Wasserqualität leisten. Ein Wasseraustausch würde kurzfristig die Wasserqualität deutlich verbessern, jedoch nur so lange, bis sich wieder Nährstoffe im Wasser gelöst haben oder in dieses eingeschwemmt wurden. Daher ist diese Maßnahme nur in Kombination mit einer Entfernung der Quelle des Eintrags sinnvoll. Die Quellen der hohen Phosphat-Konzentration im vorliegenden Fall zu finden könnte schwierig sein. Da der Tümpel in einer Ausgleichsfläche liegt, welche nur im jährlichen Rhythmus gemäht wird, wird der Eintrag über Aus-

schwemmungen von dieser Fläche eher gering sein. Als weitere Quellen kommen darüber hinaus der Schlamm am Grund des Tümpels und möglicherweise eine Einschwemmung aus umliegenden Gärten in Frage. Ein Eintrag aus den Gärten spielt bei den gemessenen Werten nur dann eine Rolle, wenn in diesen intensiv gedüngt wird. Entsprechende Nachfragen könnten im Zuge der Beseitigung des Phosphatüberschusses des Gewässers durchgeführt werden. Der Hauptgrund für die hohen Phosphatwerte im Wasser dürfte aber die Anreicherung von Phosphat im Laufe der Zeit sein. Da der Tümpel keinen Abfluss hat sammeln sich eingeschwemmte Nährstoffe darin immer weiter an. Durch die intensive Beschattung des Tümpels wird trotz der hohen Nährstoffwerte das Wachstum von Algen im Wasser eingeschränkt. Damit fällt eine Entfernung der Nährstoffe über die Vegetation und im Folgenden über deren Aufnahme durch Tiere weg.

Die zu den unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelten Nährstoffkonzentrationen des Gewässers zeigen einen weiteren Faktor, welcher bei der Bewertung eine Rolle spielt. Der Wasserspiegel des Tümpels ändert sich im Jahresverlauf, im Sommer fällt der Tümpel teilweise komplett trocken. Dies spiegelt sich auch bei den gemessenen Konzentrationen wider, besonders gut zu erkennen bei den Werten für Nitrat. Bei der zweiten Begehung wies der Tümpel einen sehr niedrigen Wasserstand auf, die Nitratkonzentration lag um das 15-fache höher als bei der Messung einen Monat früher (vgl. Tabelle 4). Bei der vierten Begehung des Tümpels lag dieser komplett trocken, nur im Schlamm war noch Wasser vorhanden. Für eine Bestimmung der Nährstoffe reichte die Wassermenge nicht aus. Aufgrund der hohen Phosphatkonzentration im Gewässer und der Gegebenheiten vor Ort wird nur ein Wasseraustausch und eine Entschlammung diese reduzieren können. Unter Umständen ist eine Phosphatfällung im Wasser angeraten.

10. Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit ging es um die Frage, wie mit einem stehenden Kleingewässer in einer Ausgleichsfläche eines Wohngebietes in Zukunft umgegangen werden soll. Der Tümpel befindet sich zwischen zwei Grundstücken in der Nähe einer Straße und ist von Pappeln und Weiden gesäumt. Das ehemals dauerhaft wasserführende Gewässer wurde durch die Anlage des umgebenden Wohngebietes stark verändert, was sich besonders dadurch zeigt, dass sich der Wasserstand in den folgenden Jahren verringert hat und das Gewässer im Sommer regelmäßig trockenfällt. Die eingetretenen Veränderungen an dem Tümpel haben nicht nur das Bild des Gewässers verändert, sondern beeinträchtigen auch dessen Gewässerfunktionen. Um diese beiden Faktoren zu verbessern, entstand bei der Stadt Bad Schwartau die Überlegung, den Tümpel wieder in einen natürlicheren, früheren Zustand zu überführen. In dieser Arbeit wurden dazu verschiedene Varianten entwickelt, wie mit dem Tümpel zukünftig umgegangen werden könnte, und welche Maßnahmen unter Umständen an ihm durchgeführt werden sollten. Dabei zielen nicht alle Varianten auf eine Verbesserung der Gewässerstruktur und des Gewässerbildes ab. Die Varianten reichen vom „Nichts-Tun“ bis zu einer Renaturierung des gesamten Gewässers und der Unterbindung des weiteren Betretens. In die Entwicklung der Varianten ist dabei auch die Meinung der Anwohner*innen sowie die durch sie hervorgerufene private Nutzung des Bereichs um den Tümpel mit eingeflossen. Die einzelnen Varianten wurden miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit bewertet, wobei sich zeigte, dass nicht jede davon für eine Umsetzung eignen wäre. Gerade die Varianten, bei denen der Nutzen im Vergleich zum Einsatz und den anfallenden Kosten nicht groß genug ist, würden sich in dem Fall nicht anbieten. Da von Seiten der Stadt eine Veränderung des momentanen Zustandes des Gewässers angestrebt wird, ist auch die Umsetzung der ersten Variante, des „Nichts-Tuns“, wenig zielführend. Die Umsetzung der Variante 4 oder 5 erscheint aus dieser Sicht sinnvoller, wobei bei Variante 5 die Frage im Raum steht, ob alle vorgeschlagenen Maßnahmen in dieser Form umgesetzt werden können und sollen. Auch eine abgeschwächte Umsetzung der Variante 5 ist denkbar. Ganz unabhängig der Überlegung, welche Vorgehensweise sich am ehesten anbieten würde, stellt sich im Zusammenhang mit der Gewässerrenaturierung auch immer die Frage nach der Notwendigkeit. Das betrachtete Gewässer mag nicht mehr dem Bild eines „schönen“ Kleingewässers entsprechen und nicht mehr im vollen Umfang die Funktionen eines solchen erfüllen, dennoch hat es auch in dieser Form einen Wert für die Umgebung und für den Naturschutz. Bei der Frage nach der Renaturierung eines Kleingewässers gibt es manchmal Stimmen, welche statt dieser eher eine Neuanlage eines weiteren Gewässers in der Nähe empfehlen (Glandt 2006, S. 50). Dadurch könnten sowohl die positiven Eigenschaften eines „jungen“ Gewässers hinsichtlich des Gewässerbildes und der Gewässerfunktionen für die Umgebung erreicht werden als auch das bestehende Gewässer mit seinem fortgeschrittenen Entwicklungszustand und

dessen dadurch entstandenem Potenzial für den Natur- und Artenschutz Rechnung getragen werden. Glandt (2006, S. 50) führt diese Überlegung weiter aus und stellt dabei fest, dass diese grundlegend richtig ist, neu erstellte Gewässer allerdings bis zu 10 Jahre brauchen, bis sich Gewässerstrukturen sowie Lebensgemeinschaften aufgebaut haben, welche die genannten positiven Funktionen übernehmen können.

Im hier betrachteten Fall wäre eine Gewässerneuanlage in unmittelbarer Nähe vermutlich nicht umsetzbar, da die notwendigen Flächen dafür fehlen. Da in der näheren Umgebung darüber hinaus weitere Kleingewässer unterschiedlicher Struktur vorhanden sind, wäre dies auch nicht notwendig. Aufgrund der Lage des Tümpels in einem Wohngebiet kommt diesem neben einer ökologischen Funktion vor allem eine gestaltende Funktion für das Gebiet zu. Dabei spielt auch das Erscheinungsbild des Gewässers eine Rolle. Für die Bevölkerung ist ein offenes Gewässer ohne dichten Bewuchs sowohl im Gewässer als auch am Ufer meist anschaulicher und wird als schöneres Gewässer wahrgenommen. Daher sind Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur und des Gewässerbildes im hier betrachteten Fall durchaus sinnvoll. Da mit diesen Maßnahmen meist auch eine leichte Verbesserung der Gewässerfunktionen erreicht werden kann, sollten die Veränderungen am Gewässer auf ein Maß ausgedehnt werden, welches den Tümpel im Hinblick auf die Wasserhaltung und die Bereitstellung von Lebensraum besonders für Tiere deutlich aufwertet. Zu große Eingriffe an dem Tümpel sollten allerdings vermieden werden, da diese mit großen Auswirkungen auf die bereits existierenden Tier- und Pflanzenarten einhergehen, und damit die Zeit, bis zu der sich wieder entsprechende Lebensgemeinschaften einstellen, entsprechend erhöht wird. Das Ziel aller durchgeführten Maßnahmen sollte maximal das Erreichen eines Zustandes sein, welchen der Tümpel zu einem früheren Zeitpunkt bereits hatte und welcher durch menschlichen Einfluss verloren ging.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Untersuchungsgebietes auf preussischen Messtischblättern unterschiedlicher Zeiträume. Die Lage des heutigen Tümpels ist in blau eingezeichnet. Links: Messtischblatt des Zeitraums 1902-1930; Rechts: Messtischblatt des Zeitraums 1932-1950. Quelle: https://service.gdi-sh.de	8
Abbildung 2: Lage des Untersuchungsgebietes (rot) am Rand der Stadt Bad Schwartau. Quelle: https://tile.openstreetmap.org/	9
Abbildung 3: Lage der sechs durchgeführten Bodenaufschlüsse im Bereich des Tümpels. Quelle: https://service.gdi-sh.de/WMS_SH_DOP20col_KF	11
Abbildung 4: Nähere Umgebung des Untersuchungsgebietes. v. l. n. r.: 2006, 2010, 2019. Die Lage des Tümpels ist in blau eingezeichnet. Quellen: oben: Google Earth, unten: https://service.gdi-sh.de/WMS_SH_DOP20col_KF	12
Abbildung 5: Screenshot aus der Online-Umfrage. Beispiele der gestellten Fragen.	15
Abbildung 6: Ergebnisse der Bestimmung der Humusgehalte der oberen Bodenhorizonte.	28
Abbildung 7: Links: Regenrückhaltebecken im Norden des Untersuchungsgebietes. Rechts: Streuobstwiese nordöstlich des Untersuchungsgebietes. In der Mitte des Bildes ist der Bewuchs des Kleingewässers zu erkennen. Fotos: D. Enßlin.....	29
Abbildung 8: Veränderungen der Nutzung der Umgebung des Untersuchungsgebietes. Rechts: 2006, links: heute.....	30
Abbildung 9: Art der privaten Nutzung des Biotops durch die Anwohner.....	31
Abbildung 10: Einschätzung der Auswirkungen durch die private Nutzung.	32
Abbildung 11: Verteilung der bevorzugten Variante der Umfrageteilnehmer.	32
Abbildung 12: Wasserstände des Tümpels v. l. n. r. 23.05.21, 19.06.21, 03.07.21, 05.08.21. Fotos: D. Enßlin	36
Abbildung 13: Links: Selbstgebaute Spielhütte im Bereich des Gewässers. Rechts: Starke Bestände von <i>Iris spec.</i> im Gewässer (Mitte des Bildes). Fotos: D. Enßlin.....	37
Abbildung 14: Blick auf den Tümpel von Westen. Foto: D. Enßlin.....	51
Abbildung 15: Links: Adulter Teichfrosch am Tümpel. Foto: D. Enßlin; Rechts: Karte der näheren Umgebung des Tümpels mit weiteren Kleingewässern.....	64
Abbildung 16: Veränderungen des Aussehens des Gewässers und Biotops im Laufe des Sommers. Aufnahmedaten v. o. n. u.: 08.04.21, 23.05.21, 19.06.21, 03.07.21, 05.08.21. Fotos: D. Enßlin	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufbau der Online-Umfrage und Erläuterung der Schritte	14
Tabelle 2: Gesamtartenliste aus den Vegetationsaufnahmen des Biotops.	25
Tabelle 3: pH-Werte der einzelnen Horizonte der Bodenaufschlüsse. Bei fehlenden Werten waren diese Horizonte in den Aufschlüssen nicht vorhanden.....	27
Tabelle 4: Ergebnisse der Analyse des Nitrat- und Phosphatgehalts in Wasserproben der vier Begehungen.	29
Tabelle 5: Vegetationsaufnahme vom 23.05.2021. Die Erklärung der Artmächtigkeit (D.) und Soziabilität (S.) erfolgt in Tabelle 8	77
Tabelle 6: Vegetationsaufnahme vom 19.06.2021	78
Tabelle 7: Vegetationsaufnahme vom 03.07.2021	79
Tabelle 8: Erklärung der Werte für die Dominanz und Soziabilität der Vegetationsaufnahmen. Die Artmächtigkeit (links) ist eine Kombination aus Häufigkeit und Deckung der jeweiligen Pflanzenart. Die Soziabilität (rechts) ist ein Wert für die Geselligkeit der Pflanzen und zeigt auf, wie sich diese gruppieren (Braun-Blanquet 1964, 39ff.; Knauer 1981, 38f.).....	80
Tabelle 9: Formblätter bodenkundliche Profilaufnahmen (reduziert).....	81
Tabelle 10: Ergebnisse der Glühversuche nach DIN 18128	83

Anhang



Abbildung 16: Veränderungen des Aussehens des Gewässers und Biotops im Laufe des Sommers. Aufnahmedaten v. o. n. u.: 08.04.21, 23.05.21, 19.06.21, 03.07.21, 05.08.21. Fotos: D. Enßlin

Tabelle 5: Vegetationsaufnahme vom 23.05.2021. Die Erklärung der Artmächtigkeit (D.) und Soziabilität (S.) erfolgt in Tabelle 8

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	D./S.
<i>Acer campestre</i>	Berg-Ahorn	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	1/1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel	3/4
<i>Arctium spec.</i>	Klette	+
<i>Barbarea vulgaris</i>	Winterkresse	+
<i>Bromus hordeaceus</i>	Weiche Trespe	1/2
<i>Bromus sterilis</i>	Taube Trespe	2/2
<i>Cirsium arvense</i>	Ackerkratzdistel	+
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	+
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn	+
<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knäuelgras	1/2
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	+
<i>Euonymus europaeus</i>	Europäisches Pfaffenhütchen	r
<i>Ficaria verna</i>	Scharbockskraut	+
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	1/2
<i>Galium mollugo agg.</i>	Wiesen-Labkraut	1/1
<i>Geranium dissectum</i>	Schlitzblättriger Storchschnabel	+
<i>Geum urbanum</i>	Echter Nelkenwurz	+
<i>Glechoma hederacea</i>	Gewöhnlicher Gundermann	1/1
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	1/2
<i>Holosteum umbellatum</i>	Dolden-Spurre	r
<i>Iris spec.</i>	Schwertlilie	1/2
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster	+
<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispengras	+
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	2/2
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	3/2
<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche	r
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	+
<i>Ranunculus acris agg.</i>	Scharfer Hahnenfuß	1/1
<i>Ribes spec.</i>	Johannisbeere	1/2
<i>Rosa canina</i>	Hunds-Rose	+
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide	1/2
<i>Salix viminalis</i>	Korb-Weide	3/4
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	1/1
<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere	r
<i>Taraxacum spec.</i>	Löwenzahn	+
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	3/3
<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball	r
<i>Vicia sativa agg.</i>	Saat-Wicke	1/2

Tabelle 6: Vegetationsaufnahme vom 19.06.2021

Wissenschaftlicher Artnamen	Deutscher Artnamen	D./S.
<i>Acer campestre</i>	Berg-Ahorn	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	1/1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel	3/4
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	1/1
<i>Bromus hordeaceus</i>	Weiche Trespe	1/2
<i>Bromus sterilis</i>	Taube Trespe	2/2
<i>Cirsium arvense</i>	Ackerkratzdistel	+
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	+
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn	+
<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knäuelgras	1/2
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	+
<i>Euonymus europaeus</i>	Europäisches Pfaffenhütchen	r
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	1/2
<i>Galium mollugo agg.</i>	Wiesen-Labkraut	1/1
<i>Geum urbanum</i>	Echter Nelkenwurz	+
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	1/2
<i>Iris spec.</i>	Schwertlilie	1/2
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss	r
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster	+
<i>Lotus pedunculatus</i>	Sumpf-Hornklee	+/2
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp	+
<i>Persicaria amphibia mod. terrestris</i>	Wasser-Knöterich (Landform)	+
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	2/2
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	3/2
<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche	r
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	1/1
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	+
<i>Ribes spec.</i>	Johannisbeere	1/2
<i>Rosa canina</i>	Hunds-Rose	+
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide	1/2
<i>Salix viminalis</i>	Korb-Weide	3/4
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	1/1
<i>Sonchus oleraceus</i>	Kohl-Gänsedistel	r
<i>Taraxacum spec.</i>	Löwenzahn	+
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	3/3
<i>Vicia sativa</i>	Saat-Wicke	1/2
<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke	+
<i>Vinca minor</i>	Kleines Immergrün	r

Tabelle 7: Vegetationsaufnahme vom 03.07.2021

Wissenschaftlicher Artnamen	Deutscher Artnamen	D./S.
<i>Acer campestre</i>	Berg-Ahorn	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	1/1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel	3/4
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	1/1
<i>Bromus hordeaceus</i>	Weiche Tresse	1/2
<i>Bromus sterilis</i>	Taube Tresse	2/2
<i>Cirsium arvense</i>	Ackerkratzdistel	+
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	+
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn	+
<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knäuelgras	2/2
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	+
<i>Elymus repens</i>	Gewöhnliche Quecke	+
<i>Euonymus europaeus</i>	Europäische Pfaffenhütchen	r
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	1/2
<i>Galium mollugo</i> agg.	Wiesen-Labkraut	1/1
<i>Geum urbanum</i>	Echter Nelkenwurz	+
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	1/2
<i>Iris spec.</i>	Schwertlilie	1/2
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Jakobs-Greiskraut	r
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuss	r
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster	+
<i>Lotus pedunculatus</i>	Sumpf-Hornklee	1/2
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp	1/1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gewöhnlicher Gilbweiderich	+
<i>Persicaria amphibia</i> mod. <i>terrestris</i>	Wasser-Knöterich (Landform)	1/1
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliche Rispengras	2/2
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	3/2
<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche	r
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	1/1
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	1/2
<i>Ribes rubrum</i> agg.	Johannisbeere	1/2
<i>Rosa canina</i>	Hunds-Rose	+
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide	1/2
<i>Salix viminalis</i>	Korb-Weide	3/4
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	1/1
<i>Sonchus asper</i>	Rauhe Gänsedistel	+
<i>Sonchus oleraceus</i>	Kohl-Gänsedistel	r
<i>Taraxacum spec.</i>	Löwenzahn	+
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	3/3
<i>Vicia sativa</i>	Saat-Wicke	1/2
<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke	+
<i>Vinca minor</i>	Kleines Immergrün	r
<i>Viola spec.</i>	Veilchen	1/2

Tabelle 8: Erklärung der Werte für die Dominanz und Soziabilität der Vegetationsaufnahmen. Die Artmächtigkeit (links) ist eine Kombination aus Häufigkeit und Deckung der jeweiligen Pflanzenart. Die Soziabilität (rechts) ist ein Wert für die Geselligkeit der Pflanzen und zeigt auf, wie sich diese gruppieren (Braun-Blanquet 1964, 39ff.; Knauer 1981, 38f.).

Symbol	Individuenzahl	Deckung	Symbol	Soziabilität
r	selten, ein Exemplar	deutlich unter 1%	1	einzelwachsend
+	wenige Exemplare (2-5)	unter 1%	2	gruppen- oder horstweise wachsend
1	viele Exemplare (6-50)	Bis 5%	3	in kleinen Flecken oder Polstern wachsend
2	sehr viele Exemplare (über 50)	5-25%	4	in kleinen Kolonien wachsend
3	(beliebig)	26-50%	5	in großen Herden wachsend
4	(beliebig)	51-75%		
5	(beliebig)	76-100%		

Tabelle 9: Formblätter bodenkundliche Profilaufnahmen (reduziert)

Aufschlussart: (9) -Nr. BP1 W10 Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____
 Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) Ausgleichsfläche GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-20	Ah	7,5 YR 3/1	h3 [h5]	Sl3	c0
2	20-50	B	7,5 YR 3/2	h3 [h4]	St2	c0
3	50-100	B	7,5 YR 4/2	h1 [h4]	St3	c0

Aufschlussart: (9) -Nr. BP2 W2U Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____
 Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) Ausgleichsfläche GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-10	Ah	7,5 YR 2,5/1	>h4 [h6]	Ls2	c0
2	10-59	B	7,5 YR 3/1	h3 [h5]	Ls2	c0
3	59-88	B	7,5 YR 2,5/1	>h4 [h6]	Lt2	c0
4	88-100	C	7,5 YR 4/1	h1-h2	Tu3	c0

Aufschlussart: (9) -Nr. BP3 O1O Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____
 Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) Ausgleichsfläche GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-10	Ah	10 YR 3/1	h3 [h4]	St2	c0
2	10-36	B	10 YR 3/1	h3-h4 [h4]	Ut2	c0
3	36-59	B	10 YR 5/4	h1 [h4]	Lt2	c0
4	59-100	C	10 YR 6/1	h0	Tu3	c0

Aufschlussart: (9) -Nr. BP4 O2U Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____

Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) _____ Ausgleichsfläche _____ GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-5	Ah	10 YR 2/1	>h4 [h6]	Lt2	c0
2	5-47	B	10 YR 3/1	h3 [h4]	Ls4	c0
3	47-100	C	10 YR 6/2	h0	Tu2	c3
4						

Aufschlussart: (9) -Nr. BP5 S2U Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____
 Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) _____ Ausgleichsfläche _____ GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-15	Ah	10 YR 3/2	h3-h4 [h4]	Lt3	c0
2	15-69	B	10 YR 4/2	h1 [h4]	St3	c0
3	69-83	B	10 YR 2/1	>h4 [h5]	Lu	c0
4	83-100	C	10 YR 6/1	h0	Tu3	c3

Aufschlussart: (9) -Nr. BP6 N2U Neigung: (11) Eben Ausgangsgestein: (47a) _____
 Datum der Aufnahme: 23.05.2021 Exposition: (12) _____ Bodentyp: (51) _____
 Hochwert: _____ Geländemorphologie: (14) _____ Humusform (52) _____
 Rechtswert: _____ Nutzungsart: (19) _____ Ausgleichsfläche _____ GW unter GOF: (53b) _____

Nr.	Tiefe [von- bis in cm]	Horizontsymbol (27)	Bodenfarbe (28)	Humusgehalt Kurzzeichen (29)	Bodenart/ Torfart (44a)	Carbonatgehalt Kurzzeichen (46)
1	0-15	Ah	7,5 YR 2,5/1	>h4 [h5]	Ls3	c0
2	15-70	B	7,5 YR 3/1	h3 [h5]	Lu	c0
3	70-100	C	7,5 YR 6/1	h0	Tu4	c0
4						

Tabelle 10: Ergebnisse der Glühversuche nach DIN 18128

gestörte Proben							
Bestimmung des Humusgehaltes mittels Glühversuch nach DIN 18128							
Proben-Nr.:		1A	1B1	1B2	2A	2B1	
Aufschluss:		W10	W10	W10	W2U	W2U	
Tiefe [cm]:		0-20	20-50	50-100	0-10	10-59	
Schalen-Nr.:		1	2	3	4	5	
Masse Schale	m_S	[g]	82,163	82,532	81,794	87,990	82,145
trockene Probe + Schale	$m_1 = m_f + m_S$	[g]	103,383	103,317	109,502	113,407	104,531
geglühte Probe + Schale	$m_2 = m_{gl} + m_S$	[g]	101,343	101,956	108,319	107,388	102,718
Verlust	$\Delta m_{gl} = m_1 - m_2$	[g]	2,04	1,361	1,183	6,019	1,813
trockene Probe	m_f	[g]	21,22	20,785	27,708	25,417	22,386
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_f} \cdot 100$		[%]	9,61	6,55	4,27	23,68	8,10
Einstufung nach KA5			h5	h4	h4	h6	h5

gestörte Proben							
Bestimmung des Humusgehaltes mittels Glühversuch nach DIN 18128							
Proben-Nr.:		2B2	3A	3B1	3B2	4A	
Aufschluss:		W2U	O10	O10	O10	O2U	
Tiefe [cm]:		59-88	0-10	10-36	36-59	0-5	
Schalen-Nr.:		6	8	9	10	12	
Masse Schale	m_S	[g]	84,082	78,808	82,098	79,806	78,508
trockene Probe + Schale	$m_1 = m_f + m_S$	[g]	106,070	98,544	102,092	105,502	104,464
geglühte Probe + Schale	$m_2 = m_{gl} + m_S$	[g]	99,791	96,216	100,609	104,235	98,010
Verlust	$\Delta m_{gl} = m_1 - m_2$	[g]	6,279	2,328	1,483	1,267	6,454
trockene Probe	m_f	[g]	21,988	19,736	19,994	25,696	25,956
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_f} \cdot 100$		[%]	28,56	11,79	7,42	4,93	24,87
Einstufung nach KA5			h6	h5	h4	h4	h6

gestörte Proben							
Bestimmung des Humusgehaltes mittels Glühversuch nach DIN 18128							
Proben-Nr.:		4B	5A	5B1	5B2	6A	
Aufschluss:		O2U	S2U	S2U	S2U	N2U	
Tiefe [cm]:		5-47	0-15	15-69	69-83	0-15	
Schalen-Nr.:		13	15	16	17	19	
Masse Schale	m_S	[g]	84,526	84,552	83,395	84,857	82,896
trockene Probe + Schale	$m_1 = m_f + m_S$	[g]	109,827	110,980	112,119	101,682	111,712
geglühte Probe + Schale	$m_2 = m_{gl} + m_S$	[g]	108,238	109,386	110,808	100,025	108,691
Verlust	$\Delta m_{gl} = m_1 - m_2$	[g]	1,589	1,594	1,311	1,657	3,021
trockene Probe	m_f	[g]	25,301	26,428	28,724	16,857	28,816
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_f} \cdot 100$		[%]	6,28	6,03	4,56	9,83	10,48
Einstufung nach KA5			h4	h4	h4	h5	h5

gestörte Proben							
Bestimmung des Humusgehaltes mittels Glühversuch nach DIN 18128							
Proben-Nr.:		6B	Sch1.1	Sch1.2	Sch2.1	Sch2.2	
Aufschluss:		N2U					
Tiefe [cm]:		15-70	-	-	-	-	
Schalen-Nr.:		20	22	23	24	25	
Masse Schale	m_S	[g]	83,801	77,630	84,821	80,464	83,150
trockene Probe + Schale	$m_1 = m_f + m_S$	[g]	111,191	107,666	116,278	127,123	130,553
geglühte Probe + Schale	$m_2 = m_{gl} + m_S$	[g]	108,838	97,888	106,137	111,038	114,125
Verlust	$\Delta m_{gl} = m_1 - m_2$	[g]	2,353	9,778	10,141	16,085	16,428
trockene Probe	m_f	[g]	27,39	30,036	31,457	46,659	47,403
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_f} \cdot 100$		[%]	8,59	32,55	32,24	34,47	34,66
Einstufung nach KA5			h5	h7	h7	h7	h7

Literaturverzeichnis

- Arle, Jens (2005): Temporäre Kleingewässer und ihre Bedeutung für den zoologischen Artenschutz. In: Arbeitsgruppe Artenschutz Thüringen e.V. (Hg.): 14. Internationale Naturschutztagung "Zoologischer und botanischer Artenschutz in Mitteleuropa". Int. Naturschutztagung „ Zoologischer und botanischer Artenschutz in Mitteleuropa". Bad Blackenburg.
- Baur, Werner H.; Trautmann, Albrecht (2019): Renaturierung stehender Gewässer mit ökologischen Methoden. Problemlösungen für Tümpel, Teiche, Weiher und Seen, Anleitung zum konkreten Handeln. Ulm: FUND Stiftung Fischerei, Umwelt- und Naturschutz Deutschland.
- Biggs, J.; Fumetti, S. von; Kelly-Quinn, M. (2017): The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. In: *Hydrobiologia* 793 (1), S. 3–39. DOI: 10.1007/s10750-016-3007-0.
- Biologische Station Lippe (Hg.) (o. J.): Sanierung historischer Tränken im Teutoburger Wald. URL: <https://www.biologischestationlippe.de/arbeitsbereiche/projekte/historische-traenken-im-teutoburger-wald/> [Zugriff: 17.06.2021].
- Blume, Hans-Peter; Brümmer, Gerhard W.; Horn, Rainer; Kandeler, Ellen; Kögel-Knabner, Ingrid; Kretzschmar, Ruben et al. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Boix, Dani; Biggs, Jeremy; Céréghino, Régis; Hull, Andrew P.; Kalettka, Thomas; Oertli, Beat (2012): Pond research and management in Europe: "Small is Beautiful". In: *Hydrobiologia* 689 (1), S. 1–9. DOI: 10.1007/s10750-012-1015-2.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte, Neubearbeitete und Wesentlich Vermehrte Auflage. Vienna: Springer Vienna.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. mit 41 Abbildungen, 103 Tabellen und 31 Listen. Unter Mitarbeit von Herbert Sponagel. 5., verb. und erw. Aufl. Stuttgart, Hannover: Schweizerbart i. Komm; Bundesanst. für Geowiss. und Rohstoffe, 438 S.
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (14.10.2020): DWD zur Trockenheit im Sommerhalbjahr 2020. URL: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20201014_agrarwetter_sommer2020_news.html [Stand: 14.10.2020; Zugriff: 21.06.2021].
- Drews, Rudolf; Ziemek, Hans-Peter (1995): Kleingewässerkunde. Eine praktische Einführung. 2., überarb. Aufl. Wiesbaden: Quelle und Meyer (Biologische Arbeitsbücher, 41), 146 S.
- Ehlers, Juergen (2020): Das Eiszeitalter. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Fischer, Denise; Noll, Lea Franziska; Neunheuser, Philipp; Wolsiffer, Oona; Sinsch, Ulrich (2021): Beweidung und Ausbaggern -Geeignete Maßnahmen gegen den Verlust von kleinen Amphibienlaichgewässern durch Wasserpestverkräutung und Verlandung? In: *Zeitschrift für Feldherpetologie* 28 (1), S. 13–29.
- Fraedrich, Wolfgang (2016): Spuren der Eiszeit. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Frielinghaus, Martin (1998): Sölle und andere Kleingewässer. Beutel: DVL, Dt. Verband für Landschaftspflege (Hinweise zur Biotop- und Landschaftspflege), 7 S.

- Fröbrich, Jochen; Lehmann, Herwig (1995): Untersuchungsergebnisse und Möglichkeiten einer Restauration an ausgewählten Stillgewässern. In: *Bericht der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover* 137, S. 203–216.
- Gemeinde Ammersbek (1993): Renaturierung von Kleingewässern in Ammersbek. In: *Landschaft und Naturschutz im Kreis Stormarn und in den Partnerkreisen Schwerin, Pasewalk und Ueckermünde*, S. 57–58.
- Glandt, Dieter (2006): Praktische Kleingewässerkunde. 1. Aufl. Bielefeld: Laurenti (Zeitschrift für Feldherpetologie Supplemente, 9), 200 S.
- Glassl, Robert (2007): Viehtränken und Triftwege auf dem Tangrintel. In: *Informationsblätter zur Kultur- und Naturgeschichte* 29.
- Heinze, Bernd (1991): Renaturierung eines Kleingewässers. In: *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* 34 (2), S. 62–63.
- Hupke, Klaus-Dieter (2020): Prozessschutz als Alternative und als Königsweg? In: Klaus-Dieter Hupke (Hg.): *Naturschutz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 133–140.
- Jäger, Eckehart J. (Hg.) (2017): *Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland*. 21., durchgesehene Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Jäger, Eckehart J.; Müller, Frank; Ritz, Christiane M.; Welk, Erik; Wesche, Karsten (Hg.) (2017): *Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband*. 13. Auflage. Berlin: Springer Spektrum.
- Janke, Vera; Janke, Wolfgang (1970): Zur Entstehung und Verbreitung der Kleingewässer im nordostmecklenburgischen Grundmoränenbereich. In: *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 10 (1), S. 3–18.
- JBL GmbH & Co. KG (Hg.) (2013): Oligotroph - mesotroph - eutroph - hypertroph ? URL: <https://www.jbl.de/de/presse/detail/406/oligotroph-mesotroph-eutroph-hypertroph-?country=de> [Stand: 23.06.2013; Zugriff: 08.11.2021].
- Kalbe, Lothar (1997): Sanierung, Restaurierung und Renaturierung. In: Lothar Kalbe (Hg.): *Limnische Ökologie*. Wiesbaden, s.l.: Vieweg+Teubner Verlag (Teubner-Reihe UMWELT), S. 253–268.
- Kaletka, Thomas (1996): Die Problematik der Sölle (Kleinhohlformen) im Jungmoränengebiet Nordostdeutschlands. In: *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Sonderheft "Sölle"* (5).
- Kane, Jessica (2019): Using QGIS and QField for Field Data Collection. Line 45.
- Knauer, Norbert (1981): *Vegetationskunde und Landschaftsökologie*. Heidelberg: Quelle & Meyer (Uni-Taschenbücher Botanik, Agrarwissenschaften, 941), 315 S.
- Koch, Jens; Spieker, Jürgen (1999): Entschlammung flacher Stillgewässer/Parkteiche : biotechnische Entschlammung als effektive und preiswerte Alternative zur Ausbaggerung von Flachgewässern. In: *Stadt + Grün* 48 (5), S. 318–321.
- Koppe, J. G. (1852): *Unterricht im Ackerbau u. in der Viehzucht*. Band 2. 5. Aufl. Berlin: Rücker und Böhler.

- Kuhn, Rolf; Bast, Hans-Dieter O.G.; Götze, Martin; Vökler, Frank (2007): Auswirkungen habitatverbessernder Maßnahmen an stehenden Kleingewässern auf die Herpetofauna. In: *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* 50 (1), S. 30–37.
- Kuhn, Rolf; Bast, Hans-Dieter O.G.; Vökler, Frank; Götze, Martin (2006): Habitatverbessernde Maßnahmen zum Schutz der Lurche an stehenden Kleingewässern. In: *Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern* 49 (1), S. 61–69.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (1999): "Gewässerbewertung - stehende Gewässer". Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien 1998. Berlin, Stuttgart: Kulturbuch-Verl.; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Empfehlungen Oberirdische Gewässer), 74 S.
- Lange, Winfried (2021): Gespräch über die Entwicklung des Tümpels. Bad Schwartau, 19.06.2021. Gespräch.
- Liebe, Simone; Backhaus, Eike; Zucchi, Herbert (1999): Zur Bedeutung von Kleingewässern für Laufkäfer (Carabidae), dargestellt an einem Beispiel aus dem Landkreis Osnabrück. In: *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 52.
- LimeSurvey Bedienungsanleitung (2021). URL: https://manual.limesurvey.org/LimeSurvey_Manual/de [Zugriff: 15.06.2021].
- Martens, Andreas (1983): Besiedlung von neugeschaffenen Kleingewässern durch Libellen (Insecta: Odonata). In: *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 1 (4), S. 591–601.
- Meester, Luc de; Declerck, Steven; Stoks, Robby; Louette, Gerald; van de Meutter, Frank; Bie, Tom de et al. (2005): Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. In: *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15 (6), S. 715–725. DOI: 10.1002/aqc.748.
- Mehl, Dietmar; Vettermann, Ferdinand; Hoffmann, Tim G.; Bill, Ralf (2017): Präferenzen für die Entwicklung kleiner urbaner Gewässer und Feuchtgebiete: Ergebnisse einer Online-Befragung. In: *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 10 (6), S. 340–346. DOI: 10.3243/kwe2017.06.001.
- Meinert, Torben; Becker, Andreas; Bissolli, Peter; Daßler, Jan; Breidenbach, Jan Nicolas; Ziese, Markus (2019): Ursachen und Folgen der Trockenheit in Deutschland und Europa ab Juni 2019. Deutscher Wetterdienst DWD.
- Müller-Petschke, Till (2011): Wasser für den Walkmühlteich - Sanierung eines Kleingewässers im rheinland-pfälzischen Kusel. In: *Garten + Landschaft : G+L : Magazin für Landschaftsarchitektur* 121 (8), S. 39–42.
- Pardey, Andreas; Christmann, Karl-Heinz; Feldmann, Reiner; Glandt, Dieter; Schlüpmann, Martin (2005): Die Kleingewässer: Ökologie, Typologie und Naturschutzziele. In: Andreas Pardey und Bernd Tenbergen (Hg.): *Kleingewässer in Nordrhein-Westfalen. Beiträge zur Kulturgeschichte, Ökologie, Flora und Fauna stehender Gewässer*. Münster: Westfälisches Museum f. Naturkunde Ladschaftsverband Westfalen-Lippe (Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 67,3).
- Pretschner, Peter (1996): *Kleingewässer schützen und schaffen*. 8., überarb. Aufl. Bonn: AID (AID 1141), Gemeinsamer Bibliotheksverbund (GBV) / Verbundzentrale des GBV (VZG) S.

- Scherzinger, Wolfgang (1997): Tun oder unterlassen? Aspekte des Prozeßschutzes und Bedeutung des „Nichts-Tuns“ im Naturschutz. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) (Hg.): Wildnis - ein neues Leitbild!? Möglichkeiten und Grenzen ungestörter Naturentwicklung für Mitteleuropa. Laufen/Salzach: ANL (Laufener Seminarbeiträge, 97,1), S. 31–44.
- Schlüppmann, Martin (1992): Kartierung und Bewertung stehender Gewässer. In: Ralf Eikhorst (Hg.): Beiträge zur Biotop- und Landschaftsbewertung. Duisburg: Verl. für Ökologie und Faunistik, S. 149–176.
- Schubert, Malte (2020): Natur und Geschichte erlebbar machen : Über die Revitalisierung eines Gewässers als Naherholungsgebiet. In: *Stadt + Grün* 69 (7), S. 25–30.
- Stadt Bad Schwartau (2007a): Begründung zum Bebauungsplan Nr. 68 (Stockelsdorfer Koppel - beidseitig des Stockelsdorfer Weges).
- Stadt Bad Schwartau (2007b): Eingriffsregelung und Ausgleichsbewertung. für den Bebauungsplan 68 (Stockelsdorfer Koppel - beidseitig des Stockelsdorfer Weges).
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln; Stadt Köln (Hg.): Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln. Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen.
- Stenglin, Philipp von (1831): Einiges über Dungvermehrung und Anwendung des gebrannten Mergels als Dünger, aus practischer Erfahrung, dem Landwirthen Mecklenburgs in dem an Dung armen Jahre 1831 zur Beachtung empfohlen. Rostock, Güstrow: Oeberg, 63 S.
- Stolz, Christian; Riedel, Wolfgang (2014): Die Anlage künstlicher Kleingewässer : Auswirkungen in Bezug auf Natur-, Landschafts- und Bodenschutz. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung : Zeitschrift für angewandte Ökologie* 46 (12), S. 370–376.
- Thielsch, Meinold T.; Weltzin, Simone (2012): Online-Umfragen und Online-Mitarbeiterbefragungen. In: Meinold T. Thielsch und Torsten Brandenburg (Hg.): Praxis der Wirtschaftspsychologie II. Themen und Fallbeispiele für Studium und Anwendung. Münster: Monsenstein und Vannerdat (MV Wissenschaft), S. 109–127.
- Thurn, Peter (1986): Schutz natürlicher Gewässerfunktionen durch räumliche Planung. Möglichkeiten im Bereich des Wasserhaushalts-, Naturschutz- und Raumordnungsrechts. Zugl.: Münster, Univ., Diss. Münster: Selbstverl. d. Inst. f. Siedlungs- u. Wohnungswesen (Beiträge zum Siedlungs- und Wohnungswesen und zur Raumplanung, 108), 18 S.
- Tränckner, Jens; Mehl, Dietmar; Thiele, Volker (2017): Integrale Gewässerentwicklung auf der Ebene einer Großstadt. Das Projekt KOGGE. In: *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 10 (4). DOI: 10.3243/kwe2017.04.003.
- Weinhold, Horst (2021): Mergel. Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte. URL: <https://geschichte-s-h.de/mergel/> [Stand: 2021; Zugriff: 17.06.2021].
- Wilske, Hildegard (o. J.): Gebrauchssteine - Mergelkuhlen. URL: <https://strand-und-steine.de/gesteine/gebrauchssteine/mergel/mergelkuhlen.htm> [Zugriff: 17.06.2021].

- Woike, M. (1981): Anlage und Wiederherstellung von Kleingewässern. Recklinghausen: Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NRW (Naturschutz praktisch. Merkblätter zum Biotop- und Artenschutz Nr. 3, Nr. 3).
- Zacios, Martina; Zimmermann, Lothar (2016): Hydrologische Aspekte von Pappel-Kurzumtriebsplantagen am Beispiel Kaufering. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hg.): Zur Ökologie von Kurzumtriebsplantagen (LWF Wissen, 79), S. 13–39.
- Zerbe, Stefan (2019a): Fließgewässer. In: Stefan Zerbe (Hg.): Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Ein interdisziplinäres Fachbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 209–233.
- Zerbe, Stefan (2019b): Maßnahmen der Ökosystemrenaturierung. In: Stefan Zerbe (Hg.): Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Ein interdisziplinäres Fachbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 43–58.
- Zerbe, Stefan (2019c): Natürliche und anthropogene Stillgewässer. In: Stefan Zerbe (Hg.): Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Ein interdisziplinäres Fachbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 235–263.
- Zerbe, Stefan (2019d): Ökonomische Aspekte der Renaturierung: Kosten und Nutzen. In: Stefan Zerbe (Hg.): Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Ein interdisziplinäres Fachbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 489–508.
- Zerbe, Stefan; Wiegleb, Gerhard; Rosenthal, Gert (2009): Einführung in die Renaturierungsökologie. In: Stefan Zerbe und Gerhard Wiegleb (Hg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Unter Mitarbeit von René Fronczek. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 1–21.

Danksagung

Zum Abschluss dieser Arbeit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich praktisch und moralisch unterstützt haben:

Bei Prof. Dr. Maik Stöckmann dafür, dass er mir ermöglicht hat diese Arbeit zu schreiben, für Hinweise zu deren Ausarbeitung und die Bereitstellung der Ausrüstung zur Aufnahme von Koordinaten.

Bei Carolin Welchert für die Bereitstellung des Themas, Anregungen zu dessen Ausarbeitung und Informationen über Kontaktpersonen, welche für die Arbeit relevant und hilfreich gewesen sind.

Bei Jan-Eike Petersen für seine Unterstützung und Hilfe bei der Entnahme der Bodenproben und der Vegetationsaufnahme vor Ort und dafür, dass ich für die Zeit der Aufnahmen bei ihm unterkommen konnte. Mein Dank gilt hierbei auch seiner Familie.

Bei Winfried Lange für die Bereitschaft mir aus der Vergangenheit des Tümpels zu erzählen und damit wichtige Informationen für die Erstellung der Arbeit und der Entwicklung einzelner Inhalte zu liefern.

Bei Mischel Eismann für die Bereitstellung der Ausrüstung für die Entnahme der Bodenaufschlüsse und des Bodenkundelabors sowie der Hilfestellung bei der Durchführung der Bodenanalysen.

Bei Lina dafür, dass du dir die Zeit und Geduld genommen hast meine Arbeit durchzulesen und mich auf all die Kleinigkeiten aufmerksam zu machen, welche ich selbst nicht sehen konnte.

Ich danke allen Freunden und Kommilitonen, die mich während der Zeit der Anfertigung der Arbeit unterstützt und aufgemuntert haben, und für gelegentliche Ablenkungen, um den Kopf freizubekommen.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern Irmgard und Hartmut für ihre durchgehende moralische Unterstützung und Interesse während der Arbeit und dafür, dass sie meine Arbeit Korrektur gelesen haben.