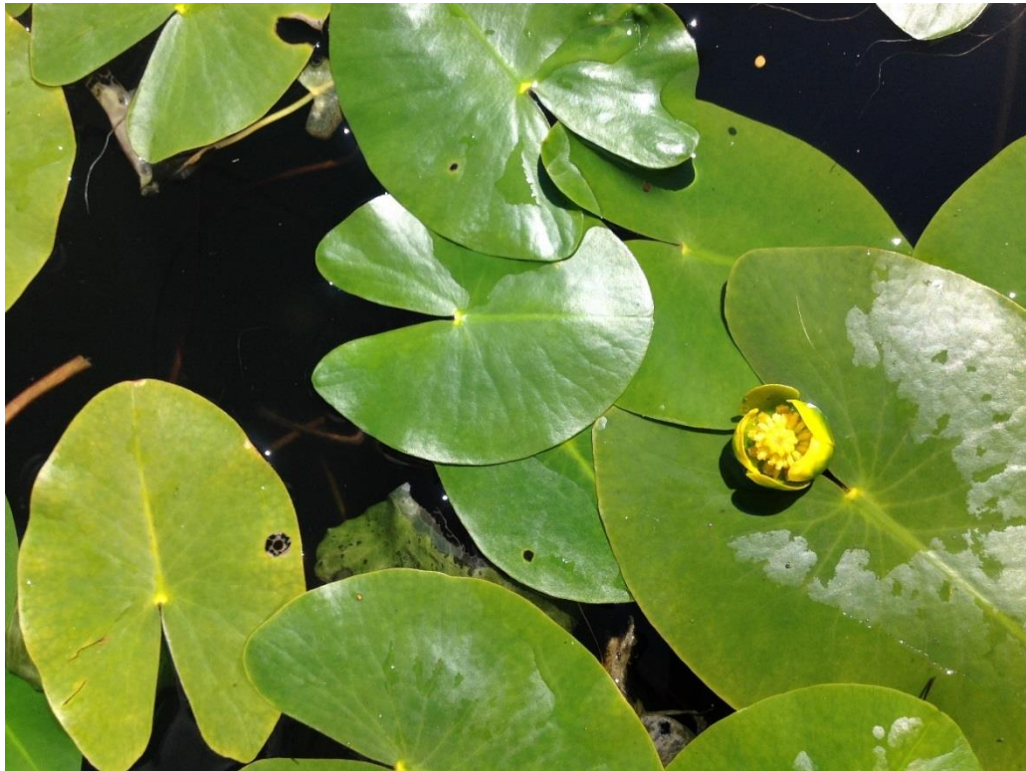


ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN



**Ansiedlungsversuche der Kleinen Teichrose *Nuphar pumila* (Timm)
DC. im Kanton Zürich:
Standortbedingungen erfolgreicher und erfolgloser Gewässer im Vergleich
mit natürlichem Vorkommen**

Bachelorarbeit
Frühlingssemester 2018

Sabrina Keller

Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen UI 15

Abgabedatum: 25. Oktober 2018

Studienrichtung: Naturmanagement

Fachkorrektoren:

Prof. Dr. Jürgen Dengler; Manuel Babbi

ZHAW Life Sciences und Facility Management

Schloss

8820 Wädenswil

Impressum

Titelbild

Blühende *Nuphar pumila* im Gräppelensee (SG) im Juli 2018. Foto: S. Keller

Schlagworte

Nuphar pumila, Kleine Teichrose, Ansiedlungsversuche, Kanton Zürich, Standortbedingung, Kämmoosweiher, Gräppelensee, Lac Lussy, Lac des Joncs, Vegetationsaufnahme, Zeigerwerte, Wasserhärte, Nährstoffkonzentration, Kiesalgen

Zitiervorschlag

Keller, S. (2018). Ansiedlung der Kleinen Teichrose *Nuphar pumila*: Vergleich der Standortbedingungen in erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern. In *Bachelorarbeit Umweltingenieurwesen ZHAW Wädenswil IUNR*, unveröffentlicht.

Name Institut

Zürcher Fachhochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW
Life Sciences and Facility Management LSFM
Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen
Grüentalstrasse 14
8820 Wädenswil

Dank

Meinem Fachkorrektor *Prof. Dr. Jürgen Dengler* danke ich für die fachkundige Beratung und wertvollen Inputs zur Datenanalyse. *Manuel Babbi*, dem zweiten Korrektor, gilt ein grosses Danke für die Begleitung, Unterstützung und fachliche Beratung während der aufwändigen Feldarbeit.

Bei *Michael Ryf* und *Dr. Sonja Hausmann* vom Atelier für Naturschutz und Umweltfragen möchte ich mich für die angenehme Zusammenarbeit und für die Analyse der Kieselalgen bedanken.

Vielen herzlichen Dank an die wissenschaftliche Mitarbeiterin *Christa Gufler*, welche sich viel Zeit für die Beratung beim Vorgehen und der Analyse der Wasserproben nahm. Zudem sei allen Mitarbeitenden im Labor GA 109 für ihre freundliche und hilfsbereite Arte gedankt!

Bei *Rolf Heeb* möchte ich mich für das Teilen seines umfangreichen Wissens über *Nuphar pumila* am Gräppelensee und die aufschlussreiche Rückmeldung zur Planung meiner Feldarbeit bedanken.

Ich danke *René Güttinger* für das Vermitteln zwischen dem Kanton St. Gallen und meinen Anfragen für die Bachelorarbeit.

Vielen Dank an die wissenschaftliche Assistentin *Jamyra Gehler*, welche einen Grossteil der Wasserprobenahme für mich erledigte.

Meine Eltern *Agathe Egloff* und *René Keller* und *Manuel* erwiesen sich als zuverlässige Assistenten bei der zeitintensiven Feldarbeit. Herzlichen Dank für die angenehme Begleitung!

Für die Organisation und Herstellung der für die Feldarbeit nötigen Materialien danke ich meinen Freunden *Isa*, *Savino* und *Martin*.

Dr. Matthias Nyfeler von der Statistikberatung und *Jonas* danke ich für die Unterstützung bei der Datenanalyse.

Abstract

The endangered least water-lily or small yellow pond-lily *Nuphar pumila* (Timm) DC. occurs in Switzerland only in four waters, namely in Kämmoosweiher (ZH), Gräppelensee (SG), Lac Lussy (FR) and Lac des Joncs (FR). The Ice Age relict grows in weakly acidic, slightly eutrophicated and cool waters, which have a low water hardness. The widespread species *Nuphar lutea* (L.) Sm. and *N. pumila* form the fertile hybrid *Nuphar x intermedia* (Ledeb.). In the canton of Zurich there are 35 waters where it is attempted to establish permanent populations of *N. pumila*. The populations in these settlement waters develop with varying degrees of success.

This work compares site conditions between successful and unsuccessful waters and the four natural stocks. In the unsuccessful waters warmer temperatures, higher pH values and higher water hardness and lower nutrient concentration were expected. It can be assumed that non-competitive *N. pumila* is associated with only a few other plants. Furthermore, negative influences on the coverage of *N. pumila* were anticipated. Chemical-physical water properties, pH, conductivity, temperature, oxygen content, oxygen saturation and turbidity were measured in all settlement waters and in the lakes with autochthonous populations. In fourteen prioritized waters additional vegetation surveys, water analyses of the parameters calcium, magnesium, water hardness, nitrate and phosphate and sampling of the diatoms took place.

The waters with natural occurrence could be delimited with respect to several parameters. These waters had significantly lower temperatures and magnesium concentrations compared to the settlement waters. Between the coverage of *N. pumila* and the concentrations of calcium and magnesium, as well as the water hardness, a negative regression was found. In the successful settlement waters, the pH was higher than in the unsuccessful ones. If *N. pumila* was present in a vegetation survey, a maximum of four other species could be determined. In Kämmoosweiher and Lac Lussy *N. x intermedia* was recorded. The indicative value calculations showed lower temperature and nutrient counts and higher light counts in the naturally occurring waters towards the settlement waters. Analysis of diatom species revealed a high relative frequency of *Cocconeis* in unsuccessful settlement waters. The genera *Epithemia* and *Eunotia* were found only in waters with natural *N. pumila* stocks.

Between the successful and unsuccessful waters no considerable differences occurred. In fact, the settlement waters divided from the waters with natural *N. pumila* stocks. The negative influence of calcium, magnesium and water hardness could be confirmed. However, it can be assumed that care measures favor the population development of the competitively weak species.

Zusammenfassung

Das Vorkommen der Kleinen Teichrose *Nuphar pumila* (Timm) DC beschränkt sich in der Schweiz auf vier Gewässer, Kämmoosweiher (ZH), Gräppelensee (SG), Lac Lussy (FR) und Lac des Joncs (FR). Sie ist als stark gefährdete Art eingestuft. Das Galzialrelikt wächst in schwach sauren, leicht eutrophierten und kühlen Gewässern, mit einer geringen Wasserhärte. Zwischen der weit verbreiteten Art *Nuphar lutea* (L.) Sm. und *N. pumila* entsteht der fertile Hybrid *Nuphar x intermedia* (Ledeb.). Im Kanton Zürich gibt es 35 Gewässer mit Ansiedlungsversuchen, in denen sich die Populationen mit unterschiedlichem Erfolg entwickeln.

In der vorliegenden Arbeit wurden Standortbedingungen zwischen erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern, sowie den natürlichen Beständen verglichen. In den erfolglosen Ansiedlungsgewässern wurden wärmere Temperaturen, höhere pH-Werte und Wasserhärte und weniger Nährstoffe erwartet als in den anderen Gruppen. Es wurde davon ausgegangen, dass sich die konkurrenzschwache *N. pumila* mit wenig anderen Pflanzen vergesellschaftet. Auch ein negativer Einfluss der Calcium- und Magnesiumkonzentrationen auf den Deckungsgrad von *N. pumila* wurde vermutet. Die chemisch-physikalischen Wassereigenschaften, pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung und die Trübung, wurden in allen Gewässern gemessen. In vierzehn priorisierten Gewässern fanden Vegetationsaufnahmen, Berechnungen der Zeigerwerte, Wasseranalysen von Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Wasserhärte (dH), Nitrat (NO₃-N) und Phosphat (PO₄-P) und Beprobungen der Kieselalgen statt.

Die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen wiesen gegenüber den Ansiedlungsgewässern signifikant tiefere Temperaturen und Magnesiumkonzentrationen auf. Zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* und den Konzentrationen von Calcium und Magnesium, sowie der Wasserhärte konnte eine negative Regression festgestellt werden. War *N. pumila* in einer Vegetationsaufnahme präsent, konnten maximal vier weitere Arten bestimmt werden. Im Kämmoosweiher und Lac Lussy liess sich *N. x intermedia* verzeichnen. Die Berechnungen der Zeigerwerte zeigten tiefere Temperatur- und Nährstoffzahlen und höhere Lichtzahlen in den Gewässern mit natürlichem Vorkommen gegenüber den Ansiedlungsgewässern. Die Analyse der Kieselalpengattungen ergab eine hohe relative Häufigkeit von *Cocconeis* in den erfolglosen Ansiedlungsgewässern. Die Gattungen *Epithemia* und *Eunotia* konnten nur in Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen bestimmt werden.

Zwischen den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern konnten keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden. Vielmehr unterschieden sich die Ansiedlungsgewässern von den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Populationen. Der negative Einfluss von Calcium, Magnesium und der Wasserhärte auf den Deckungsgrad von *N. pumila* bestätigte sich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Methoden.....	3
2.1	Untersuchungsgebiete.....	3
2.2	Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung.....	6
2.3	Vegetationsaufnahmen und Berechnung der Zeigerwerte.....	7
2.4	Analyse chemischer Wasserparameter.....	8
2.5	Analyse der Kieselalgen.....	8
2.6	Statistische Auswertungen.....	9
3	Ergebnisse.....	11
3.1	Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung.....	11
3.2	Vegetationsaufnahmen und Berechnung der Zeigerwerte.....	14
3.3	Analyse chemischer Wasserparameter.....	18
3.4	Kieselalgen.....	20
4	Diskussion.....	23
4.1	Chemisch-physikalische Parameter und Trübung.....	23
4.2	Vegetationsaufnahmen und Zeigerwerte.....	23
4.3	Chemische Wasseranalysen.....	25
4.4	Auswertung der Kieselalgen.....	26
4.5	Methodendiskussion.....	26
5	Schlussfolgerung.....	28
6	Literaturverzeichnis.....	30
	Anhang.....	36

1 Einleitung

In ganz Zentraleuropa gilt die Kleine Teichrose *Nuphar pumila* (Timm) DC. als sehr seltene Art (Sebald, Seybold, & Philippi, 1993) und besitzt in der Schweiz die Gefährdungsstufe „stark gefährdet EN“, gemäss der International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Info Flora, 2018b). *N. pumila* steht auf der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Moser et al., 2002). Die Art hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in Nordosteuropa und Nordasien in der kontinentalen bis borealen Zone (Hegi, 1974; Kozłowski & Eggenberg, 2005; Sebald, Seybold, & Philippi, 1993). In der Schweiz befinden sich die einzigen vier autochthonen Populationen im Kämmoosweiher (ZH), Gräppelensee (SG), Lac Lussy (FR) und Lac des Joncs (FR). Die Hauptgefährdungsursachen sind Eutrophierung, Lebensraumzerstörung, die Isolation der Populationen, sowie Konkurrenz und Hybridisierung (Eggenberg & Keel, 2004; Käsermann & Moser, 1999). Bei der Art handelt es sich um ein Glazialrelikt, welches sich während der Eiszeit von ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet fortbewegen konnte (Ellenberg, Leuschner, & Dierschke, 2010). *N. pumila* wächst in stehenden, schwach sauren, dystrophen bis mesotrophen und kühlen Gewässern über Torfschlamm Böden bis in eine Tiefe von maximal 300 cm (Käsermann & Moser, 1999; Kozłowski & Eggenberg, 2005; Oberdorfer, 2001). Übersteigt die Wassertiefe 200 cm bleiben die Pflanzen steril (Hegi, 1974). Zwischen der weit verbreiteten Art *Nuphar lutea* (L.) Sm. und *N. pumila* entsteht der fertile Hybrid *Nuphar x intermedia* (Ledeb.), sobald die beiden Arten im gleichen Gewässer vorkommen (Eggenberg & Keel, 2004; Kozłowski & Eggenberg, 2005; Sebald, Seybold, & Philippi, 1993). Morphologisch grenzt sich *N. pumila* von *N. lutea* durch die behaarte Blattunterseite, wie auch den welligen Rand der Narbenscheibe ab, welcher von den Narbenstrahlen erreicht wird (Hess et al., 2015; Kozłowski & Eggenberg, 2005; Van de Weyer et al., 2011).

In vegetationsökologischen Aufnahmen in der Schweiz wurden zusammen mit *N. pumila* oft Arten mit höheren Nährstoffansprüchen verzeichnet, welche zudem auf mässig saure Verhältnisse hinweisen. *N. pumila* vergesellschaftet sich nur mit wenigen anderen Schwimmblattpflanzen (Kozłowski & Eggenberg, 2005). In Polen wurden Bestände mit *N. pumila* stark mit *Elodea canadensis* und *Stratiotes aloides* assoziiert (Kłosowski & Tomaszewicz, 1993). Verschiedene Studien belegen, dass sich die Standortverhältnisse in Gewässern mit *N. pumila*-Beständen von Gewässern mit anderen *Nymphaeaceae* unterscheiden. Gewässer mit *N. pumila*-Populationen sind schwach sauer und arm an Calcium und Magnesium, was sich in tiefen Gesamt- und Carbonathärtewerten zeigt. Auch die Konzentrationen von Sulfat, gelöstem Silikat, Natrium, Kalium und Chlorid liegen in solchen Gewässern tiefer. Im Gegensatz dazu sind die Konzentrationen des Gesamteisens, Phosphat und Nitrat höher (Jabłońska & Kłosowski, 2012; Kłosowski, 2006; Kłosowski & Tomaszewicz, 1993).

Der Kanton Zürich trägt für die Arterhaltung von *N. pumila* eine besondere Verantwortung, da der Kämmoosweiher natürliche Populationen aufweist. Der „Aktionsplan Kleine Teichrose“ enthält Massnahmen, wie die Art langfristig gefördert werden soll (Eggenberg & Keel, 2004). Das Atelier für Naturschutz und Umweltfragen und das Umweltbüro topos koordinieren die Ansiedlungsversuche von *N. pumila*. Im Jahr 2017 gab es 35 Gewässer, in denen sich die angesiedelten Populationen mit unterschiedlichem Erfolg entwickelten.

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Standortbedingungen in erfolgreichen und erfolglosen Gewässern zu ermitteln und mit den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen zu vergleichen. Dies soll dazu beitragen, die bisher ungeklärte unterschiedlich erfolgreiche Populationsentwicklung zu verstehen. Die Erkenntnisse aus den bisher durchgeführten Studien lassen vermuten, dass die Gewässer mit natürlichen *N. pumila*-Beständen und die erfolgreichen Ansiedlungsgewässer ähnliche Standortbedingungen aufweisen, nämlich leicht saure und nährstoffreiche Verhältnisse, weiches Wasser und tiefe Silikat-, Natrium-, Kalium- und Chloridkonzentrationen. Im Vergleich zu den erfolglosen Ansiedlungsgewässern liegt die Temperatur tiefer. Ausserdem ist aufgrund von Vegetationsaufnahmen zu erwarten, dass in Gewässern mit *N. pumila* wenig andere Arten auftreten. Aufgrund dieser Ausgangslage lassen sich folgende Hypothesen formulieren:

Die erfolglosen Ansiedlungsgewässer unterscheiden sich von den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen durch höhere pH-Werte, wärmere Temperaturen, höhere Wasserhärte und weniger Nährstoffe (Nitrat und Phosphat).

Bei *N. pumila* handelt es sich um eine konkurrenzschwache Art, welche sich nur mit wenig anderen Pflanzen vergesellschaftet. In den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und in Gewässern mit natürlichen Beständen liegt die Reaktions- und Temperaturzahl tiefer und die Lichtzahl höher als in den erfolglosen Ansiedlungsgewässern.

Es bestehen Zusammenhänge zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* und den chemischen Wassereigenschaften. Bei tiefer Wasserhärte und leicht eutrophierten Verhältnissen ist der Deckungsgrad von *N. pumila* am höchsten.

2 Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

Die natürlichen *N. pumila*-Bestände in der Schweiz befinden sich im Kämmoosweiher (ZH), Gräppelensee (SG), Lac des Joncs (FR) und Lac Lussy (FR). Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der Gewässer der natürlichen *N. pumila*-Populationen. Die untersuchten Ansiedlungsgewässer befinden sich, mit Ausnahme zweier Gewässer in Birmensdorf und Thalwil, alle im Zürcher Oberland. Dabei handelt es sich um natürliche und künstlich angelegte Gewässer, welche alle in Naturschutzgebieten liegen. Die räumliche Verteilung der Ansiedlungsgewässer, sowie deren Status der Populationsentwicklung sind in Abbildung 2 ersichtlich. Fünf Ansiedlungsgewässer konnten nicht untersucht werden, da sie nicht zugänglich oder verlandet waren, beziehungsweise die Koordinaten Fehler aufwiesen.

Das Ansiedlungsgewässer im Zürcher Oberland, sowie der Kämmoosweiher sind den geologischen Einheiten der Oberen Süsswassermolasse und Moränen zuzuordnen. Im Kanton Fribourg befinden sich die Gewässer mit autochthonen *N. pumila*-Populationen auf der Unteren Süsswassermolasse (Lac Lussy), beziehungsweise auf einer Moräne (Lac des Joncs). Der Gräppelensee liegt in der geologischen Einheit der Unterkreide (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018a).

Das Zürcher Oberland wird durch ein mässig feuchtes bis sehr feuchtes und unausgeglichenes Klima charakterisiert und weist eine Jahresdurchschnittstemperatur von circa 10 °C auf. Für den Standort des Lac Lussy handelt es sich um ein feuchtes bis unausgeglichenes Klima, während es beim Lac des Joncs und beim Gräppelensee keine genaue Deklaration gibt. Für die Gewässer im Kanton Fribourg gilt eine jährliche Durchschnittstemperatur von 7 °C. Beim Gräppelensee liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei etwa 5 °C (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 2018; Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018b).

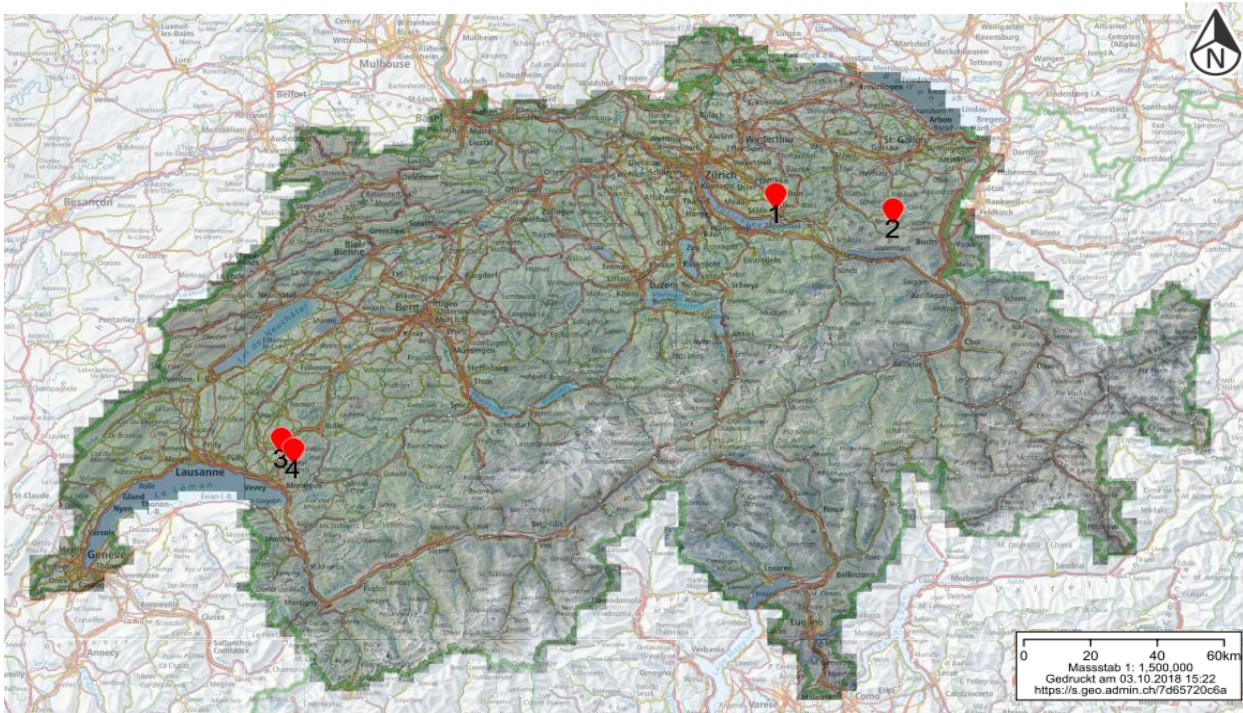


Abbildung 1 Übersicht der Gewässer mit autochthonen *N. pumila*-Populationen in der Schweiz (1:500'000). 1: Kämmoosweiher (ZH), 2: Gräppelensee (SG), 3: Lac Lussy (FR), 4: Lac des Joncs (FR) (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018c; bearbeitet).

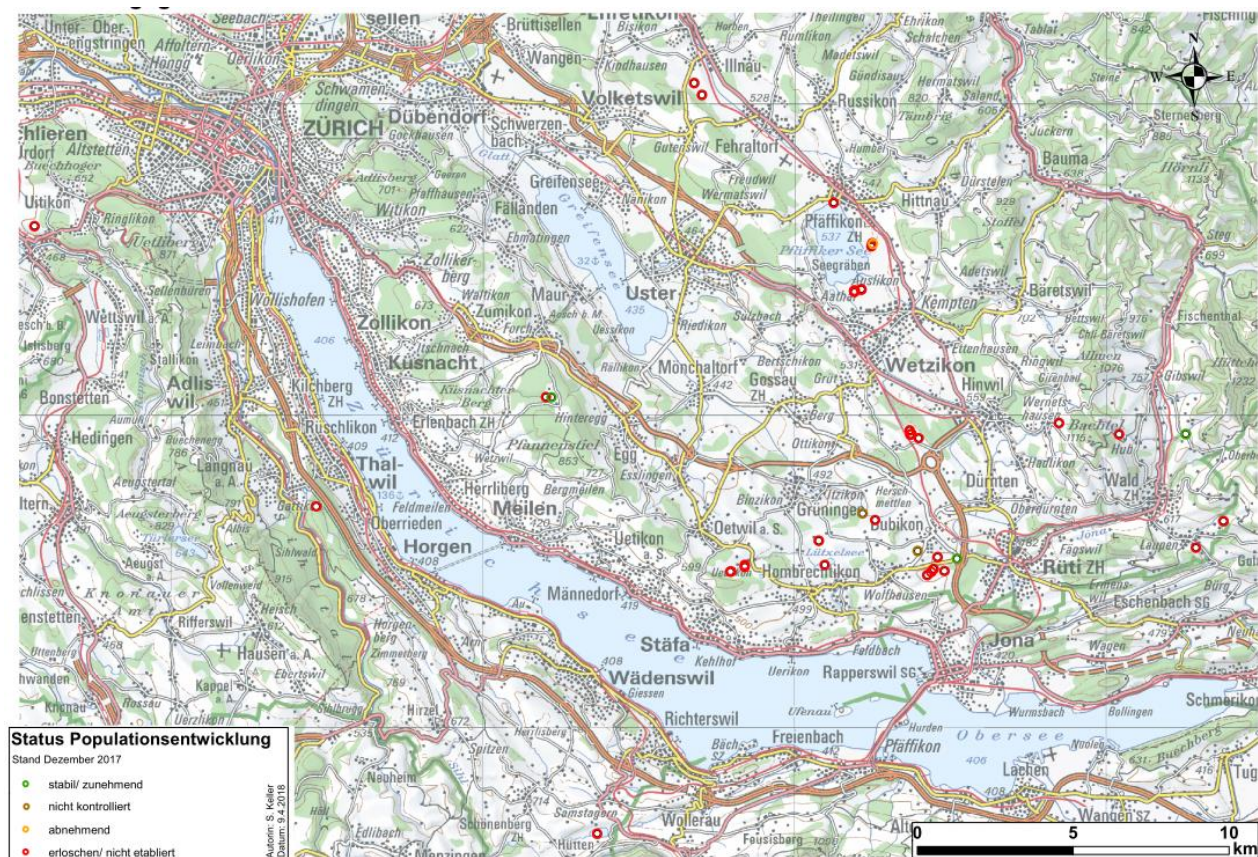


Abbildung 2 Übersicht der Ansiedlungsgewässer im Kanton Zürich gruppiert nach dem Status der Populationsentwicklung. (1:500'000) (Kartenmaterial: HSR Hochschule für Technik Rapperswil, 2018, bearbeitet).

Eine Übersicht der beprobten Gewässer und durchgeführten Methoden findet sich in Tabelle 1. Die Informationen über die Ansiedlungsgewässer im Kanton Zürich stammen vom Atelier für Umwelt- und Naturschutzfragen (Original im Anhang A). Die Gewässer sind gemäss ihres Status in die Gruppen „natürlich“, „erfolgreich“ und „erfolglos“ eingeteilt. Die Bezeichnung „natürlich“ umfasst alle Gewässer mit autochthonen *N. pumila*-Beständen. Die Bezeichnungen „erfolgreich“ und „erfolglos“ beziehen sich auf den Ansiedlungserfolg. Diese Gruppierung diente als Grundlage bei der Auswertung der Ergebnisse.

Für die Durchführung der Vegetationsaufnahmen, chemischen Wasseranalysen und der Beprobung der Kieselalgen fand eine Priorisierung auf vierzehn Gewässer statt. Alle vier Seen mit autochthonen Populationen wurden berücksichtigt, um Referenzwerte zu erhalten. Bei der Auswahl der Ansiedlungsgewässer wurden die Faktoren „Jahr der letzten Ansiedlung“, „Status“, und „Erfolg Massnahmen“ berücksichtigt. Ausserdem wurde die Erreichbarkeit der Gewässer beachtet.

Das Gewässer Hüsliriet hat bezüglich des Erfolges der Massnahmen keinen Eintrag, wird aber in allen folgenden Analysen in die Gruppe der erfolgreichen Ansiedlungsgewässer eingeteilt, da bei der Feldarbeit *N. pumila* entdeckt wurde. Die Koordinaten der Ansiedlungsgewässer entsprechen den effektiven Ansiedlungsstandorten. Bei den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen wurden die Koordinaten einer Probestelle eingesetzt.

Tabelle 1 Übersicht aller beprobten Gewässer und angewandten Methoden. Ein Punkt bei den Methoden bedeutet, dass sie beim jeweiligen Gewässer nicht angewandt wurde. Die Bezeichnungen „erfolgreich“ und „erfolglos“ in der Spalte Status beziehen sich auf den Ansiedlungserfolg.

Gewässer	ID	Gemeinde	X Koordinaten	Y Koordinaten	Status	Letzten Ansiedlung (Stand 2/2018)	Erfolg Massnahmen	Messungen Multisonde	Trübungsmessung	Chemische Wasseranalysen	Vegetationsaufnahmen
Gräppelensee	GRS	Alt St. Johann	740051	230526	natürlich	.	.	2	1	3	3
Kämmoosteich	KMW	Bubikon	705200	235400	natürlich	.	.	2	1	3	3
Lac des Joncs	LDJ	Chatel-St-Denise	558623	154922	natürlich	.	.	2	1	3	2
Lac Lussy	LL	Chatel-St-Denise	558623	154922	natürlich	.	.	2	1	3	3
Birchen 1	BI1	Pfäffikon	702509	245500	erfolgreich	2017 bisher erfolgreich, unsicher	.	2	1	3	2
Hinter Guldenen Ost	HGO	Maur	692200	240575	erfolgreich	2017 erfolgreich	.	2	1	3	2
Hintererliweiher	HIW	Wald	712535	239400	erfolgreich	2010 sehr erfolgreich	.	2	1	3	2
Hüsliriet	HSR	Bubikon	703940	235645	erfolgreich	2017	.	2	1	3	2
Auen (Ost E)	AUO	Stäfa	697960	234982	erfolglos	2007 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Auen (West W)	AUW	Stäfa	697930	234990	erfolglos	2014 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Bachtelweiher	BAW	Wald	710400	239390	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Bietholz	BH	Pfäffikon	701249	246817	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Birchen 2	BI2	Pfäffikon	702490	245520	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Birchen 3	BI3	Pfäffikon	702463	245415	erfolglos	2015 unsicher	.	2	1	3	2
Egelsee Nord	EGN	Bubikon	704450	235070	erfolglos	2014 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Egelsee Süd	EGS	Bubikon	704250	234880	erfolglos	2003 nicht erfolgreich	.	2	1	3	2
Giessenweiher	GSW	Grüningen	702175	236850	erfolglos	2017	.	2	1	3	2
Gloggenmass	GLM	Birmensdorf	675614	246065	erfolglos	2006 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Hanfländer	HL1	Wetzikon	703744	239400	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Hanfländer	HL2	Wetzikon	703732	239384	erfolglos	2009 unsicher	.	1	1	.	.
Hanfländer	HL3	Wetzikon	703712	239379	erfolglos	2010 unsicher	.	1	1	.	.
Hanfländer	HL4	Wetzikon	703685	239514	erfolglos	2015 unsicher	.	.	.	.	.
Hinter Guldenen West	HGW	Maur	692025	240585	erfolglos	2014 nicht erfolgreich	.	2	1	3	2
Hueb	HB	Hombrechtikon	700765	235975	erfolglos	2005 nicht erfolgreich	.	.	.	.	.
Moosweiher	MOW	Hinwil	708470	239750	erfolglos	2015 unsicher	.	1	1	.	.
Oberhöfler Riet	OHR	Wetzikon	703973	239260	erfolglos	2017 unsicher	.	2	1	3	2
Reitbacher Riet	RBR	Bubikon	702580	236640	erfolglos	2014 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Robenhuserriet_TP1	RH1	Wetzikon	701920	244005	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	.	.	.	.
Robenhuserriet_TP2	RH2	Wetzikon	701905	243998	erfolglos	2009 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Robenhuserriet_TP3	RH3	Wetzikon	701912	243954	erfolglos	2006 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Robenhuserriet_TP4	RH4	Wetzikon	702134	244039	erfolglos	2007 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Robenhuserriet_TP5	RH5	Wetzikon	702134	244039	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Schönbüel	SB	Bubikon	704800	235000	erfolglos	2011 nicht erfolgreich	.	.	.	.	.
Strickelweiher	STW	Wald	713750	236600	erfolglos	2013 nicht erfolgreich	.	2	1	3	3
Ütziker Riet (Ost E)	URO	Hombrechtikon	698400	235200	erfolglos	2008 nicht erfolgreich	.	.	.	.	.
Ütziker Riet (West W)	URW	Hombrechtikon	698400	235140	erfolglos	2006 unsicher	.	1	1	.	.
Waldweiher	WW	Thalwil	684650	237080	erfolglos	1991 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Weierriet	WR	Bubikon	704580	235450	erfolglos	2011 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Wilderspitz	WS	Illnau	696770	250660	erfolglos	2013 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Wildert	WW	Illnau	697027	250280	erfolglos	2013 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.
Williweiher	WIW	Wald	712870	235750	erfolglos	2004 nicht erfolgreich	.	1	1	.	.

2.2 Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung

Von Mai bis Juli 2018 wurden in 30 Ansiedlungsgewässern, sowie in den vier Seen mit natürlichem Vorkommen von *N. pumila* chemisch-physikalische Messungen durchgeführt. Als Messgeräte wurden die Multisonde HQ40d (Hach Lange GmbH, 2009) und das mobile Trübungsmessgerät 2100Q (Hach Lange GmbH, 2017) eingesetzt. Die Messungen mit der Multisonde beinhalten die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit (μS), Temperatur ($^{\circ}\text{C}$), Sauerstoffgehalt (mg/l) und die

Sauerstoffsättigung (%). Die Werte wurden circa 40 cm unter der Wasseroberfläche erfasst. An denselben Stellen wurde auch die Probenahme zur Messung der Trübung (FNU) vorgenommen. Durch die Ermittlung dieser Parameter, können Aussagen über die in den Gewässern herrschenden Bedingungen gemacht werden (Nollet & De Gelder, 2014; Weiner, 2013). Sie helfen bei der Beurteilung der Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen, chemischen Wasseranalysen und der Untersuchung der Kieselalgen.

Mittels des GPS Gerätes eTrex 20 (Garmin) wurden die Gewässer aufgesucht und die Koordinaten der Messorte festgehalten (Anhang A). Im Bachtelweiher, Hanfländer 1 und Hanfländer 3, Oberhöfler Riet, Strickelweiher, Waldweiher, Wilderspitz, Kämmoosweiher, Lac des Joncs und Lac Lussy wurden zwei; im Gräppelensee vier Stellen beprobt. Um die Auswirkungen von Messfehlern zu reduzieren, wurde pro Messort im Abstand von einem Meter drei Messungen vorgenommen und anschliessend der Mittelwert berechnet, wobei Ausreisser entfernt wurden (Kent, 2012; Nollet & De Gelder, 2014). Als Ausreisser gilt ein Wert, der mehr als das 1.5-fache vom Mittelwert der beiden näher gelegenen Werte entfernt liegt. In den priorisierten Gewässern fanden ein zweites Mal Messungen der chemisch-physikalischen Parametern mit der Multisonde statt.

2.3 Vegetationsaufnahmen und Berechnung der Zeigerwerte

Im Juli 2018 wurden insgesamt 32 Vegetationsaufnahmen auf einer Fläche von jeweils 4 m² durchgeführt (Chytrý & Otypková, 2003). Die Aufnahmeorte wurden mit der Zielvorstellung ausgewählt, die floristische Zusammensetzung möglichst repräsentativ in ihrem natürlichen Zustand zu erfassen (Kent, 2012; Tremp, 2005; Wildi, 2017). Die Grenzen der Aufnahmefläche wurden durch einen schwimmenden, quadratischen Rahmen aus Polyethylen markiert. In den grösseren Seen Kämmoosweiher, Egelsee, Gräppelensee und Lac Lussy war für die Vegetationsaufnahmen ein Boot nötig, während sich dies in den anderen Gewässern vom Ufer aus erledigen liess. Nebst den Arten und ihrem Deckungsgrad, wurde die emerse und submerse Gesamtdeckung in Prozent erfasst (Kent, 2012; Tremp, 2005). Feinblättrige *Potamogeton*-Arten, *Characeae* sowie Arten der Gattung *Utricularia* und *Callitriche* wurden mit Hilfe einer Stereolupe bestimmt. Pro Vegetationsaufnahme wurde drei Mal die Wassertiefe gemessen und daraus der Mittelwert berechnet.

Aus den Ergebnissen der Vegetationsaufnahmen wurden die gewichteten und ungewichteten Zeigerwerte für die Feuchtezahl, Reaktionszahl, Nährstoffzahl, Lichtzahl, Temperaturzahl und Kontinentalitätszahl berechnet (Landolt et al., 2010). Von den Berechnungen der Zeigerwerte sind Arten ausgeschlossen, welche nur bis auf die Gattung bestimmt werden konnten, sowie Zierformen der Gattung *Nymphaea*. Da es für den Hybrid *N. x intermedia* keine publizierten Zeigerwerte gibt, wurden die Werte von *N. lutea* und *N. pumila* für diese Art gemittelt. Bei diesen Berechnungen wurde die Präsenz von *N. pumila* berücksichtigt.

2.4 Analyse chemischer Wasserparameter

In den vierzehn priorisierten Gewässern wurden Wasserproben entnommen und auf die Parameter Wasserhärte (Messbereich 1-20 °dH), Calcium (Ca mg/l), Magnesium (Mg mg/l), Nitrat (NO₃-N, Messbereich 0.23-13.5 mg/l) und Phosphat (PO₄-P, Messbereich 0.05-1.5 mg/l) hin untersucht. Die Entnahme der Wasserproben fand an den gleichen Stellen wie die Messungen mit der Multisonde und der Trübung statt. Im Juli und August 2018 wurden im Abstand von zwei bis drei Wochen pro Gewässer drei Proben genommen. Dabei wurde jeweils eine ungefilterte Probe à 500 ml und eine filtrierte Probe (Maschenweite 45 µm) à 100 ml entnommen und sofort bei circa 10 °C kühlgestellt, um Ab- und Umbauprozesse der Stoffe im Wasser zu reduzieren (Nollet & De Gelder, 2014; Wetzel, 1983).

Die chemischen Analysen im Labor erfolgten am Tag nach der Probenahme. War dies nicht möglich, wurden die Wasserproben eingefroren. In den ungefilterten Wasserproben wurden mit Küvettentests von Hach Lange (LCK 327) die Wasserhärte, sowie der Gehalt an Calcium und Magnesium bestimmen. Um die Nitrat- beziehungsweise Phosphatkonzentration in den filtrierten Proben zu messen, dienten die Tests LCK 339 und LCK 349 von Hach Lage. Die Konzentrationen wurden mit dem Spektralphotometer DR3800 gemessen. Lag die Konzentration bei Nitrat und Phosphat unter dem messbaren Bereich, wurde der Mittelwert zwischen 0 und der unteren Messgrenze eingesetzt; also 0,115 mg/l bei Nitrat und 0,025 mg/l bei Phosphat. Lagen bei der Calcium- und Magnesiumkonzentration negative Ergebnisse vor, wurde 0 eingesetzt. Insgesamt wurden pro Gewässer fünf Parameter mit drei Wiederholungen gemessen. Alle Ergebnisse der chemischen Wasseranalysen befinden sich im Anhang C.

2.5 Analyse der Kieselalgen

Um eine längerfristige Aussage bezüglich der ökologischen Bedingungen in den untersuchten Gewässern zu erhalten, fand eine Analyse der Kieselalgen statt (Lange-Bertalot, 2013). Zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen wurden pro Gewässer jeweils ein untergetauchtes Stück einer beliebigen Wasserpflanze, sowie Substratproben von der Menge eines Esslöffels entnommen. Die Sedimentproben stammen aus der Schlammschicht im Randbereich der Gewässer. Die Aufbereitung der Proben, die Artbestimmung, die statistischen Auswertungen, sowie die Visualisierung mit dem Programm C2 Version 1.7.7 (Juggins, 2016) fanden durch Dr. Sonja Hausmann vom Atelier für Naturschutz und Umweltfragen statt. Eine Suspension der Proben wurde auf Objektträgern getrocknet, verglüht und mit Ölimmersion bei einer tausendfachen Vergrößerung mikroskopisch beurteilt. Falls möglich, wurden von circa 100 Schalen die Kieselalpengattung bestimmt.

2.6 Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen und Visualisierungen erfolgten mit den Programmen R 3.5.1 und R Studio 1.1.456 (RStudio Team, 2016), wobei die Packages „car“ und „multcompView“, verwendet wurden. Das Signifikanzniveau aller Tests lag bei $\alpha = 0,05$. Eine Übersicht der durchgeführten Tests, deren p-Werte, sowie die Minimalwerte (Min) und Maximalwerte (Max) findet sich in Tabelle 2.

Eine ANOVA (Kent, 2012; Tremp, 2005) wurde bei Tests über drei Gruppen (erfolgreich, erfolglos und natürliche) eingesetzt, wenn die Daten Normalverteilung und Varianzhomogenität aufwiesen. Die Voraussetzungen wurden durch den Shapiro-Test für Normalverteilung (Shapiro & Wilk, 1965) und den Levene-Test für Varianzhomogenität geprüft (Levene, 1960). War keine ANOVA zulässig, wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt (Kruskal, 1964). Die post-hoc-Tests zur Ermittlung der Unterschiede zwischen den getesteten Gruppen (Tremp, 2005), wurden gleichzeitig mit der ANOVA und den Kruskal-Wallis-Tests durchgeführt. Sie sind in den Grafiken durch Kleinbuchstaben ersichtlich. Für ANOVA dienten als post-hoc-Analysen im angewandten Package „multcompView“ t-Tests (Tremp, 2005) der Tukey-Methode (Tukey, 1949). Bei den Kruskal-Wallis-Tests (Kruskal, 1964) wurden im post-hoc-Verfahren Wilcoxon-Tests (Wilcoxon, 1945) durchgeführt.

Im Zweistichprobenfall kam der t-Test zum Einsatz, wenn die Daten Normalverteilung und Varianzhomogenität aufwiesen (Tremp, 2005). Die Gewässer wurden nach Präsenz von *N. pumila* gruppiert (*N. pumila* „ja“, „nein“). Die Voraussetzungen wurden mit dem Levene- und Shapiro-Test geprüft (Levene, 1960; Shapiro & Wilk, 1965). Waren die Bedingungen nicht erfüllt, wurde der Wilcoxon-Test angewandt (Wilcoxon, 1945).

Mit den Ergebnissen der Kieselalpengattungen wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt (Kent, 2012; Tremp, 2005). Für die Regressionsanalyse (Tremp, 2005; Wildi, 2017) zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* und den chemischen Parametern, wurden die Resultate der chemischen Wasseranalysen über die drei Messrunden gemittelt.

3 Ergebnisse

3.1 Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung

Die Temperaturen in Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen unterschieden sich signifikant von denjenigen der Ansiedlungsversuche. Die Gewässer mit natürlichen *N. pumila*-Populationen wiesen tiefere Temperaturen auf, als die erfolglosen und erfolgreichen Ansiedlungsgewässer, die sich untereinander nicht signifikant unterschieden (Abbildung 3). Die Minimaltemperatur lag bei 15,8 °C im Lac des Joncs, die Maximaltemperatur bei 29,7 °C im Gewässer Robenhuserriet_TP2.

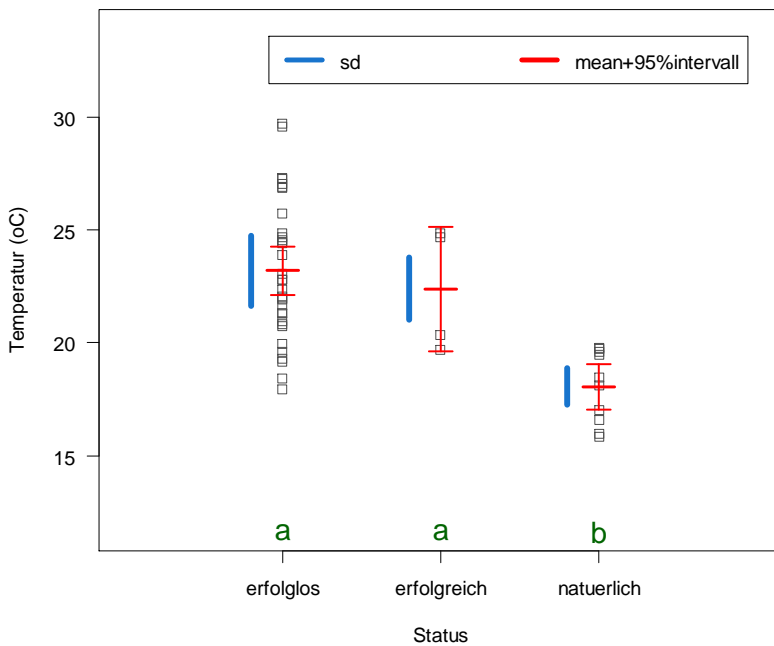


Abbildung 3 Die Ergebnisse aller beprobten Gewässer wiesen signifikante Temperaturunterschiede zwischen den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen und den Ansiedlungsgewässern auf (ANOVA $p = <0,001$).

Wurden die Ergebnisse aller beprobten Gewässern nach der Präsenz von *N. pumila* gruppiert, zeigten sich ebenfalls signifikante Temperaturunterschiede. In den Gewässern ohne *N. pumila* lagen die Temperaturen signifikant höher (Abbildung 4). Die Ergebnisse der weiteren chemisch-physikalischen Parameter, sowie die Trübung wiesen im Vergleich aller beprobten Gewässer keine signifikanten Unterschiede auf.

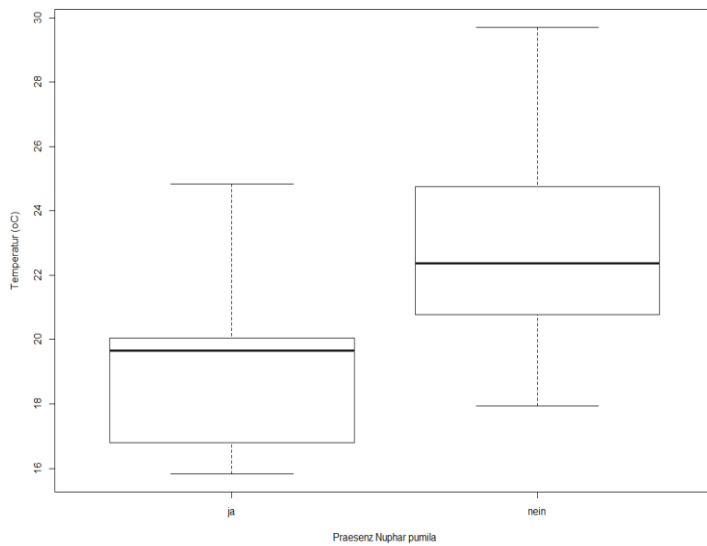


Abbildung 4 Gruppirt nach Präsenz von *N. pumila* zeigten signifikant höhere Temperaturen in den Gewässer ohne vorhandene Populationen (t-Test $p=0,002$).

Wurden die chemisch-physikalischen Parameter und die Trübung in den vierzehn priorisierten Gewässern verglichen, zeigten sich in der Messrunde 1 signifikante Unterschiede bezüglich des pH-Wertes, sowie der Temperatur. In Abbildung 5 ist ersichtlich, dass in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern die Temperaturen signifikant höher lagen als in den Gewässern mit natürlichen Beständen, wobei sich die Ergebnisse der erfolglosen Ansiedlungsgewässer nicht eindeutig abgrenzen liessen.

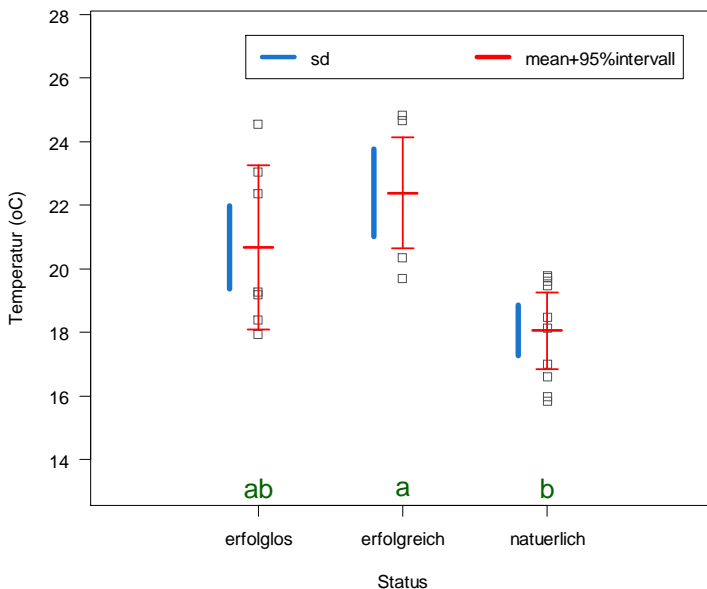


Abbildung 5 Die vierzehn priorisierten Gewässer wiesen in der Messrunde 1 signifikant unterschiedliche Temperaturen zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den natürlichen Beständen auf (ANOVA $p=0,007$).

In der Messrunde 1 der priorisierten Gewässer lagen die pH-Werte in den erfolglosen Ansiedlungsgewässern signifikant tiefer, als in den Erfolgreichen. Die Ergebnisse aus den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen liessen sich beiden Gruppen zuordnen (Abbildung 6). Im Gewässer Oberhöflerriet konnte der tiefste pH-Wert von 7,16 gemessen werden. Der höchste Wert von 9,31 wurde im erfolgreichen Ansiedlungsgewässer Hintererliweiher verzeichnet.

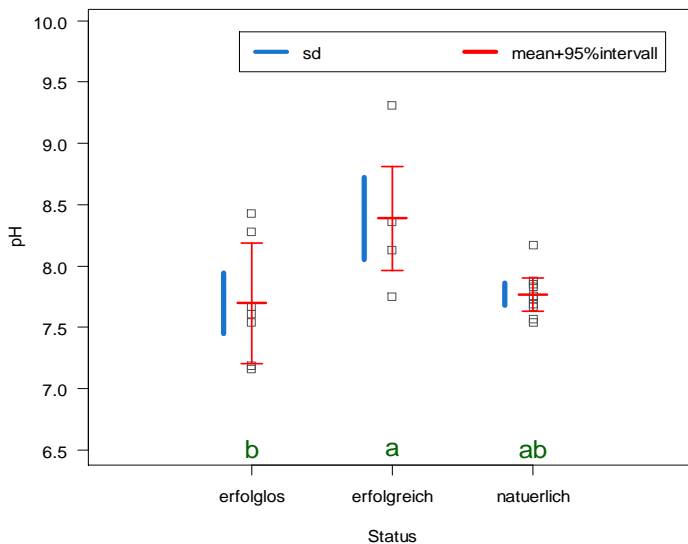


Abbildung 6 Die vierzehn priorisierten Gewässer wiesen in der Messrunde 1 signifikant unterschiedliche pH-Werte auf (ANOVA $p=0,035$).

Getestet über die Messrunden 1 und 2 in den vierzehn priorisierten Gewässern ergaben sich signifikante Temperaturunterschiede zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen (Abbildung 7). Die Temperaturen in den Ansiedlungsgewässer lagen signifikant höher.

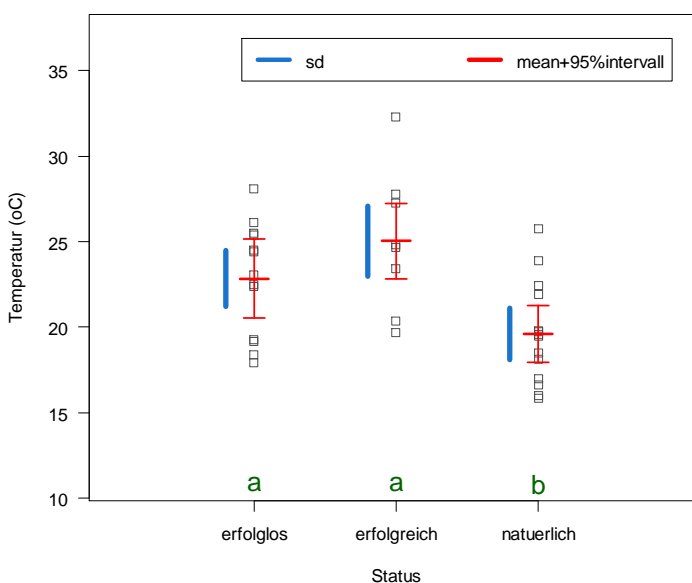


Abbildung 7 In den vierzehn priorisierten Gewässern zeigten sich über die Messrunde 1 und 2 signifikante Temperaturunterschiede (ANOVA $p=0,003$).

3.2 Vegetationsaufnahmen und Berechnung der Zeigerwerte

Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen, in denen insgesamt 31 Arten bestimmt werden konnten, sind in Tabelle 3 dargestellt. In zwölf Vegetationsaufnahmen konnte *N. pumila* verzeichnet werden, wovon fünf Funde in erfolgreichen Ansiedlungsgewässern verzeichnet werden konnten. In den Aufnahmen Birchen 1.1, Gräppelensee 1 bis 3, Hinter Guldenen Ost 1, Hintererliweiher 1 und 2, Hüsliriet 1, Kämmoosweiher 1 bis 3 und Lac des Joncs 1 konnte *N. pumila* bestimmt werden. War *N. pumila* in einer Vegetationsaufnahme präsent, wurden in derselben Aufnahme eine bis vier weitere Arten bestimmt. Vier Vegetationsaufnahmen wiesen *N. lutea* auf, wobei diese Art zusammen mit *N. pumila* nur in der Aufnahme Kämmoosweiher 2 vorkam. Der Hybrid *Nuphar x intermedia* war in allen Vegetationsaufnahmen im Kämmoosweiher, sowie in der Aufnahme Lac Lussy 1 zu finden. Den kleinsten Deckungsgrad von 0,5 % wies *N. pumila* in der Aufnahme Hüsliriet 1 auf; den grössten im Gräppelensee 1 mit 93 %. Mit neun Arten ist die Aufnahme Oberhöfler Riet 2 am artenreichsten. In fünf Vegetationsaufnahmen konnte jeweils nur eine Art bestimmt werden. Dies war in den Aufnahmen Egelsee 1 und 2, Lac Lussy 2 und 3, sowie im Strickelweiher 3 der Fall. Zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen waren im Gewässer Hinter Guldenen Ost Pflegemassnahmen sichtbar. Die Vegetationsaufnahme Hinter Guldenen Ost 1 erfasste diese Situation. Die Vegetationsaufnahme Hinter Guldenen Ost 2 repräsentierte den Zustand ohne Eingriffe. In den Vegetationsaufnahmen Hintererliweiher 2 und Strickelweiher 1 bis 3 waren Grünalgen vorhanden.

Bezüglich der Zeigerwerte liessen sich signifikante Unterschiede in der Nährstoff-, Licht- und Temperaturzahl ermitteln. Abbildung 8 visualisiert die Ergebnisse der ungewichteten und gewichteten Nährstoffzahlen. In der linken Grafik ist ersichtlich, dass die ungewichteten Nährstoffzahlen in den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen signifikant tiefer lagen, als in beiden Gruppen der Ansiedlungsgewässer. Die gleichen Ergebnisse zeigten sich auch bei den gewichteten Nährstoffzahlen in der Grafik auf der rechten Seite. Unter Berücksichtigung beider Berechnungsmethoden liegt in der Vegetationsaufnahme Gräppelensee 3 mit einer Nährstoffzahl von 2 der tiefste Wert. Die höchste Nährstoffzahl von 4 wurde in der Aufnahme Strickelweiher 3 berechnet.

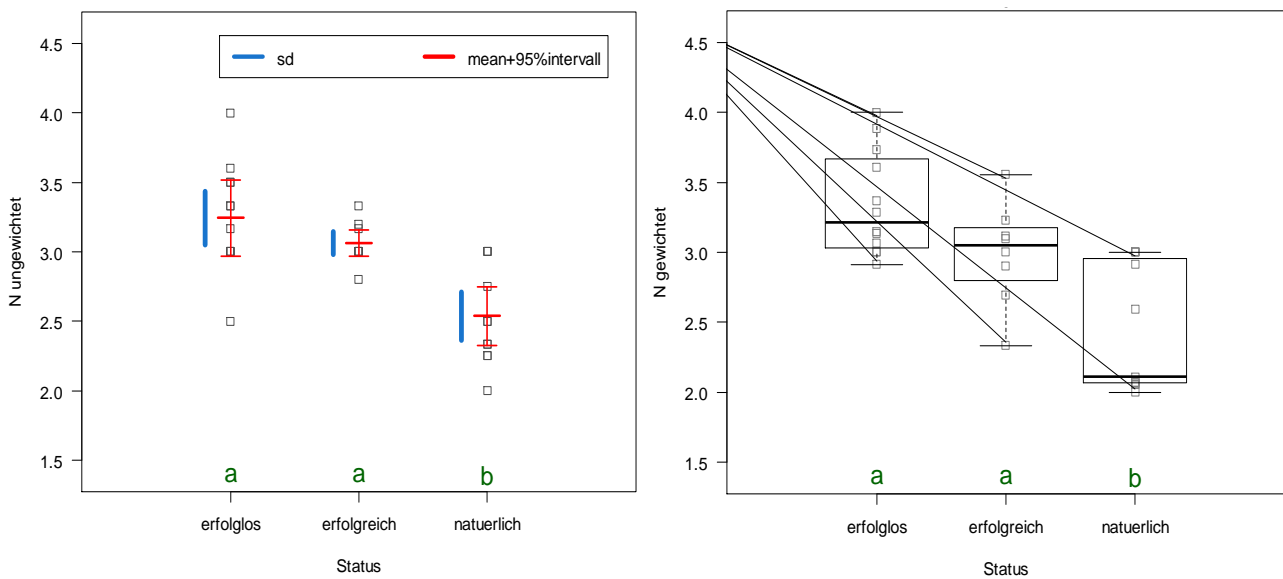


Abbildung 8 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Nährstoffzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen (ANOVA $p < 0,001$). Rechts: Signifikante Unterschiede der gewichteten Nährstoffzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen (Kruskal-Wallis $p < 0,001$).

Bezüglich der gewichteten und ungewichteten Lichtzahlen wiesen die Gewässer mit natürlichen *N. pumila*-Populationen signifikant höhere Werte auf, als die erfolgreichen Ansiedlungsgewässer (Abbildung 9). Die Ergebnisse der erfolglosen Ansiedlungsgewässer liessen sich nicht klar abgrenzen. Die höchste Lichtzahl von 4 liess sich mit beiden Berechnungsmethoden in den Vegetationsaufnahmen Birchen 3.2, Egelsee 1, Gräppelensee 1, Hinter Guldenen West 1 & 2, Kämmsweiher 1 bis 3, Lac des Joncs 1 und, Lac Lussy 1 bis 3 ermitteln. Die tiefste Lichtzahl von 3 wurde in den Vegetationsaufnahmen Strickelweiher 3 und Giessenweiher 1 berechnet, welche zu der Gruppe der erfolglosen Ansiedlungsgewässern gehören.

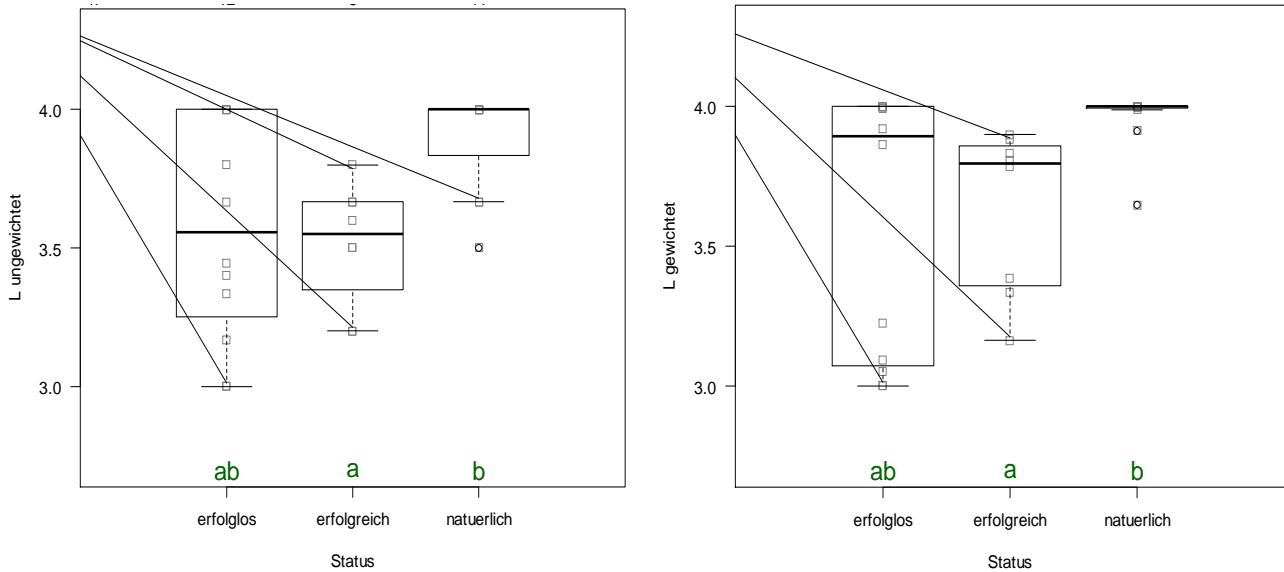


Abbildung 9 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Lichtzahl zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,013$). Rechts: Signifikante Unterschiede zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,007$).

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass sich beide Gruppen der Ansiedlungsgewässer durch signifikant höhere Temperaturzahlen gegenüber den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen abgrenzen. Die tiefsten Temperaturzahlen von 2,6 liegen in den Vegetationsaufnahmen Gräppelensee 2 & 3. Der höchste Wert von 4 wurde für die Aufnahme Egelsee 1 berechnet. Dies zeigte sich bei den ungewichteten-, wie auch den gewichteten Berechnungen.

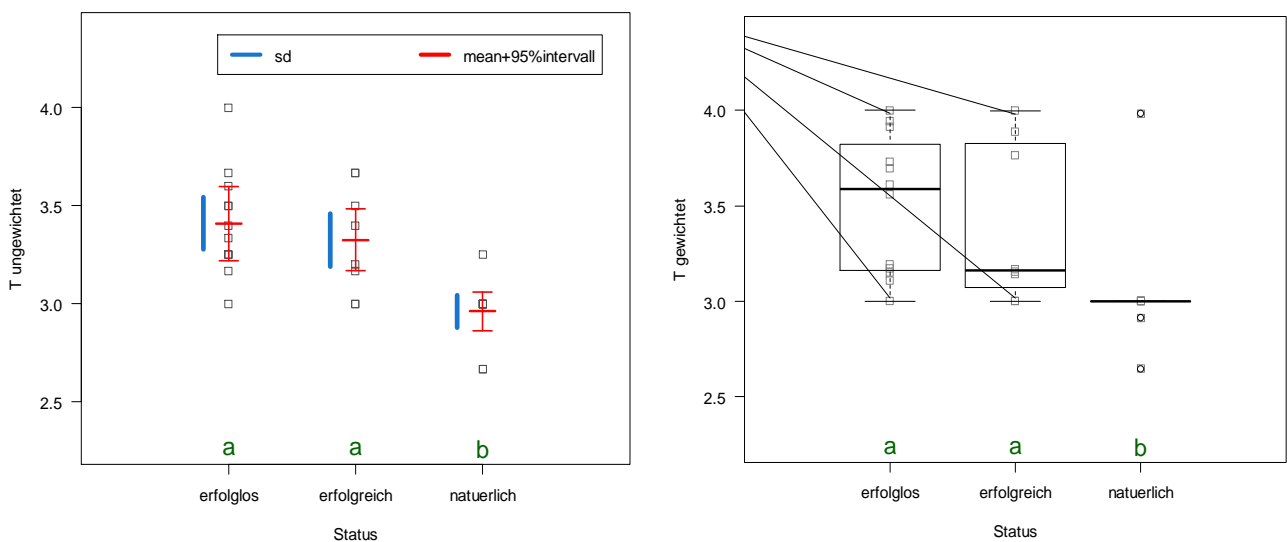


Abbildung 10 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Temperaturzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (ANOVA $p < 0,001$). Rechts: Signifikante Unterschiede der gewichteten Temperaturzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,003$).

3.3 Analyse chemischer Wasserparameter

Abbildung 11 zeigt, dass sich die Magnesiumkonzentrationen, getestet über alle Messrunden, signifikant zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen unterschieden. In beiden Gruppen von Ansiedlungsgewässern lagen die Konzentrationen signifikant höher als in den Gewässern mit natürlichen Beständen. Im Gräppelensee, Lac des Joncs, Lac Lussy konnte kein Magnesium nachgewiesen werden. Die höchste Magnesiumkonzentration von 24 mg/l ergab die Wasserprobe aus dem erfolgreichen Ansiedlungsgewässer Hüsliriet. Die weiteren chemischen Parameter wiesen weder in den einzelnen Messrunden, noch über alle Messrunden getestet signifikante Unterschiede auf. Dies galt auch, wenn die Gewässer nach Präsenz von *N. pumila* gruppiert wurden.

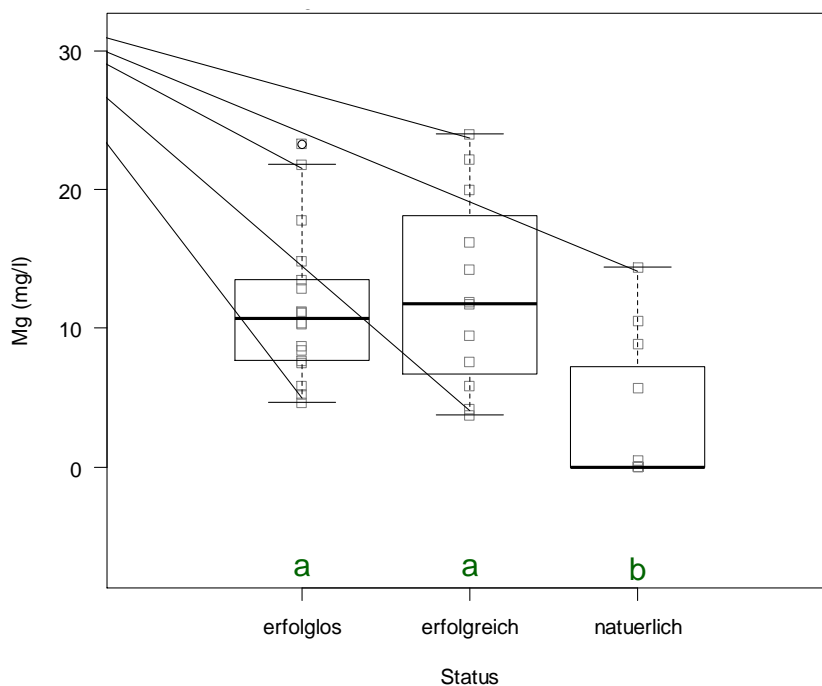


Abbildung 11 Die Magnesiumkonzentrationen (mg/l) zeigten über alle Messrunden getestet signifikante Unterschiede zwischen der Ansiedlungsgewässern und den Gewässer mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,001$).

Die Regressionsanalysen zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* und den Parametern der chemischen Wasseranalysen zeigten nur in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern signifikante Zusammenhänge. In Abbildung 12 ist ersichtlich, dass der Deckungsgrad von *N. pumila* mit zunehmender Calciumkonzentration abnahm. Die höchste Calciumkonzentration wurde mit 69 mg/l im Gewässer Birchen 1 gemessen, die tiefste im Hintererliweiher mit 22,4 mg/l.

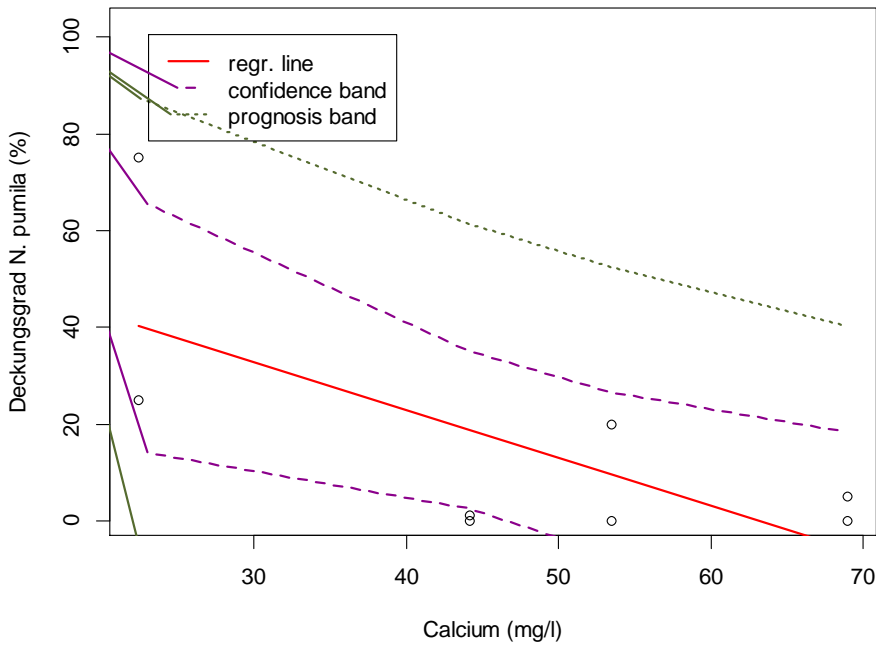


Abbildung 12 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und der Calciumkonzentration ($\alpha p = 0,006$).

Zwischen der Magnesiumkonzentration und dem Deckungsgrad von *N. pumila* ergab die Regressionsanalyse ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang (Abbildung 13). Die grösste Deckung von *N. pumila* zeigte sich bei der tiefsten Magnesiumkonzentration. Im Hintererliweiher wurde die tiefste Magnesiumkonzentration von 4,59 mg/l gemessen. Die höchste Konzentration von 20,8 mg/l wurde im Hüsliriet ermittelt.

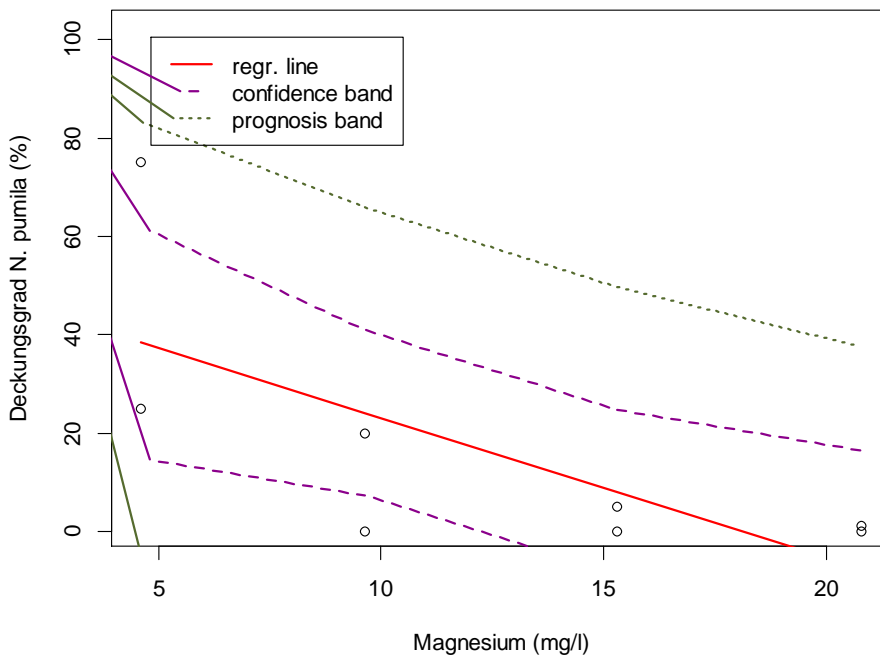


Abbildung 13 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und der Magnesiumkonzentration ($\alpha p = 0,048$).

Der Härtegrad dH und die *N. pumila*-Deckung ergaben in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern ebenfalls eine signifikante Regression (Abbildung 14). Mit zunehmendem Härtegrad sank der Deckungsgrad. Im Hintererliweiher lag mit 4,2 der tiefste Härtegrad. Der höchste Wert von 13,2 wurde im Gewässer Birchen 1 gemessen.

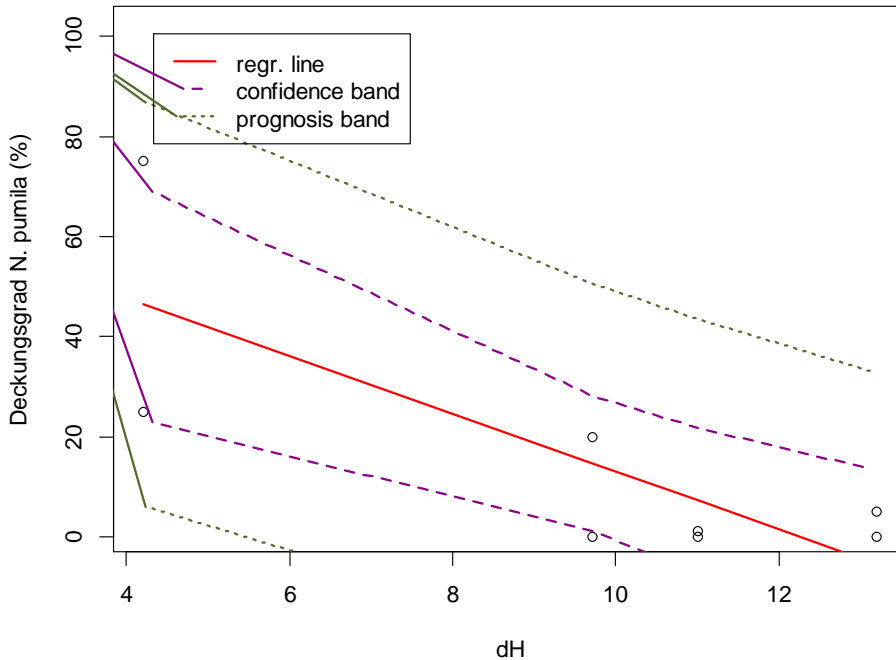


Abbildung 14 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und dem Härtegrad (dH) ($\alpha = 0,002$).

3.4 Kieselalgen

Bis auf eine Probe aus dem Oberhöfler Riet enthielten die Sedimentproben keine Schalen. Aus diesem Grund beziehen sich die nachfolgenden Grafiken (Abbildung 15 und Abbildung 16) auf die Ergebnisse der periphytischen Proben.

Die Hauptkomponentenanalyse in Abbildung 15 zeigt die relative Häufigkeit der Kieselalpengattungen in den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern, sowie in den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen. Die erfolglosen Ansiedlungsgewässer wiesen besonders viele Kieselalgen der Gattung *Cocconeis* auf. In den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern sind jeweils zahlreiche Individuen der Gattungen *Nitzschia*, *Planothidium* und *Fragilaria* zu finden. Die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen wiesen geringe relative Häufigkeiten an Kieselalgen auf.

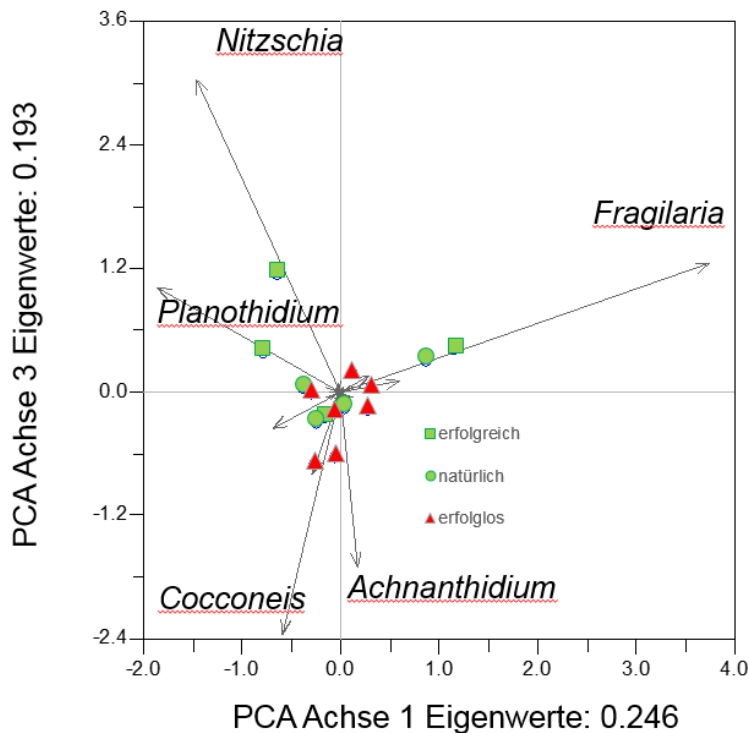


Abbildung 15 Hauptkomponentenanalyse der relativen Häufigkeit der Kieselalpengattungen. Pfeile: Gattungen (Pfeile ohne Namen entsprechen weniger häufigen Gattungen). Gewässer: Symbole.

Eine detaillierte Übersicht der relativen Häufigkeiten der Kieselalgen Gattungen pro Gewässer findet sich in Abbildung 16. *Nitzschia* und *Navicula* waren vor allem in den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Bestand und in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern zu finden. Die Gattung *Cocconeis* konnte nur in den erfolglosen Ansiedlungsgewässern und in den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Populationen bestimmt werden. Die höchste relative Häufigkeit an Kieselalgen von 98,4% wies das erfolgreiche Ansiedlungsgewässer Hüsliriet auf. Die Gattungen *Epithemia* und *Eunotia* liessen sich ausschliesslich in der Gruppe der Gewässer mit natürlichen Beständen bestimmen.

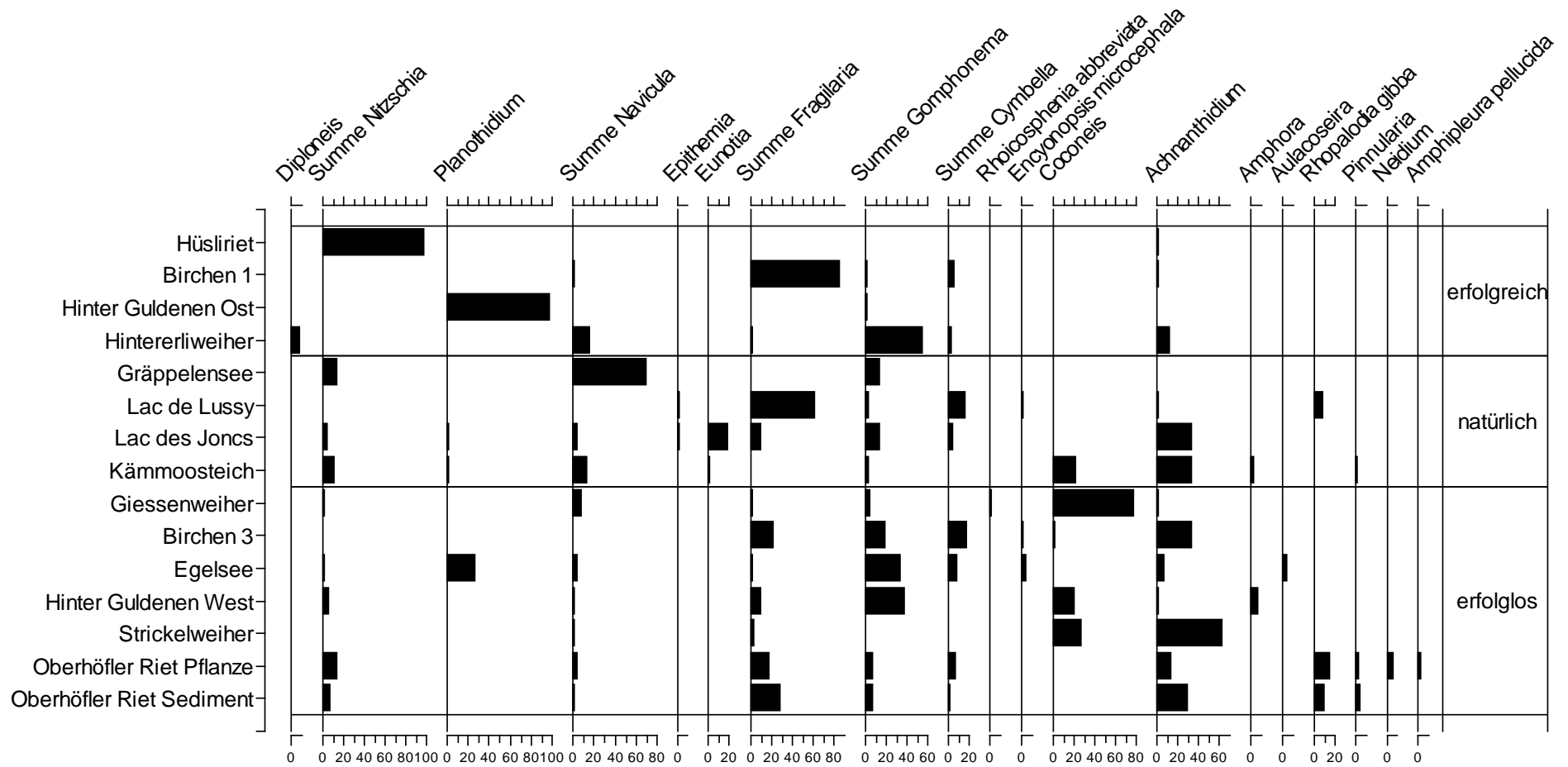


Abbildung 16 Übersicht der relativen Häufigkeiten der Kieselalgen-gattungen. X-Achse oben: Kieselalgen-gattungen. X-Achse unten: Relative Häufigkeit der Gattungen in %. Y-Achse links: Beprobte Gewässer. Y-Achse rechts: Gewässergruppen.

4 Diskussion

4.1 Chemisch-physikalische Parameter und Trübung

In den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Beständen lagen die Temperaturen signifikant tiefer, als in den Ansiedlungsgewässern. Im Zweistichprobenfall wiesen die Gewässer mit *N. pumila*-Populationen tiefere Temperaturen auf. Die kühlen Wassertemperaturen entsprechen den ökologischen Standortbedingungen der Art (Oberdorfer, 2001; Sebold, Seybold, & Philippi 1993). Die tieferen Temperaturen in den Gewässern mit natürlichen Beständen lassen sich damit erklären, dass es sich um grosse Seen handelt. In grossen und tiefen Gewässern laufen Temperaturänderungen langsamer ab (Wetzel, 1983). Ausser der Kämmoosweiher liegen die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen auf über 800 m über Meer in Gebieten mit tieferen Jahrestemperaturen (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 2018). Dass zwischen den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden konnten, kann mit ähnlichen Umweltbedingungen und den natürlichen Temperaturschwankungen im Jahres- und Tagesverlauf erklärt werden (Glandt, 2006). Zudem wurden die Messungen im dynamischen Epilimnion vollzogen, was zu einer Streuung der Ergebnisse führen kann. Grundsätzlich muss bei der Interpretation der Temperaturen berücksichtigt werden, dass das Jahr 2018 durch einen Hitzesommer geprägt war und die Dauer einer Messrunde bis zu drei Wochen dauerte.

In der Messrunde 1 der priorisierten Gewässer grenzt sich die Gruppe der erfolglosen Ansiedlungsgewässer durch signifikant tiefere pH-Werte von den Erfolgreichen ab. Dies entspricht nicht der Hypothese, dass erfolglose Ansiedlungsgewässer höhere pH-Werte aufweisen als die anderen Gruppen. So lässt sich vermuten, dass *N. pumila* tolerant gegenüber der Protonenkonzentration ist. Alle gemessenen Werte liegen zwischen 7,1 und 9,31 im neutral bis basischen Bereich. Die pH-Werte liegen somit über dem Median von 7,2 in Schweizer Kleingewässern (Oertli et al., 2000). Dies bestärkt die Annahme, dass der pH-Wert den Ansiedlungserfolg nur wenig beeinträchtigt. Allerdings ist zu beachten, dass Messungen mit der Multisonde erst durch Wiederholungen an Aussagekraft gewinnen. Um eine zuverlässige Aussage über den Einfluss des pH-Wertes auf die Populationsentwicklung zu machen, wären also mehr Messungen nötig.

4.2 Vegetationsaufnahmen und Zeigerwerte

Mit einer maximalen Artenzahl von neun stellten sich die untersuchten Gewässer als eher artenarm heraus, was auf die sehr tiefen gemessenen Konzentrationen von Nitrat und Phosphat zurückzuführen ist (Wetzel, 1983). Das Oberhöfler Riet wies in allen drei Messrunden

Nitratkonzentrationen im messbaren Bereich auf, was ein Grund für die höchste Artenzahl sein könnte. Die Tatsache, dass in einer Vegetationsaufnahme mit Präsenz von *N. pumila* höchstens vier weitere Arten vorkommen, lässt vermuten, dass es sich um eine konkurrenzschwache Art handelt, welche sich auf sehr spezifische Standortbedingungen eingestellt hat. Kommen *N. lutea* und *N. pumila* im gleichen Gewässer vor, wie das im Kämmoosweiher der Fall ist, tritt auch der Hybrid *N. x intermedia* auf. Die Vermutung, dass sich die Arten leicht kreuzen und *N. pumila* somit verschwindet, liegt also nahe. Dies bestätigen auch Kozłowski und Eggenberg (2005). Die Dominanz von *N. lutea* gegenüber *N. pumila* zeigt sich auch durch die hohen Deckungsgrade von *N. lutea*. Ein weiterer Grund für die erfolglosen Ansiedlungsversuche könnten ähnliche Lebensraumansprüche von *N. pumila*, *N. lutea* und *Nymphaea alba* L. sein (Info Flora, 2018a, 2018b, 2018c). *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* zeichnen sich in den Vegetationsaufnahme durch hohe Deckungsgrade aus und verdrängen dadurch die konkurrenzschwache *N. pumila*. Die Absenz von anderen *Nymphaeaceae* als *N. pumila* könnte also deren hohen Deckungsgrad im Gräppelensee erklären. Hinzu kommt, dass *N. pumila* ab einer Wassertiefe von circa 200 cm steril bleibt (Hegi, 1974) und Ansiedlungsversuche somit nur in flachen Gewässern sinnvoll sind. Die Standorte im Egelsee mit einer Tiefe von über 250 cm können als ungeeignet eingestuft werden.

Die ungewichteten und gewichteten Lichtzahlen zeigen, dass die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen signifikant höhere Werte aufweisen als die erfolgreichen Ansiedlungsgewässer. Die Ergebnisse der erfolglosen Ansiedlungsgewässern lassen sich nicht klar zuordnen. Die hohen Lichtzahlen weisen auf helle Standortbedingungen hin, was eine konkurrenzschwache Art wie *N. pumila* begünstigen kann. Diese weist mit einer Lichtzahl von 4 wenig Toleranz gegenüber Beschattung auf (Landolt, 2010). Die unerwartet tiefen Lichtzahlen in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern lassen vermuten, dass die Populationsentwicklung nicht nur durch die Lichtverhältnisse beeinflusst wird. Hinzu kommen anthropogene Pflegemassnahmen, wie das Entfernen oder Zurückschneiden anderer Wasserpflanzen, welche eine Veränderung der Lichtverhältnisse herbeiführen. Dies kann eine Erklärung dafür sein, dass sich die Ergebnisse der erfolglosen Ansiedlungsgewässer nicht eindeutig abgrenzen lassen.

Die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Bestand grenzten sich durch signifikant tiefere gewichtete- und ungewichtete Nährstoffzahlen gegenüber den Ansiedlungsgewässern ab. Die Nährstoffarmut könnte die Populationsentwicklung der konkurrenzschwachen *N. pumila* begünstigen, da sie bei zu stark eutrophierten Wasserverhältnissen durch nährstofftolerante Arten verdrängt werden würde. Allerdings wurde auch nachgewiesen, dass *N. pumila* auch in mesotrophen Wasserverhältnissen vorkommt (Jabłońska & Kłosowski, 2012; Kłosowski, 2006; Kłosowski & Tomaszewicz, 1993). Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass *N. pumila* tolerant gegenüber einer gewissen Nährstoffkonzentration ist, aber in eutrophen Wasserverhältnissen durch andere Arten verdrängt

wird. In mesotrophen Wasserverhältnisse ohne konkurrenzstarke Arten könnten sich *N. pumila*-Populationen vermutlich ebenfalls entwickeln.

In den Gewässern mit natürlichen Beständen liegt die Temperaturzahl signifikant tiefer als in den Ansiedlungsgewässern. Dies entspricht den ökologischen Standortbedingungen von *N. pumila* (Oberdorfer, 2001; Sebald, Seybold, & Philippi, 1993) und bestätigt die erhobenen Ergebnisse der Temperaturmessungen. Daraus lässt sich schliessen, dass es sich bei der Temperatur um eine wichtige Standortbedingung handelt. Die höheren Temperaturzahlen in den Ansiedlungsgewässern lassen sich mit der geringen Wassertiefe erklären, welche zu einer raschen Erwärmung führt (Glandt, 2006). Dauerhaft hohe Wassertemperaturen könnten also der Populationsentwicklung von *N. pumila* schaden.

4.3 Chemische Wasseranalysen

Die Magnesiumkonzentrationen in den Ansiedlungsgewässern liegen signifikant höher als in den Gewässern mit natürlichen *N. pumila*-Beständen. In Schweizer Kleingewässern liegt der Median der Magnesiumkonzentration bei 17 mg/l (Oertli et al., 2000). Die gemessene Maximalkonzentration von 24 mg/l Magnesium im Hüsleriet liegt also deutlich über diesem Wert. Da die Magnesiumkonzentration die Wasserhärte beeinflusst (Weiner, 2013), liegt die Vermutung nahe, dass dieser Wert in den Ansiedlungsgewässern ebenfalls höher liegt. Im Rahmen dieser Arbeit konnte dies allerdings statistisch nicht belegt werden.

Die natürlichen Standorte von *N. pumila* zeichnen sich durch tiefe Calcium- und Magnesiumkonzentrationen aus (Kłosowski, 2006; Kłosowski & Tomaszewicz, 1993). Deshalb könnte der erhöhte Magnesiumgehalt in den Ansiedlungsgewässern ein Grund für den Misserfolg der Ansiedlungsversuche sein. Diese Annahme wird durch die Tatsache bestärkt, dass die Regressionsanalysen in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern einen signifikant negativen Einfluss der Wasserhärte, Magnesium- und Calciumkonzentrationen auf den Deckungsgrad von *N. pumila* zeigten. Dem widerspricht allerdings, dass auch in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern die Magnesiumkonzentrationen höher liegen als in Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Beständen. Zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichen Populationen liessen sich keine Gemeinsamkeiten aufzeigen. Deshalb können die Calcium- und Magnesiumkonzentration und die Wasserhärte nicht als einzige Faktoren bei der Erklärung der unterschiedlich erfolgreichen Populationsentwicklung genannt werden.

Alle Phosphat- und die Mehrheit der Nitratkonzentrationen lagen unter dem messbaren Bereich. Möglicherweise waren zum Zeitpunkt der Probenahme die im Wasser gelösten Nährstoffe bereits von Algen aufgebraucht, was zu oligotrophen Verhältnissen führt (Wetzel, 1983). Allerdings lag die höchste Nitratkonzentration von 0,545 mg/l im erfolgreichen Ansiedlungsgewässer Hinter Guldenen

Ost über dem Median von 0,195 mg/l in Schweizer Kleingewässern (Oertli, 2000). So lassen sich aufgrund der chemischen Wasseranalysen wenig Zusammenhänge zwischen den Nährstoffkonzentrationen und der Populationsentwicklung von *N. pumila* herleiten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bestände in den untersuchten Gewässern kaum durch Eutrophierung bedroht sind. Die Tatsache, dass alle untersuchten Gewässer in Naturschutzgebieten liegen, verstärkt diese Annahme.

4.4 Auswertung der Kieselalgen

Wie die Auswertungen zeigten, unterscheiden sich die erfolgreichen Ansiedlungsgewässer und Gewässer mit natürlichen *N. pumila*-Beständen bezüglich der Kieselalpengattungen nicht auffällig von den erfolglosen Gewässern. Die Gattung *Fragilaria*, welche mit oligo- bis eutrophen Gewässern assoziiert wird (Linne von Berg, 2012), wies in beiden Gruppen der Ansiedlungsgewässer eine grosse relative Häufigkeit auf. Da diese Gattung unterschiedliche Nährstoffkonzentrationen erträgt, kann keine Aussage über die Trophiestufe der Ansiedlungsgewässer gemacht werden. Die in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern häufig auftretende Gattung *Nitzschia*, hat ebenfalls eine grosse ökologische Nische (Linne von Berg, 2012), weshalb sie wenig zur Charakterisierung der Gewässer beiträgt. Im erfolglosen Ansiedlungsgewässer Giessenweiher lag die relative Häufigkeit der Gattung *Cocconeis*, welche in nährstoffreichen Gewässern vorkommt (Lange-Bertalot, 2013), bei 78,74%, was auf eine dauerhaft erhöhte Nährstoffkonzentration hinweist.

Die Gattung *Eunotia* liess sich ausschliesslich im Lac des Joncs nachweisen und ist mit oligotrophen Gewässern mit niedriger Alkalität assoziiert (Van de Weyer et al., 2011). Diese Faktoren entsprechen den natürlichen Standortbedingungen von *N. pumila* (Oberdorfer, 2001). Die Gattung *Epithemia* kommt ebenfalls in Gewässern mit tiefem pH-Wert vor und konnte im Lac Lussy und Lac des Joncs bestimmt werden. *Rhopalodia gibba* kommt in stickstoffarmen Gewässern vor, da sie endosymbiontische Blaualgen besitzt (Lange-Bertalot, 2013). Sie konnte im Lac Lussy und im erfolglosen Ansiedlungsgewässer Oberhöflerriet bestimmt werden. Dies kann auf dauerhaft nährstoffarme Bedingungen hinweisen.

4.5 Methodendiskussion

Die Messungen mit der Multisonde und dem Trübungsmessgerät erwiesen sich als effiziente Werkzeuge, um sich einen ersten Eindruck der Standortbedingungen in den Gewässern zu verschaffen. Dank den Wiederholungen der chemischen Analysen, konnten die Wassereigenschaften über einen Zeitraum von zwei Monaten erfasst und verglichen werden. Durch die Vegetationsaufnahmen liess sich der Zustand der Populationsentwicklung von *N. pumila* und der Einfluss von Konkurrenz einschätzen. Alle angewandten Methoden konnten Unterschiede zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Bestand aufzeigen und

trugen zur Beantwortung der Hypothesen bei. Die Feldarbeit erwies sich als sehr zeitintensiv, da die beprobten Gewässer grosse räumliche Distanzen aufweisen und teilweise schlecht zugänglich waren.

Obwohl zahlreiche Tests keine signifikanten Unterschiede aufwiesen, sollten diese Parameter nicht grundsätzlich von einer neuen Erhebung ausgeschlossen werden, da die Ergebnisse teilweise nur knapp nicht signifikant waren. Wie die Datenanalyse zeigte, liessen sich zwischen den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern keine eindeutigen Unterschiede ermitteln. Um die Hypothesen besser zu beantworten, könnten bei einer erneuten Realisierung folgende Modifikationen vorgenommen werden:

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Stichprobenzahl zu erhöhen und mehr Wiederholungen durchzuführen, um den Einfluss von jahreszeitlich bedingten Schwankungen zu reduzieren, wie dies beispielsweise bei der Magnesiumkonzentration der Fall ist (Wetzel, 1983). Um Streuung zu verringern, sollten die Messrunden mit der Multisonde und dem mobilen Trübungsmessgerät innerhalb eines kürzeren Zeitraumes stattfinden. Zudem wäre es sinnvoll, diese Messungen im Metalimnion durchzuführen, da diese Schicht konstantere Verhältnisse aufweist (Wetzel, 1983). Dadurch werden die Ergebnisse stabiler. Bezüglich der chemischen Wasseranalysen wäre es interessant, weitere Parameter zu untersuchen, welche typisch für Standorte mit *N. pumila* sind. Chlorid und Siliciumdioxid sind zwei mögliche Parameter (Kłosowski, 2006; Kłosowski & Tomaszewicz, 1993). Das Substrat der Gewässer könnte ebenfalls beprobt werden. Dies liefert Informationen zu den Standortbedingungen über einen längeren Zeitraum (Wetzel, 1983).

Um den Einfluss der Beschattung auf *N. pumila* besser einzuschätzen, könnte bei den Vegetationsaufnahmen die Ufervegetation berücksichtigt werden. Das Messen der Sonnenstunden würde zusätzliche Informationen zu den Lichtverhältnissen liefern. Eine interessante Ergänzung wäre das Erheben der Vegetation mittels eines Transekts, welches vom Ufer zu der Gewässermitte hin gelegt wird (Trempe, 2005). Dadurch werden die Veränderungen der Uferzonen aufgezeigt.

5 Schlussfolgerung

Die erfolglosen Ansiedlungsgewässer unterschieden sich nicht durch höhere pH-Werte, Temperaturen und Wasserhärte und weniger Nährstoffen von den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Vorkommen. Dafür zeigten die statistischen Analysen, dass sich die Gewässer mit natürlichem *N. pumila*-Bestand von beiden Gruppen der Ansiedlungsgewässer signifikant abgrenzen. Auch bei den Berechnungen der Zeigerwerte lagen die Unterschiede zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichen Beständen. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass die Ansiedlungsgewässer geographisch nahe zusammenliegen und demzufolge von ähnlichen Umweltfaktoren geprägt sind, weshalb sich die Standortbedingungen kaum unterscheiden. Die Gewässer mit natürlichen Beständen sind, ausser dem Kämmoosweiher, einem deutlich anderen Klima und geologischen Bedingungen ausgesetzt (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018a, 2018b). Da alle beprobten Gewässer in Naturschutzgebieten liegen, ist der anthropogene Nährstoffeintrag gering und dient deshalb ebenfalls nicht zur Unterscheidung der Standorte.

N. pumila ist eine konkurrenzschwache Art und vergesellschaftet sich mit wenig anderen Pflanzen. Dies zeigte sich indem in Vegetationsaufnahmen mit Präsenz von *N. pumila* maximal vier weitere Arten vorkamen. Ein weiterer Hinweis sind die hohen Gesamtdeckungsgrade in den erfolglosen Ansiedlungsgewässern. Vermutlich wurde *N. pumila* in diesen Gewässern verdrängt. Es ist anzunehmen, dass die Dominanz wuchsstarker Pflanzen ein Grund für den Misserfolg der Ansiedlungsversuche ist.

Die Reaktionszahlen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf. Die Temperatur- und Lichtzahl zeigten zwischen den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern keine Unterschiede auf. Dies kann mit ähnlichen Umweltfaktoren und der geografischen Nähe erklärt werden. Die Ansiedlungsgewässer unterschieden sich aber von den Gewässern mit natürlichen Beständen.

Zwischen dem Deckungsgrad von *N. pumila* und den chemischen Wassereigenschaften zeigte sich teilweise ein Zusammenhang. Der negative Einfluss von hohen Magnesium- und Calciumkonzentrationen, sowie des Härtegrades auf den Deckungsgrad von *N. pumila* lassen vermuten, dass diese Parameter die Populationsentwicklung beeinträchtigen. Ein Einfluss der Nährstoffkonzentrationen konnte hingegen nicht nachgewiesen werden.

Abschliessend ist festzuhalten, dass es zwischen den erfolgreichen und erfolglosen Ansiedlungsgewässern keine offensichtlichen Unterschiede gibt. Vielmehr unterscheiden sich die Ansiedlungsgewässer von den Gewässern mit natürlichem *N. pumila*-Bestand. Dies deutet darauf hin, dass es eine Kombination von verschiedenen Umwelt- und Standortfaktoren ist, welche zu einem erfolgreichen Ansiedlungsversuch beitragen. Vermutlich begünstigen auch

Pflegemassnahmen, wie das Entfernen andere Wasserpflanzen, die Populationsentwicklung von *N. pumila*. Um die Aussagekraft der gewonnenen Erkenntnisse zu verstärken, wären jährliche Beprobungen und eine Erweiterung der untersuchten Parameter nötig.

6 Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz. (2018). Normwert-Karten Temperatur. Abgerufen am 9. Oktober von <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/klima-normwerte/normwert-karten.html>
- Chytrý, M., & Otypková, Z. (2003). Plot sizes used for phytosociological tables by species-relevé groups. *Journal of Vegetation Science*, 5, 563–570.
- Eggenberg, S., & Keel, A. (2004). *Aktionsplan Kleine Teichrose (Nuphar pumila [Timm] DC.)*. Zürich: Fachstelle Naturschutz.
- Ellenberg, H., Leuschner, C., & Dierschke, H. (2010). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht* (6. Auflage). Stuttgart: Ulmer.
- Glandt, D. (2006). *Praktische Kleingewässerkunde*. Bielefeld: Laurenti.
- Hach Lange GmbH. (2009). *Bedienungsanleitung für tragbares Messgerät HQd*. Düsseldorf.
- Hach Lange GmbH. (2017). *2100Q und 2100Qis. Bedienungsanleitung*. Düsseldorf.
- Hegi, G. (1974). *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* (2. Auflage, 3. Band Dicotyledones). Berlin: Parey.
- Hess, H. E., Landolt, E., Hirzel, R., & Baltisberger, M. (2015). *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz und angrenzende Gebiete* (7. Auflage). Basel: Springer.
- HSR Hochschule für Technik Rapperswil. (2018). Das nationale Portal für Geodaten in Lehre und Forschung. Abgerufen am 3. Oktober 2018, von <https://www.geodata4edu.ch/>
- Info Flora. (2018a). *Nuphar lutea* (L.) Sm. Abgerufen am 9. Oktober 2018, von <https://www.infoflora.ch/de/flora/nuphar-lutea.html>
- Info Flora. (2018b). *Nuphar pumila* (Timm) DC. Abgerufen am 16. Februar 2018, von <https://www.infoflora.ch/de/flora/nuphar-pumila.html#map>
- Info Flora. (2018c). *Nymphaea alba* L. Abgerufen am 9. Oktober 2018, von <https://www.infoflora.ch/de/flora/nymphaea-alba.html>
- Jabłońska, E., & Kłosowski, S. (2012). Ecology of rare water plant communities in lakes of north-eastern Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(1), 3–9.
- Juggins, S. (2016). C2 (Version 1.7.7) [Windows]. Newcastle: Newcastle University.
- Käsermann, C., & Moser, D. M. (1999). *Nuphar pumila* (EN). *Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne*. Bern: BUWAL.

- Kent, M. (2012). *Vegetation Description and Data Analysis. A Practical Approach* (2. Auflage). Chichester: Wiley-Blackwell.
- Kłosowski, S. (2006). The relationships between environmental factors and the submerged Potametea associations in lakes of north-eastern Poland. *Hydrobiologia*, 560, 15–29.
- Kłosowski, S., & Tomaszewicz, H. (1993). Standortsverhältnisse der Gesellschaften mit Dominanz einzelner *Nymphaeaceen* in Nordost-Polen. *Tuexenia*, 13, 75–90.
- Kozłowski, G., & Eggenberg, S. (2005). Vorkommen der Kleinen Teichrose *Nuphar pumila* und des Hybrids *N. x intermedia* in der Schweiz. *Botanica Helvetica*, 115, 125–136.
- Kruskal, W. (1964). Multidimensional scaling. A numerical method. *Psychometrika*, 29, 115–129.
- Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmli, W., Nibis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F. H., Theurillat, J.-P., Urmi, E., Vust, M., & Wohlgemuth, T. (2010). *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen* (2. Auflage). Bern: Haupt.
- Lange-Bertalot, H. (2013). *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa- Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis*. (2. Auflage). Königstein: Koeltz Scientific Books.
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to Probability and Statistics. Essays in Honor of Harold Hotelling*, 278–292.
- Linne von Berg, K.-H. (2012). *Der Kosmos-Algenführer. Süßwasseralgen unter dem Mikroskop. Ein Bestimmungsbuch* (2. Auflage). Stuttgart: Franckh-Kosmos.
- Moser, D. M., Gygax, A., Bäumler, B., Wyler, N., & Palese, R. (2002). *Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Nollet, L. M. L., & De Gelder, L. S. P. (2014). *Handbook of water analysis* (3. Auflage). Boca Raton: CRC Press.
- Oberdorfer, E. (2001). *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete* (8. Auflage). Stuttgart: Ulmer.
- Oertli, B., Auderset Joye, D., Castella, E., Juge, R., & Lachavanne, J.-B. (2000). *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petites lacs de Suisse*. Genf: Office fédéral de l'environnement.
- RStudio Team. (2016). *RStudio: Integrated Development for R (Version 1.1.456) [Windows]*. Boston: RStudio, Inc.

- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2018a). Karte Geologie 500. Abgerufen am 29. September 2018, von https://map.geo.admin.ch/?topic=inspire&zoom=4&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.5,1,1,0.75,0.75,0.75&layers=ch.swisstopo.swissimage-product,ch.swisstopo.geologie-geologische_karte,ch.swisstopo.geologie-tektonische_karte,ch.blw.bodeneignung-kulturtyp,ch.blw.bodeneignung-kulturland,ch.blw.niederschlagshaushalt&lang=de&layers_timestamp=current,,,,,&E=2702924.19&N=1243733.85&layers_visibility=true,true,false,false,false,false
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2018b). Karte Niederschlagshaushalt. Abgerufen am 29. September 2018, von https://map.geo.admin.ch/?topic=inspire&zoom=3&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.5,1,1,0.75,0.75,0.75&layers=ch.swisstopo.swissimage-product,ch.swisstopo.geologie-geologische_karte,ch.swisstopo.geologie-tektonische_karte,ch.blw.bodeneignung-kulturtyp,ch.blw.bodeneignung-kulturland,ch.blw.niederschlagshaushalt&lang=de&layers_timestamp=current,,,,,&E=2698688.70&N=1239747.27&layers_visibility=true,false,false,false,false,true
- Sebald, O., Seybold, S., & Philippi, G. (1993). *Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* (1. Band Pteridophyta, Spermatophyta: Lycopodiaceae bis Plumbaginaceae). Stuttgart: Ulmer.
- Shapiro, S., & Wilk, M. (1965). An analysis of variancetest for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 591–611.
- Tremp, H. (2005). *Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten*. Stuttgart: Ullmer.
- Tukey, J. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5(2), 99–114.
- Van de Weyer, K., Schmidt, C., Kreimeier, B., & Wassong, D. (2011). *Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefässpflanzen, Armeuchteralgen und Moose) in Deutschland* (1. Band Bestimmungsschlüssel). Potsdam: LUGV.
- Weiner, E. R. (2013). *Applications of environmental aquatic chemistry. A practical guide* (3. Auflage). Boca Raton: CRC Press.
- Wetzel, R. G. (1983). *Limnology* (2. Auflage). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparison by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80–83.
- Wildi, O. (2017). *Data analysis in vegetation ecology* (3. Auflage). Wallingford Oxfordshire UK: CABI.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übersicht der Gewässer mit autochthonen <i>N. pumila</i> -Populationen in der Schweiz (1:500'000). 1: Kämmoosweiher (ZH), 2: Gräppelensee (SG), 3: Lac Lussy (FR), 4: Lac des Joncs (FR) (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2018c; bearbeitet).....	4
Abbildung 2 Übersicht der Ansiedlungsgewässer im Kanton Zürich gruppiert nach dem Status der Populationsentwicklung. (1:500'000) (Kartenmaterial: HSR Hochschule für Technik Rapperswil, 2018, bearbeitet).....	4
Abbildung 3 Die Ergebnisse aller beprobten Gewässer wiesen signifikante Temperaturunterschiede zwischen den Gewässern mit natürlichen <i>N. pumila</i> -Populationen und den Ansiedlungsgewässern auf (ANOVA $p= <0,001$).	11
Abbildung 4 Gruppiert nach Präsenz von <i>N. pumila</i> zeigten signifikant höhere Temperaturen in den Gewässer ohne vorhandene Populationen (t-Test $p= 0,002$).	12
Abbildung 5 Die vierzehn priorisierten Gewässer wiesen in der Messrunde 1 signifikant unterschiedliche Temperaturen zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den natürlichen Beständen auf (ANOVA $p= 0,007$).	12
Abbildung 6 Die vierzehn priorisierten Gewässer wiesen in der Messrunde 1 signifikant unterschiedliche pH-Werte auf (ANOVA $p= 0,035$).	13
Abbildung 7 In den vierzehn priorisierten Gewässern zeigten sich über die Messrunde 1 und 2 signifikante Temperaturunterschiede (ANOVA $p= 0,003$).	13
Abbildung 8 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Nährstoffzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und Gewässer mit natürlichem <i>N. pumila</i> -Vorkommen (ANOVA $p= <0,001$). Rechts: Signifikante Unterschiede der gewichteten Nährstoffzahl zwischen Nährstoffzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und Gewässer mit natürlichem <i>N. pumila</i> -Vorkommen (Kruskal-Wallis $p= <0,001$).	16
Abbildung 9 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Lichtzahl zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p= 0,013$). Rechts: Signifikante Unterschiede zwischen den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p= 0,007$).	17
Abbildung 10 Links: Signifikante Unterschiede der ungewichteten Temperaturzahl zwischen den Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (ANOVA $p= <0,001$). Rechts: Signifikante Unterschiede der gewichteten Temperaturzahl zwischen den	

Ansiedlungsgewässern und den Gewässern mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,003$).	17
Abbildung 11 Die Magnesiumkonzentrationen (mg/l) zeigten über alle Messrunden getestet signifikante Unterschiede zwischen der Ansiedlungsgewässern und den Gewässer mit natürlichem Vorkommen (Kruskal-Wallis $p=0,001$).	18
Abbildung 12 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von <i>N. pumila</i> in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und der Calciumkonzentration ($p=0,006$).	19
Abbildung 13 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von <i>N. pumila</i> in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und der Magnesiumkonzentration ($p=0,048$).	19
Abbildung 14 Regressionsanalyse zwischen dem Deckungsgrad von <i>N. pumila</i> in den erfolgreichen Ansiedlungsgewässern und dem Härtegrad (dH) ($p=0,002$).	20
Abbildung 15 Hauptkomponentenanalyse der relativen Häufigkeit der Kieselalpengattungen. Pfeile: Gattungen (Pfeile ohne Namen entsprechen weniger häufigen Gattungen). Gewässer: Symbole.	21
Abbildung 16 Übersicht der relativen Häufigkeiten der Kieselalpengattungen. X-Achse oben: Kieselalpengattungen. X-Achse unten: Relative Häufigkeit der Gattungen in %. Y-Achse links: Beprobte Gewässer. Y-Achse rechts: Gewässergruppen.....	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht aller beprobten Gewässer und angewandten Methoden. Ein Punkt bei den Methoden bedeutet, dass sie beim jeweiligen Gewässer nicht angewandt wurde. Die Bezeichnungen „erfolgreich“ und „erfolglos“ in der Spalte Status beziehen sich auf den Ansiedlungserfolg. 6

Tabelle 2 Übersicht der getesteten Parameter, Minimal-/ Maximalwerte, angewandten Tests und deren p-Werte. Links der horizontalen Linie stehen die p-Werte der Mehrfaktoriellen-Tests. Rechts sind die p-Werte des Zweistichprobenfalles. Signifikante p-Werte sind grün hinterlegt..... 10

Tabelle 3 Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen. Die Deckungsgrade der Arten sind in Prozent (%) angegeben. BI: Birchen, EGS: Egelsee, GRS: Gräppelensee, GSW: Giessenweiher, HGO: Hinter Guldenen Ost, HWG: Hinter Guldenen West, HIW: Hintererliweiher, HSR: Hüsliriet, KMW: Kämmoosweiher, LDJ: Lac des Joncs, LL: Lac Lussy, OHR: Oberhöfler Riet, STW: Strickelweiher 15

Anhang

Anhang A: Originaldaten der Ansiedlungsgewässer

Anhang B: Bewilligungen

Anhang C: Rohdaten

Anhang D: R-Skripte

Anhang E: Selbstständigkeitserklärung

Anhang A: Originalliste der Ansiedlungsgewässer

Übersicht Ansiedlung Nuphar pumila im Kanton ZH

UNA Bern, Stand Dezember 2017

Nr. Population	Nr. Teilpopulation	Ort	Gemeinde	Koordinaten X	Koordinaten Y	Status	Jahr der letzten Ansiedlung (Stand Februar 2018)	Status Entwicklung	Erfolg Massnahmen
1	1	Kämmoosleich	Bubikon	705200	235400	autochthon	0	stabil	erfolgreich
2		Lüzelsee	Hombrechtikon	700960	235200	autochthon	0	erloschen	
3		Hütnersee	Hütten	693660	226580	autochthon	0	erloschen	
4		Egelsee	Bubikon	704370	234970	autochthon	0	erloschen	
13		Waldweiher	Thalwil	684650	237080	Ansiedlung	1991?	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
14	1	Gloggenmass	Birmensdorf	675614	246065	Ansiedlung	2006	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
15	1	Egelsee Süd	Bubikon	704250	234880	Ansiedlung	2003	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
15	2	Egelsee Nord	Bubikon	704450	235070	Ansiedlung	2014	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
16	1	Ütziker Riet (Ost E)	Hombrechtikon	698400	235200	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
16	2	Ütziker Riet (West W)	Hombrechtikon	698400	235140	Ansiedlung	2006	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
17	1	Auen (Ost E)	Stäfa	697960	234982	Ansiedlung	2007	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
17	2	Auen (West W)	Stäfa	697930	234990	Ansiedlung	2014	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
18	1	Robenuserriet_A1 (C)	Wetzikon	701920	244005	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
18	2	Robenuserriet_A1 (B)	Wetzikon	701905	243998	Ansiedlung	2009	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
18	3	Robenuserriet_A1 (A)	Wetzikon	701912	243954	Ansiedlung	2006	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
18	4	Robenuserriet_A2	Wetzikon	702134	244039	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
18	5	Robenuserriet_A2	Wetzikon	702134	244039	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
19	1	Hanfländer	Wetzikon	703750	239400	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
19	2	Hanfländer	Wetzikon	703740	239400	Ansiedlung	2009	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
19	3	Hanfländer	Wetzikon	703704	239383	Ansiedlung	2010	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
19	4	Hanfländer	Wetzikon	703685	239514	Ansiedlung	2015	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
19	5	Oberhöfler Riet	Wetzikon	703973	239260	Ansiedlung	2017	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
20	1	Moosweiher	Hinwil, Wernetshausen	708470	239750	Ansiedlung	2015	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
21	1	Bachtelweiher	Wald	710400	239390	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
22	1	Hintererliweiher	Wald	712535	239400	Ansiedlung	2010	stabil bis zunehmend	sehr erfolgreich
23	1	Strickelweiher	Wald	713750	236600	Ansiedlung	2013	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
24	1	Williweiher	Wald	712870	235750	Ansiedlung	2004	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
25	1	Hueb	Hombrechtikon	700765	235975	Ansiedlung	2005	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
26	1	Birchen	Pfäffikon	702509	245500	Ansiedlung	2017	abnehmend	bisher erfolgreich, unsicher
26	2	Birchen	Pfäffikon	702490	245520	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
26	3	Birchen	Pfäffikon	702463	245415	Ansiedlung	2015	erloschen/ nicht etabliert	unsicher
27	1	Pfäffikon	Biehholz (neue Teiche)	701249	246817	Ansiedlung	2008	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
28	1	Wildert	Illnau	697027	250280	Ansiedlung	2013	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
28	2	Wilderspitz	Illnau	696770	250660	Ansiedlung	2013	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
29	1	Reibacher Riet (Laufenriet)	Bubikon	702580	236640	Ansiedlung	2014	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
30	1	Weierriet	Bubikon	704580	235450	Ansiedlung	2011	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
31	1	Schönbüel	Bubikon	704800	235000	Ansiedlung	2011	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
32	1	Hinter Guldenen West	Maur	692025	240585	Ansiedlung	2014	erloschen/ nicht etabliert	nicht erfolgreich
32	2	Hinter Guldenen Ost	Maur	692200	240575	Ansiedlung	2017	stabil	erfolgreich
33	1	Giesserweiher	Grünigen	702175	236850	Ansiedlung	2017	noch nicht kontrolliert	
34	1	Hüsliriet	Bubikon	703940	235645	Ansiedlung	2017	noch nicht kontrolliert	

Anhang A: Ergänzungen zu den Standorten der Ansiedlungsgewässer

(verfasst durch das Atelier für Umwelt- und Naturschutzfragen)

Plan 31/2015



Kanton Zürich
<http://maps.zh.ch>



Orthophotos Aktuellste Bilder
GIS-ZH / GIS-Browser

Nuphar pumila
Massnahmen Population Nr.
31 (Bubikon-Schönbühl)



© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.12.2015 15:26:46

Diese Karte stellt einen Zusammensatz von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Massstab 1:1250



Zentrum: [704812.27,235129.57]

Plan 18/2015



Kanton Zürich
<http://maps.zh.ch>
Orthophotos Aktuellste Bilder
GIS-ZH / GIS-Browser

Nugher pumila
Massnahmen Population Nr.
18 (Wetzikon-Robenhusenriet)

TP: Teilpop. / P. Pflanzen



© GIS-ZH, Kanton Zürich, 03.12.2015 15:18:36

Diese Karte stellt einen Zusammensatz von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Massstab 1:1250
0 10 20 30m
Zentrum: [702005.18,243946.12]

Anhang B: Bewilligung zum Betreten von Schutzgebieten Gräppelensee

Kanton St.Gallen
Volkswirtschaftsdepartement

Amt für Natur, Jagd und Fischerei



Amt für Natur, Jagd und Fischerei, Davidstrasse 35, 9001 St.Gallen

Sabrina Keller
Brändistrasse 7
6048 Horw

Guido Ackermann

Amt für Natur, Jagd und Fischerei
Davidstrasse 35
9001 St.Gallen
T 058 229 31 51
guido.ackermann@sg.ch
ga

St.Gallen, 25. April 2018

Ausnahmebewilligung nach Art. 9 der kantonalen Naturschutzverordnung (sGS 671.1): Betreten von Schutzgebieten zu wissenschaftlichen Zwecken

Sehr geehrte Frau Keller

Mit E-Mail vom 18. April 2018 ersuchen Sie das Amt für Natur, Jagd und Fischerei um eine Bewilligung für das Betreten von Schutzgebieten zu wissenschaftlichen Zwecken.

Im Rahmen Ihrer Bachelorarbeit an der zhaw untersuchen Sie Populationen der Kleinen Teichrose (*Nuphar pumila*) sowie den Zustand der Gewässer, in denen die Pflanzen vorkommen oder in denen ein Ansiedlungsversuch vorgenommen werden soll. Eine autochthone Population von *N.pumila* befindet sich im Gräppelensee (Moorlandschaft von nationaler Bedeutung), Gemeinde Wildhaus-Alt St.Johann. Im Zeitraum von Mai bis Mitte September 2018 möchten Sie im Gräppelensee Vegetationsaufnahmen durchführen und Wasserproben entnehmen.

Nach Art. 9 der kantonalen Naturschutzverordnung (sGS 671.1, abgekürzt NSV) ist das Amt für Natur, Jagd und Fischerei zuständig für Ausnahmebewilligungen für das Betreten von Schutzgebieten zu wissenschaftlichen Zwecken. Die Bewilligung kann erteilt werden, sofern der Fortbestand der Pflanzen oder Tiere in der betreffenden Gegend nicht gefährdet wird.

Die Voraussetzungen für die Erteilung der beantragten Bewilligung sind erfüllt.

Bewilligung:

Gestützt auf Art. 9 NSV verfügt das Amt für Natur, Jagd und Fischerei:

1. Die für die geplanten Erhebungen benötigte Ausnahmebewilligung wird erteilt.
2. Die Bewilligung ist gültig bis 31. Dezember 2018 und gilt für die Adressatin dieser Bewilligung.



3. Das Betreten des Schutzgebietes hat möglichst schonend und unauffällig (kein Legen von Spuren ab den Flurwegen) zu erfolgen.
4. Eine Kopie dieser Bewilligung ist bei den Feldarbeiten mitzuführen und auf Verlangen den ermächtigten Kontrollpersonen vorzuzeigen.
5. Auf die Erhebung einer Bewilligungsgebühr wird in Anwendung von Art. 95 Abs. 3 des Gesetzes über die Verwaltungsrechtspflege (sGS 951.2, abgekürzt VRP) verzichtet.

Rechtsmittel

Gegen diese Verfügung kann nach Art. 43bis des Gesetzes über die Verwaltungsrechtspflege (sGS 951.1; abgekürzt VRP) in Verbindung mit Art. 47 Abs. 1 VRP innert 14 Tagen seit der Eröffnung beim Volkswirtschaftsdepartement schriftlich Rekurs erhoben werden. Der Rekurs hat eine Darstellung des Sachverhalts, einen Antrag sowie eine Begründung zu enthalten. Dem Rekurs ist die angefochtene Verfügung beizulegen.

Freundliche Grüsse

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ackermann'.

Guido Ackermann
Leiter Abteilung Natur und Landschaft

Kopie an:

- Gemeinderat Wildhaus-Alt St.Johann

Anhang B: Bewilligung zum Betreten von Schutzgebieten (Kanton Zürich)



Kanton Zürich
Baudirektion
Verfügung
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz

Nr. 18028
Referenz-Nr.: FNS 18144

Kontakt: Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz, Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich
Telefon +41 43 259 30 32, www.naturschutz.zh.ch (cb)

26. April 2018
1/3

Betreten von Naturschutzgebieten

Kanton Zürich,
Sabrina Keller, Brändlistrasse 7, 6048 Horw
Betreten von Naturschutzgebieten, Zone I (Naturschutzzone)

Ausnahmebewilligung nach Schutzverordnung

Mit Schreiben vom 25. April 2018 ersucht Sabrina Keller um eine Ausnahmebewilligung für das Betreten folgender Naturschutzgebiete:

Gemeinde	Naturschutzgebiet	SVO, Obj.Nr.
Birmensdorf	Feuchtstandort Gloggenmaas	Birmensdorf Nr. 9
Bubikon	Kämmmoosteich, Weierriet, Egelsee, Rietbacher Riet, Schönbüel, Hüsliriet	Bubikon - Lützelsee Nr. 1, 2, 3 und 4
Grüningen	Reitbacherriet (Giessenweiher)	Grüningen Nr. 2
Hinwil	Moosweiher Drumlinlandschaft Zürcher Oberland: Oberhöflerriet, Hanfländer	Bachtel Nr. 12 Drumlinlandschaft Zürcher Oberland Nr. 4
Hombrechtikon	Lützelsee, Ütziker Riet, Hueb	Lützelseegebiet Nr. 3 und 1
Hütten, Richterswil	Hüttnersee	Hütten - Richterswil Nr. 1
Illnau-Effretikon	Wildert	Illnau - Effretikon Nr.3
Maur	Hinter Guldenen	Moorbiotope Hinter Guldenen
Pfäffikon	Birchen, Bietholz	Pfäffikerseegebiet Nr. 1
Stäfa	Ried Auen	Stäfa Nr. 1
Thalwil	Waldweiher im Landforst	Thalwil Nr. 2
Wald	Bachtelweiher Hinterliweiher, Fabrikeich Strickel, Wiliweiher	Bachtel Nr. 17 Wald Nr. 6, 20 und 10
Wetzikon	Robenhauserriet Drumlinlandschaft Zürcher Oberland, Hanfländer	Pfäffikerseegebiet Nr. 3 Drumlinlandschaft Zürcher Oberland Nr. 5

Nuphar pumila wurde im Rahmen der AP Flora an verschiedenen Standorten angesiedelt. An neun Ansiedlungsgebieten und einem autochtonen Standort sollen im Rahmen einer Bachelorarbeit an der ZHAW Wädenswil die Ufervegetation, submerse Makrophyten und Schwimmplattpflanzen im Zusammenhang mit dem Vorkommen von *Nuphar pumila* erhoben werden. Dabei werden die Pflanzen höchstens kurz aus dem Wasser gehoben, es finden keine Entnahmen statt.

Zusätzlich werden zwei Mal Wasserproben von ca. 1 L zur chemischen Analyse entnommen, einmal von Mai bis Juni und das zweite Mal gleichzeitig mit den Vegetationserhebungen von August bis September.

Ausserdem sollen Temperaturlogger eingesetzt werden und während beiden Begehungen die Beschattung des Plots der Vegetationsaufnahme mittels eines Horizontoskops erfasst werden.

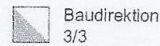
Da sich gewisse Ansiedlungskordinaten in der Mitte der Gewässer befinden, muss ein Boot ohne Motor eingesetzt werden können.

Gemäss den Verordnungen zum Schutz der Naturschutzgebiete von überkommunaler Bedeutung in den oben erwähnten Gemeinden ist das Betreten der Naturschutzzone verboten. Die Baudirektion kann bei besonderen Verhältnissen, insbesondere beim Vorliegen eines überwiegenden öffentlichen oder eines wissenschaftlichen Interesses, unter sichernden Bedingungen Ausnahmen von diesen Vorschriften gestatten.

Die vorgesehenen Untersuchungen dienen dem Schutzziel, der Erteilung einer Ausnahmebewilligung steht deshalb nichts entgegen.

Das Amt für Landschaft und Natur verfügt:

- I. Sabrina Keller, Brändlistrasse 7, 6048 Horw, wird die Bewilligung erteilt, die oben erwähnten Naturschutzgebiete bis am 30. September 2018 unter folgenden Bedingungen und Auflagen zu betreten:
 1. Das Begehen der Naturschutzzonen ist auf das für die Untersuchungen absolut nötige Minimum zu beschränken.
 2. Die Flora und Fauna sind bestmöglich zu schonen.
 3. Die Untersuchungen dürfen nicht an Wochenenden durchgeführt werden.
 4. Die Untersuchungen dürfen die Bewirtschaftung der Flächen in keiner Weise behindern.
 5. Ein Boot ohne Motor darf nur wo unbedingt nötig eingesetzt werden. Es sind die Boote vor Ort zu verwenden.
 6. Die exakten Standorte der Untersuchungsflächen sind der Fachstelle Naturschutz bekannt zu geben.
 7. Die im Rahmen der Arbeit erhobenen Artenfunde sind an www.infospecies.ch zu melden. Die Datenübermittlung ist der Fachstelle Naturschutz zu bestätigen.
 8. Der Fachstelle Naturschutz ist nach Abschluss der Untersuchungen ein Exemplar der Arbeit abzugeben.
 9. Diese Ausnahmebewilligung ist während den Feldarbeiten mitzuführen.



- II. Das Einholen der Einwilligung der Grundeigentümer bzw. der Bewirtschafter ist Sache der Gesuchstellerin.
- III. Das Einholen von Bewilligungen zum Befahren von Flurwegen ist Sache der Gesuchstellerin.
- IV. Gegen diese Verfügung kann innert 30 Tagen, von der Zustellung an gerechnet, mit schriftlicher Begründung beim Baurekursgericht, 8090 Zürich, Rekurs erhoben werden. Die in dreifacher Ausfertigung einzureichende Rekurschrift muss einen Antrag und dessen Begründung enthalten. Der angefochtene Entscheid ist beizulegen. Die angerufenen Beweismittel sind genau zu bezeichnen und soweit möglich beizulegen. Rekursentscheide sind kostenpflichtig; die Kosten hat die im Verfahren unterliegende Partei zu tragen.
- V. Mitteilung an
 - Sabrina Keller, Brändlistrasse 7, 6048 Horw
 - die betroffenen Gemeinden per Mail
 - BAFU, Abt. Arten Ökosysteme Landschaften, 3003 Bern
 - Naturschutz-Beauftragte der betroffenen Gemeinden per Mail
 - Amt für Landschaft und Natur, Fischerei- und Jagdverwaltung
 - die beschwerdeberechtigten Organisationen

U. Wiedmer

Ursina Wiedmer
Fachstellenleiterin

Versand: - 8. Mai 2018

Anhang C: Rohdaten der Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung (alle Gewässer)

Gewässer	ID	Status	Status_Nr	Messrunde	FNU	pH	Temperatur	Leitfähigkeit	Sauerstoffgeh.	Sauerstoffsae	Datum	X_Koordinate	Y_Koordinate	Nuphar_pumila
Auen Ost E	AUO	erfolglos	3	1	3	7.07	27.23	237	2.75	37.4	19.06.2018	697959	234981	nein
Auen West W	AUW	erfolglos	3	1	3.28	7.92	29.57	294	8.88	123.93	19.06.2018	697933	234982	nein
Bachtelweiher 1	BAW 1	erfolglos	3	1	6.94	8.07	20.83	370	10.43	129.27	05.07.2018	710449	239362	nein
Bachtelweiher 2	BAW 2	erfolglos	3	1	5.86	8.03	20.73	372.67	10.35	126.93	05.07.2018	710399	239388	nein
Bietholz	BH	erfolglos	3	1	4.38	7.83	21.97	398	5.76	70.33	04.06.2018	701249	246817	nein
Birchen 1	BI1	erfolgreich	1	1	13.13	7.75	24.83	578	6.05	79.8	04.06.2018	702509	245500	ja
Birchen 2	BI2	erfolglos	3	1	8.68	8.18	27.03	410.67	17.52	245.87	04.06.2018	702490	245520	nein
Birchen 3	BI3	erfolglos	3	1	11.07	7.67	24.53	486.33	3.99	52.23	04.06.2018	702463	245415	nein
Egelsee	EGS	erfolglos	3	1	4.76	8.28	19.17	443.33	7.8	89.3	21.05.2018	704450	235070	nein
Giessenweiher	GSW	erfolglos	3	1	3.07	7.61	23.03	464	11.53	147	19.06.2018	702157	236844	nein
Gloggenmaas	GLM	erfolglos	3	1	2.36	7.72	22.03	488.33	7.12	90.35	08.06.2018	675594	246069	nein
Graepplensee	GRS1	natuerlich	2	1	6.36	8.17	19.77	175.27	7.63	97.13	12.05.2018	740051	230526	ja
Graepplensee	GRS2	natuerlich	2	1	5.22	7.85	19.6	165.3	7.47	95.6	12.05.2018	740119	230554	ja
Graepplensee	GRS3	natuerlich	2	1	2.37	7.83	18.13	176.83	7.6	94.43	12.05.2018	740053	230664	ja
Graepplensee	GRS4	natuerlich	2	1	4.53	7.67	19.73	178.77	7.18	90.73	12.05.2018	739965	230625	ja
Hanflaender 1	HL1	erfolglos	3	1	2.58	7.38	22.77	227.67	6.42	79.5	19.06.2018	703744	239400	nein
Hanflaender 2	HL2	erfolglos	3	1	1.57	7.24	22.77	229.33	5.61	69.33	19.06.2018	703732	239384	nein
Hanflaender 3.1	HL3.1	erfolglos	3	1	2.51	7.05	21.3	268	2.81	33.83	19.06.2018	703712	239379	nein
Hanflaender 3.2	HL3.2	erfolglos	3	1	1.38	7.05	21.93	288	3.91	48	19.06.2018	703697	239394	nein
Hinter Gulden Ost	HGO	erfolgreich	1	1	2.56	8.13	20.33	244	11.22	147.2	20.06.2018	296214	240566	ja
Hinter Gulden West	HGW	erfolglos	3	1	7.79	7.54	19.27	519.33	11.39	150.1	20.06.2018	692024	240581	nein
Hintererlweiher	HIW	erfolgreich	1	1	7.22	9.31	19.7	146.5	9.67	114.9	05.07.2018	712552	239405	ja
Huesliriet	HSR	erfolgreich	1	1	2.5	8.36	24.67	382.33	12.93	164.23	21.05.2018	703944	235648	ja
Kaemmoosweiher	KMW2	natuerlich	2	1	3.62	7.54	16.6	480	3.98	43.1	21.05.2018	705136	235358	ja
Kaemmoosweiher	KMW1	natuerlich	2	1	6.75	7.88	15.97	463	8.74	94.5	21.05.2018	705156	235375	ja
Lac des Joncs	LDJ1	natuerlich	2	1	1.26	7.69	17	201.07	6.85	82.13	11.05.2018	562330	151420	ja
Lac des Joncs	LDJ2	natuerlich	2	1	1.17	7.57	15.83	799.83	6.77	79.2	11.05.2018	362333	141448	ja
Lac Lussy	LAL1	natuerlich	2	1	1.73	7.73	18.47	333	6.92	81.27	11.05.2018	558619	154826	nein
Lac Lussy	LAL2	natuerlich	2	1	1.74	7.76	19.47	336	6.8	81.4	11.05.2018	558739	154845	nein
Moosweiher	MOW	erfolglos	3	1	14.4	7.86	20.93	423.67	7.04	87.73	05.07.2018	708482	239740	nein
Oberhoefler Riet 1.1	OHR1	erfolglos	3	1	8.43	7.16	18.4	405	3.02	34.47	19.06.2018	703962	239259	nein
Oberhoefler Riet 1.2	OHR2	erfolglos	3	1	2.66	7.19	17.93	397	5.13	58.43	19.06.2018	703985	239253	nein
Reitbacher Riet	RBR	erfolglos	3	1	1.6	7.69	27.27	306.67	8.94	120.83	19.06.2018	702573	236638	nein
Robenuserriet_TP2	RH2	erfolglos	3	1	41.1	6.66	29.7	31.67	5.51	80.3	04.06.2018	701905	243998	nein
Robenuserriet_TP3	RH3	erfolglos	3	1	3.25	7.16	25.7	73.63	2.56	35.9	04.06.2018	701912	243954	nein
Robenuserriet_TP4	RH4	erfolglos	3	1	2.99	7.89	26.87	245	9.39	135.8	04.06.2018	702105	244012	nein
Robenuserriet_TP5	RH5	erfolglos	3	1	4.47	7.43	26.9	245	5.98	83.23	04.06.2018	702116	244023	nein
Strickelweiher 1	STW 1	erfolglos	3	1	11.35	8.43	22.37	276	16.14	204.1	05.07.2018	713740	236625	nein
Strickelweiher 2	STW 2	erfolglos	3	1	1.96	8.06	21.67	321.00	9.04	113.30	05.07.2018	713768	236612	nein
Uetziker Riet West	URW	erfolglos	3	1	6.74	8.08	24.83	501.33	13.06	163.4	19.06.2018	698416	235125	nein
Waldweiher	WW1	erfolglos	3	1	1.67	8.3	24.67	351.67	6.89	89.8	08.06.2018	684701	237095	nein
Waldweiher	WW2	erfolglos	3	1	3.18	8.48	24.4	311.33	9.24	118.5	08.06.2018	684750	236965	nein
Weierriet	WR	erfolglos	3	1	3.45	8.75	24.47	238.33	12.91	162.17	21.05.2018	704580	235450	nein
Wilderspitz 1	WS1	erfolglos	3	1	22.75	7.65	19.93	254.33	3.39	39.97	04.06.2018	696786	250656	nein
Wilderspitz 2	WS2	erfolglos	3	1	4.57	7.87	19.6	259.33	5.37	65.63	04.06.2018	696788	250662	nein
Wildert	WI	erfolglos	3	1	8.65	8.14	23.9	522.33	6.34	80.77	04.06.2018	697027	250280	nein
Williweiher	WIW	erfolglos	3	1	2.2	9.47	21.3	212.07	14.3	172.8	05.07.2018	712549	239406	nein

Anhang C: Rohdaten der Messung chemisch-physikalischer Parameter und der Trübung (priorisierte Gewässer)

Gewässer	ID	Status	Messrunde	FNU	pH	Temperatur (oC)	Leitfähigkeit (uM)	Sauerstoffgehalt (mg/l)	Sauerstoffsättigung %	Datum	X_Koordinate	Y_Koordinate	Nuphar_pumila
Birchen 1	BI1	erfolgreich	1	13.13	7.75	24.83	578	6.05	79.8	04.06.2018	702509	245500	ja
Hinter Gulden Ost	HGO	erfolgreich	1	2.56	8.13	20.33	244	11.22	147.2	20.06.2018	296214	240566	ja
Hintererliweiher	HIW	erfolgreich	1	7.22	9.31	19.7	146.5	9.67	114.9	05.07.2018	712552	239405	ja
Huesliriet	HSR	erfolgreich	1	2.5	8.36	24.67	382.33	12.93	164.23	21.05.2018	703944	235648	ja
Graepelensee	GRS1	natuerlich	1	6.36	8.17	19.77	175.27	7.63	97.13	12.05.2018	740051	230526	ja
Graepelensee	GRS2	natuerlich	1	5.22	7.85	19.6	165.3	7.47	95.6	12.05.2018	740119	230554	ja
Graepelensee	GRS3	natuerlich	1	2.37	7.83	18.13	176.83	7.6	94.43	12.05.2018	740053	230664	ja
Graepelensee	GRS4	natuerlich	1	4.53	7.67	19.73	178.77	7.18	90.73	12.05.2018	739965	230625	ja
Kaemmoosweiher	KMW1	natuerlich	1	6.75	7.88	15.97	463	8.74	94.5	21.05.2018	705156	235375	ja
Kaemmoosweiher	KMW2	natuerlich	1	3.62	7.54	16.6	480	3.98	43.1	21.05.2018	705136	235358	ja
Lac des Joncs	LDJ1	natuerlich	1	1.26	7.69	17	201.07	6.85	82.13	11.05.2018	562330	151420	ja
Lac des Joncs	LDJ2	natuerlich	1	1.17	7.57	15.83	799.83	6.77	79.2	11.05.2018	362333	141448	ja
Lac Lussy	LAL1	natuerlich	1	1.73	7.73	18.47	333	6.92	81.27	11.05.2018	558619	154826	ja
Lac Lussy	LAL2	natuerlich	1	1.74	7.76	19.47	336	6.8	81.4	11.05.2018	558739	154845	ja
Birchen 3	BI3	erfolglos	1	11.07	7.67	24.53	486.33	3.99	52.23	04.06.2018	702463	245415	nein
Egelsee	EGS	erfolglos	1	4.76	8.28	19.17	443.33	7.8	89.3	21.05.2018	704450	235070	nein
Giessenweiher	GSW	erfolglos	1	3.07	7.61	23.03	464	11.53	147	19.06.2018	702157	236844	nein
Hinter Gulden West	HGW	erfolglos	1	7.79	7.54	19.27	519.33	11.39	150.1	20.06.2018	692024	240581	nein
Oberhoefler Riet 1	OHR1	erfolglos	1	8.43	7.16	18.4	405	3.02	34.47	19.06.2018	703962	239259	nein
Oberhoefler Riet 2	OHR2	erfolglos	1	2.66	7.19	17.93	397	5.13	58.43	19.06.2018	703985	239253	nein
Strickelweiher	STW	erfolglos	1	11.35	8.43	22.37	276	16.14	204.1	05.07.2018	713740	236625	nein
Birchen 1	BR1	erfolgreich	2	NA	7.58	23.43	521.67	7.45	97	25.07.2018	702514	245487	ja
Hinter Gulden Ost	HGO	erfolgreich	2	NA	7.88	27.8	318.33	3.16	44.37	24.07.2018	692208	240576	ja
Hintererliweiher	HIW	erfolgreich	2	NA	9.24	27.27	147.6	8.02	112.33	24.07.2018	712549	239393	ja
Huesliriet	HSR	erfolgreich	2	NA	8.92	32.3	393.67	14.27	210.7	18.07.2018	703939	235642	ja
Graepelensee	GR	natuerlich	2	NA	8.52	22.43	207.77	8.5	114.33	19.07.2018	740102	230342	ja
Kaemmoosweiher	KMW	natuerlich	2	NA	7.73	23.87	525.33	4.45	55.95	18.07.2018	705140	235393	ja
Lac des Joncs	LJ	natuerlich	2	NA	7.97	21.9	280.67	5.06	67.17	27.07.2018	562327	151444	ja
Lac Lussy	LL	natuerlich	2	NA	8.26	25.77	349	7.45	101.9	27.07.2018	558629	154867	ja
Hinter Gulden West	HGW	erfolglos	2	NA	8.69	28.1	377	11.16	154.3	24.07.2018	296036	240578	nein
Birchen 3	BR3	erfolglos	2	NA	7.64	24.4	439.33	4.4	56.03	25.07.2018	702459	245414	nein
Egelsee	EGS	erfolglos	2	NA	8.46	22.5	408	9.14	124.4	18.07.2018	704227	234904	nein
Giessenweiher	GSW	erfolglos	2	NA	8.35	25.5	291.67	5.22	67.63	25.07.2018	702174	236845	nein
Oberhoeflerriet	OHR	erfolglos	2	NA	7.53	25.4	357	4.19	54.5	25.07.2018	703970	239256	nein
Strickelweiher	STW	erfolglos	2	NA	8.76	26.13	283.33	12.46	171.03	19.07.2018	713765	236628	nein

Anhand C: Rohdaten der chemischen Wasseranalysen

Gewässer	ID	Messrunde	Status	NO3 - N (mg/l)	PO4 - P (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	dH (1-20)	pH (Probenahme)	Temp (Probenahme)	Probenahme	Analyse	gefroren	Niederschlag
Birchen 1	BI1	1	erfolgreich	0.115	0.025	95.5	20	18	7.91	26.9	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Birchen 3	BI3	1	erfolglos	0.115	0.025	81.2	10.3	13.9	7.93	27.3	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Egelsee	EGS	1	erfolglos	0.115	0.025	65.3	13.5	12.3	8.4	24.8	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Giessenweiher	GSW	1	erfolglos	0.115	0.025	45.8	14.8	9.82	7.95	23.4	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Graepplensee	GRS	1	natuerlich	0.115	0.025	48.5	0	6.8	8.3	20.1	12.07.2018	13.07.2018	nein	nein
Hinter Guldenen Ost	HGO	1	erfolgreich	0.294	0.025	48.4	9.46	8.97	8.56	25.3	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Hinter Guldenen West	HGW	1	erfolglos	0.115	0.025	62.7	21.8	13.8	7.78	24.9	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Hintererliweiher	HIW	1	erfolgreich	0.115	0.025	20.3	3.75	3.71	9.63	28.1	12.07.2018	13.07.2018	nein	nein
Huesliriet	HSR	1	erfolgreich	0.115	0.025	45.1	22.2	11.5	8.05	24	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Kaemmoosweiher	KMW	1	natuerlich	0.115	0.025	79.9	14.4	14.5	7.5	22.8	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Lac des Joncs	LDJ	1	natuerlich	0.115	0.025	58.7	0.45	8.34	8.03	24.8	16.07.2018	17.07.2018	nein	nein
Lac Lussy	LAL	1	natuerlich	0.115	0.025	70.8	5.67	11.2	8.32	25.5	16.07.2018	17.07.2018	nein	nein
Oberhoeflerriet	OHR	1	erfolglos	0.337	0.025	78.8	7.67	12.8	7.8	22.6	09.07.2018	10.07.2018	nein	nein
Strickelweiher	STW	1	erfolglos	0.115	0.025	47.2	12.9	9.6	8.59	22.6	12.07.2018	13.07.2018	nein	nein
Birchen 1	BI1	2	erfolgreich	0.115	0.025	52	11.7	10	8.21	29.1	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Birchen 3	BI3	2	erfolglos	0.239	0.025	54.2	8.41	9.54	8.33	29.2	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Egelsee	EGS	2	erfolglos	0.115	0.025	30.8	7.53	6.06	8.46	28.7	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Giessenweiher	GSW	2	erfolglos	0.115	0.025	26.7	10.4	6.14	8.29	27.8	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Graepplensee	GRS	2	natuerlich	0.115	0.025	48.9	0	6.86	8.18	25.5	01.08.2018	02.08.2018	nein	nein
Hinter Guldenen Ost	HGO	2	erfolgreich	0.302	0.025	55.1	7.56	9.47	7.42	30.1	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Hinter Guldenen West	HGW	2	erfolglos	0.115	0.025	31.7	17.8	8.57	8.16	30.3	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Hintererliweiher	HIW	2	erfolgreich	0.115	0.025	27	5.87	5.14	8.25	27.2	01.08.2018	02.08.2018	nein	nein
Huesliriet	HSR	2	erfolgreich	0.115	0.025	30.4	16.2	8.01	8.23	32.7	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Kaemmoosweiher	KMW	2	natuerlich	0.115	0.025	44.6	8.84	8.3	7.98	27.1	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Lac des Joncs	LDJ	2	natuerlich	0.115	0.025	33	0	4.63	7.74	24.1	02.08.2018	10.08.2018	ja	nein
Lac Lussy	LAL	2	natuerlich	0.115	0.025	40.4	0	5.81	8.29	26.2	02.08.2018	10.08.2018	ja	nein
Oberhoeflerriet	OHR	2	erfolglos	0.359	0.025	51.1	5.23	8.44	7.87	30.1	31.07.2018	02.08.2018	ja	nein
Strickelweiher	STW	2	erfolglos	0.115	0.025	35.6	11.2	7.58	8.65	25.3	01.08.2018	02.08.2018	nein	nein
Birchen 1	BI1	3	erfolgreich	0.115	0.025	59.5	14.2	11.6	7.76	22.3	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Birchen 3	BI3	3	erfolglos	0.236	0.025	56.6	8.71	9.95	7.49	22.9	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Egelsee	EGS	3	erfolglos	0.115	0.025	25.6	5.83	4.94	8.93	28.9	21.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Giessenweiher	GSW	3	erfolglos	0.115	0.025	27.8	11.1	6.46	8.54	26.2	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Graepplensee	GRS	3	natuerlich	0.115	0.025	30.6	0	4.29	8.12	22.3	21.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Hinter Guldenen Ost	HGO	3	erfolgreich	0.545	0.025	56.9	11.9	10.7	7.64	21.2	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Hinter Guldenen West	HGW	3	erfolglos	0.115	0.025	39.4	23.3	10.9	7.38	20.7	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Hintererliweiher	HIW	3	erfolgreich	0.115	0.025	19.9	4.16	3.76	9.33	32.7	21.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Huesliriet	HSR	3	erfolgreich	0.115	0.025	57	24	13.5	7.64	32.2	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Kaemmoosweiher	KMW	3	natuerlich	0.115	0.025	41.9	10.5	8.3	8.06	26.9	21.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Lac des Joncs	LDJ	3	natuerlich	0.115	0.025	42.1	0	5.94	7.72	23.2	22.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Lac Lussy	LAL	3	natuerlich	0.115	0.025	38.6	0	5.51	7.96	24.7	22.08.2018	30.08.2018	ja	nein
Oberhoeflerriet	OHR	3	erfolglos	0.405	0.025	53	4.63	8.5	7.56	28.9	23.08.2018	30.08.2018	ja	ja
Strickelweiher	STW	3	erfolglos	0.115	0.025	19.9	11.1	5.35	9.08	24.3	21.08.2018	30.08.2018	ja	nein

Anhang C: Kieselalpengattungen in den beprobten Gewässern (Summe)

Taxon	Birchen 1	Birchen 3	Egelsee	Giessenweiher	Gräppelensee	Hinter Guldenen Ost	Hinter Guldenen West	Hintererweiher	Hüsliriet	Kämmoosteich	Lac de Lussy	Lac des Jongs	Strickelweiher	Oberhöfler Riet Sediment	Oberhöfler Riet	Summe
Summe	146	89	114	127	14	102	64	86	125	93	145	122	127	93	76	
Achnanthydium	2	30	9	2			2	11	2	32	2	42	80	13	23	250
Amphipleura pellucida														3		3
Amphora							5			4						9
Aulacoseira			6													6
Coconeis		2		100			14			21			35			172
Cymbella			10					4				7				21
Cymbella gross	10	17									26			8	2	63
Diploneis								7								7
Discostella stelligera			2													2
Encyonopsis microcephala		2	6								2					10
Epithemia											5	4				9
Eunotia										1		24				25
Fragilaria				4			7				2	6		11		30
Fragilaria capucina	126							1			64	7			8	206
Fragilaria pinnata											23					23
Fragilaria ulna - Sippen		20	2								2		5	6	14	49
Gomphonema		18	31	6	2	2	25	48		4		18		7	6	167
Gomphonema acuminatum	4															4
Gomphonema gross											6					6
Gomphonema parvulum			9													9
Navicula	4			11	10		1	15		12		6	2	5		66
Navicula cryptocephala			4													4
Navicula cryptotenella										2					2	4
Navicula radiosa			2													2
Neidium														7		7
Nitzschia			2	2	2					9		6		13	4	38
Nitzschia amphibia									123	2						125
Nitzschia recta														1	2	3
Nitzschia sigmoidea							4									4
Parlibellus protracta							1									1
Pennate Valvenansicht							5			2			5		3	15
Pinnularia										2				4	4	10
Planothidium			31			100				2		2				135
Rhoicosphenia abbreviata				2												2
Rhopalodia gibba											13			15	8	36

Anhang C: Kieselalpengattungen in den beprobten Gewässern (relative Häufigkeit)

Taxon	Birchen 1	Birchen 3	Egelsee	Giessenweiher	Gräppelensee	Hinter Guldenen Ost	Hinter Guldenen West	Hintererliweiher	Hüsliriet	Kämmoosteich	Lac de Lussy	Lac des Joncs	Strickelweiher	Oberhöfler Riet Sediment	Oberhöfler Riet
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Achnanthydium	1.37	33.71	7.89	1.57	0.00	0.00	3.13	12.79	1.60	34.41	1.38	34.43	62.99	13.98	30.26
Amphipleura pellucida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23	0.00
Amphora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.81	0.00	0.00	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aulacoseira	0.00	0.00	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coconeis	0.00	2.25	0.00	78.74	0.00	0.00	21.88	0.00	0.00	22.58	0.00	0.00	27.56	0.00	0.00
Cymbella	0.00	0.00	8.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.65	0.00	0.00	0.00	5.74	0.00	0.00	0.00
Cymbella gross	6.85	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.93	0.00	0.00	0.00	8.60	2.63
Diploneis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Discostella stelligera	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Encyonopsis microcephala	0.00	2.25	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00
Epithemia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	3.28	0.00	0.00	0.00
Eunotia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	19.67	0.00	0.00	0.00
Fragilaria	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	0.00	10.94	0.00	0.00	0.00	1.38	4.92	0.00	11.83	0.00
Fragilaria capucina	86.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	44.14	5.74	0.00	0.00	10.53
Fragilaria pinnata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.86	0.00	0.00	0.00	0.00
Fragilaria ulna - Sippen	0.00	22.47	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	0.00	3.94	6.45	18.42
Gomphonema	0.00	20.22	27.19	4.72	14.29	1.96	39.06	55.81	0.00	4.30	0.00	14.75	0.00	7.53	7.89
Gomphonema acuminatum	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gomphonema gross	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Gomphonema parvulum	0.00	0.00	7.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Navicula	2.74	0.00	0.00	8.66	71.43	0.00	1.56	17.44	0.00	12.90	0.00	4.92	1.57	5.38	0.00
Navicula cryptocephala	0.00	0.00	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Navicula cryptotenella	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
Navicula radiosa	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Neidium	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.53	0.00
Nitzschia	0.00	0.00	1.75	1.57	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	9.68	0.00	4.92	0.00	13.98	5.26
Nitzschia amphibia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.40	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitzschia recta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	2.63
Nitzschia sigmoidea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Parlibellus protracta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pennate Valvenansicht	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.81	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	3.94	0.00	3.95
Pinnularia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	4.30	5.26
Planothidium	0.00	0.00	27.19	0.00	0.00	98.04	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00
Rhoicosphenia abbreviata	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rhopalodia gibba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.97	0.00	0.00	0.00	16.13	10.53

Anhang D: R-Skript Messresultate Multisonde und der Trübung (alle Gewässer)

```
setwd("~/zhaw/6.semester/BA/feldarbeit/Datenanalyse_BA")
multisonde=read.delim("messresultate_multisonde_alle.csv", sep = ";", dec = ".", header=TRUE)

source("tests and visuals_BA_Sabrina.R")
install.packages("car")
library(car)

# Levene Test prüft Varianzhomogenität
# wenn p > 0.05 sind Varianzen gleichverteilt
x=multisonde$FNU
View(x)
min(x) # gibt kleinsten Wert an
max(x) # gibt grössten Wert an
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

x=multisonde$pH
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

x=multisonde$Temperatur
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

x=multisonde$Leitfaehigkeit
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

x=multisonde$Saurstoffgehalt
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

x=multisonde$Sauerstoffsaeatigung
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde$Status, center = median)

# ANOVA und Kruskal Wallis fuer alle Parameter
Liste= c("FNU", "pH", "Temperatur", "Leitfaehigkeit", "Sauerstoffgehalt", "Sauerstoffsaeatigung")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=multisonde[, (5+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, multisonde$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, multisonde$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}

# t-Test ueber alles Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
# Voraussetzungen mit shapiro und levene Test pruefen

x=multisonde$FNU
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)
```

```

x=multisonde$pH
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde$Temperatur
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde$Leitfaehigkeit
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde$Saurstoffgehalt
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde$Sauerstoffsaeatigung
leveneTest(x,multisonde$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

# Wilcox Test ueber alle Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
wilcox.test(multisonde$FNU~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$FNU, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$FNU~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="FNU")

wilcox.test(multisonde$pH~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$pH, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$pH~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="pH")

wilcox.test(multisonde$Temperatur~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$Temperatur, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$Temperatur~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="Temperatur
(oC)")

wilcox.test(multisonde$Leitfaehigkeit~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$Leitfaehigkeit, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$Leitfaehigkeit~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="Leitfaehigkeit")

wilcox.test(multisonde$Saurstoffgehalt~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$Saurstoffgehalt, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$Saurstoffgehalt~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Sauerstoffgehalt (mg/l)")

wilcox.test(multisonde$Sauerstoffsaeatigung~multisonde$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde$Sauerstoffsaeatigung, multisonde$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde$Sauerstoffsaeatigung~multisonde$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Sauerstoffsaeatigung (%)")
)

```

Anhang D: R-Skript Messresultate Multisonde und der Trübung (priorisierte Gewässer)

```
setwd("~/zhaw/6.semester/BA/feldarbeit/Datenanalyse_BA")
multisonde_14=read.delim("messresultate_multisonde_14.csv", sep = ";", dec = ".", header=TRUE)
source("tests and visuals_BA_Sabrina.R")
install.packages("car")
library(car)

## # Fuer 1. Messrunde
# Levene Test
x=multisonde_14$FNU[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x) # gibt kleinsten Wert an
max(x) # gibt grössten Wert an
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

x=multisonde_14$pH[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

x=multisonde_14$Temperatur[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

x=multisonde_14$Leitfaehigkeit[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffgehalt[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung[which(multisonde_14$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==1)], center = median)

vis_ANOVA_clusters(ssmultisonde_14$Temperatur, ssmultisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Temperatur (oC)")

Liste= c("FNU", "pH", "Temperatur", "Leitfaehigkeit", "Sauerstoffgehalt", "Sauerstoffsaeatigung")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=ssmultisonde_14[, (5+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}
tukfunktion <- function(samples, factor){ #Startet die Funktion
  an = aov(samples~factor) #für grundlage der anova durch und speichert diese unter an
  tuk = TukeyHSD(an) # führt Post Hoc test der Anova durch
  print("Anova:") #Schreibt Anova: inden verlauf
  print(Liste[i]) # Schreibt den Betreffenden Parameter in den Verlauf
  tukeylike = list(tuk) # Erstellt eine Liste der Anova Daten
  print(tukeylike) # Schreibt die Liste in den Verlauf
}
# Neue Schleife
```

```

for(i in 1:length(Liste)){
  x=ssmultisonde_14[(5+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  # TIP: Im Test and Visuals auf Zeile 775 ein ",ylab," hineine korigieren, so das der Ausdruck dann
  # mtext(paste("Residual Analysis",ylab,"\n Shapiro-Wilk: P = ",p_SH,
  # ect. lautet. (Das schreibt an zu welchem Parameter die entsprechende Grafik gehört)

  tukfunktion(x,ssmultisonde_14$Status) # Benützung der Neune Funktion für Anova Tabelle
  print("Kruskal:")
  print(Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  # TIP: füge deinem test and Visuals am Anfang der Kruskal funktion (Zeile 833) ein "windows(xpos=-500)" hinzu,
  # dann erscheint der Kolmogorof Smirnof test wieder.

}
#####
x=ssmultisonde_14[,6]

vis_ANOVA_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[1])
ks.test(rstandard(an),pnorm,mean(rstandard(an)),sd(rstandard(an)))
shapiro.test(rstandard(an))
vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[1])

## Fuer 2. Messrunde
# Levene Test
x=multisonde_14$pH[which(multisonde_14$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==2)], center = median)

x=multisonde_14$Temperatur[which(multisonde_14$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==2)], center = median)

x=multisonde_14$Leitfaehigkeit[which(multisonde_14$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==2)], center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffgehalt[which(multisonde_14$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==2)], center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung[which(multisonde_14$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status[which(multisonde_14$Messrunde==2)], center = median)

ssmultisonde_14=multisonde_14[which(multisonde_14$Messrunde==2),]
Liste= c("pH", "Temperatur", "Leitfaehigkeit", "Sauerstoffgehalt", "Sauerstoffsaeatigung")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=ssmultisonde_14[(6+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, ssmultisonde_14$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}

## ANOVA über beide Messrunden
# Levene Test
x=multisonde_14$pH

```

```
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status, center = median)

x=multisonde_14$Temperatur
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status, center = median)

x=multisonde_14$Leitfaehigkeit
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status, center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffgehalt
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status, center = median)

x=multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,multisonde_14$Status, center = median)

vis_ANOVA_clusters(multisonde_14$pH, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "pH")
vis_ANOVA_clusters(multisonde_14$Temperatur, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Temperatur (oC)")
vis_ANOVA_clusters(multisonde_14$Leitfaehigkeit, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Leitfaehigkeit")
vis_ANOVA_clusters(multisonde_14$Sauerstoffgehalt, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Sauerstoffgehalt (mg/l)")
vis_ANOVA_clusters(multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Sauerstoffsaeatigung %")

## Kruskal Wallis über beide Messrunden
vis_Kruskal_Wallis_clusters(multisonde_14$pH, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "pH")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(multisonde_14$Temperatur, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Temperatur")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(multisonde_14$Leitfaehigkeit, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Leitfaehigkeit")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(multisonde_14$Sauerstoffgehalt, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Sauerstoffgehalt (mg/l)")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung, multisonde_14$Status, xlab = "Status", ylab = "Sauerstoffsaeatigung (%)")

## t-Test und Levene Test ueber alle Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
# Voraussetzungen mit shapiro und levene Test pruefen
x=multisonde_14$pH
leveneTest(x,multisonde_14$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde_14$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde_14$Temperatur
leveneTest(x,multisonde_14$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde_14$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde_14$Leitfaehigkeit
leveneTest(x,multisonde_14$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde_14$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde_14$Sauerstoffgehalt
leveneTest(x,multisonde_14$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde_14$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung
leveneTest(x,multisonde_14$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, multisonde_14$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)
```

```
## Wilcox Test ueber alle Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
wilcox.test(multisonde_14$FNU~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$FNU, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$FNU~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="FNU")

wilcox.test(multisonde_14$pH~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$pH, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$pH~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="pH")

wilcox.test(multisonde_14$Temperatur~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$Temperatur, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$Temperatur~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Temperatur")

wilcox.test(multisonde_14$Leitfaehigkeit~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$Leitfaehigkeit, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$Leitfaehigkeit~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Leitfaehigkeit")

wilcox.test(multisonde_14$Sauerstoffgehalt~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$Sauerstoffgehalt, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$Sauerstoffgehalt~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Sauerstoffgehalt (mg/l)")

wilcox.test(multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung~multisonde_14$Nuphar_pumila)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung, multisonde_14$Nuphar_pumila)
boxplot(multisonde_14$Sauerstoffsaeatigung~multisonde_14$Nuphar_pumila, xlab="Praesenz Nuphar pumila",
ylab="Sauerstoffsaeatigung %")
```

Anhang D: R-Skript Messresultate chemischer Wasseranalysen (priorisierte Gewässer)

```
setwd("~/zhaw/6.semester/BA/feldarbeit/Datenanalyse_BA")

chemie=read.delim("messresultate_chemie.csv", sep = ";", dec = ".", header=TRUE)

l=c("Gewaesser", "ID", "Messrunde", "Status", "NO3", "PO4", "Ca", "Mg", "dH", "pH_Probenahme",
    "Temp_Probenahme", "Datum_Probenahme", "Datum_Analyse", "gefroren",
    "Niederschlag", "Nuphar pumila")
colnames(chemie)<-l

install.packages("car")
library(car)
source("tests and visuals_BA_Sabrina.R")
install.packages("multcompView")
library(multcompView)

## Fuer 1. Messrunde
# Levene Test
x=chemie$NO3[which(chemie$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==1)], center = median)

x=chemie$PO4[which(chemie$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==1)], center = median)

x=chemie$Ca[which(chemie$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==1)], center = median)

x=chemie$Mg[which(chemie$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==1)], center = median)

x=chemie$dH[which(chemie$Messrunde==1)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==1)], center = median)

sschemie=chemie[which(chemie$Messrunde==1),]

Liste= c("NO3", "PO4", "Ca", "Mg", "dH")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=sschemie[, (4+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}

## Fuer 2. Messrunde
# Levene Test
x=chemie$NO3[which(chemie$Messrunde==2)]
View(x)
```

```
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==2)], center = median)

x=chemie$PO4[which(chemie$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==2)], center = median)

x=chemie$Ca[which(chemie$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==2)], center = median)

x=chemie$Mg[which(chemie$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==2)], center = median)

x=chemie$dH[which(chemie$Messrunde==2)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==2)], center = median)

sschemie=chemie[which(chemie$Messrunde==2),]

Liste= c("NO3", "PO4", "Ca", "Mg", "dH")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=sschemie[, (4+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}

## Fuer 3. Messrunde
# Levene Test
x=chemie$NO3[which(chemie$Messrunde==3)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==3)], center = median)

x=chemie$PO4[which(chemie$Messrunde==3)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==3)], center = median)

x=chemie$Ca[which(chemie$Messrunde==3)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==3)], center = median)

x=chemie$Mg[which(chemie$Messrunde==3)]
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==3)], center = median)

x=chemie$dH[which(chemie$Messrunde==3)]
View(x)
min(x)
```



```
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status[which(chemie$Messrunde==3)], center = median)

sschemie=chemie[which(chemie$Messrunde==3),]

Liste= c("NO3", "PO4", "Ca", "Mg", "dH")

for(i in 1:length(Liste)){
  x=sschemie[, (4+i)]
  vis_ANOVA_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
  vis_Kruskal_Wallis_clusters(x, sschemie$Status,xlab="Status",ylab=Liste[i])
}

## ANOVA alle Messrunden: Vergleich der drei Gruppen
# Levene Test
x=chemie$NO3
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

x=chemie$PO4
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

x=chemie$Ca
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

x=chemie$Mg
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

x=chemie$Mg
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

x=chemie$dH
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,chemie$Status, center = median)

vis_ANOVA_clusters(chemie$NO3, chemie$Status, xlab="Status",ylab="NO3-N (mg/l)")
vis_ANOVA_clusters(chemie$PO4, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "PO4-P (mg/l)")
vis_ANOVA_clusters(chemie$Ca, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "Ca (mg/l)")
vis_ANOVA_clusters(chemie$Mg, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "Mg (mg/l)")
vis_ANOVA_clusters(chemie$dH, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "dH")

# Kruskal Wallis alle Messrunde: Vergleich der drei Gruppen
vis_Kruskal_Wallis_clusters(chemie$NO3, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "NO3-N (mg/l)")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(chemie$PO4, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "PO4-P (mg/l)")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(chemie$Ca, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "Ca (mg/l)")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(chemie$Mg, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "Mg (mg/l)")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(chemie$dH, chemie$Status, xlab = "Status", ylab = "dH")

## t-Test und Levene Test ueber alle Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
# Voraussetzungen mit shapiro und levene Test pruefen (Shapiro-P ist in Grafik angezeigt)
# zweite Grafik für Shapiro p-Wert wählen
```

```
x=chemie$NO3
leveneTest(x,chemie$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, chemie$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=chemie$Ca
leveneTest(x,chemie$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, chemie$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=chemie$Mg
leveneTest(x,chemie$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, chemie$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

x=chemie$dH
leveneTest(x,chemie$Nuphar_pumila, center = median)
two_sample_tTest_twoSided(x, chemie$Nuphar_pumila, alpha = 0.05)

# Wilcox Test ueber alle Messrunden: Vergleich Praesenz von Nuphar pumila pro Parameter
wilcox.test(chemie$NO3~ chemie$`Nuphar pumila`)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(chemie$NO3, chemie$`Nuphar pumila`)
boxplot(chemie$NO3~chemie$`Nuphar pumila`, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="NO3-N (mg/l)")

wilcox.test(chemie$PO4~ chemie$`Nuphar pumila`)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(chemie$PO4, chemie$`Nuphar pumila`)
boxplot(chemie$PO4~chemie$`Nuphar pumila`, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="PO4-P (mg/l)")

wilcox.test(chemie$Ca~ chemie$`Nuphar pumila`)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(chemie$Ca, chemie$`Nuphar pumila`)
boxplot(chemie$Ca~chemie$`Nuphar pumila`, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="Ca (mg/l)")

wilcox.test(chemie$Mg~ chemie$`Nuphar pumila`)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(chemie$Mg, chemie$`Nuphar pumila`)
boxplot(chemie$Mg~chemie$`Nuphar pumila`, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="Mg (mg/l)")

wilcox.test(chemie$dH~ chemie$`Nuphar pumila`)
two_sample_WilcoxonTest_twoSided(chemie$dH, chemie$`Nuphar pumila`)
boxplot(chemie$dH~chemie$`Nuphar pumila`, xlab="Praesenz Nuphar pumila", ylab="dH")
```

Anhang D: R-Skript Zeigerwerte

```
setwd("~/zhaw/6.semester/BA/feldarbeit/Datenanalyse_BA")
zeigerw=read.delim("zeigerwerte.csv", sep = ";", dec = ".", header=TRUE)
View(zeigerw)
source("tests and visuals_BA_Sabrina.R")

# In "package car" ist Levene Test enthalten. Dieser prueft Gleichheit der Varianzen (=Varianzhomogenität)
install.packages("car")
# package 'pkgconfig' successfully unpacked and MD5 sums checked
library(car)

### Zeigerwerte ungewichtet im Vergleich ###

x=zeigerw$F_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$F_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "F ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$F_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "F ungewichtet")

x=zeigerw$R_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$R_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "R ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$R_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "R ungewichtet")

x=zeigerw$N_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$N_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "N ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$N_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "N ungewichtet")

x=zeigerw$L_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$L_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "L ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$L_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "L ungewichtet")

x=zeigerw$T_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$T_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "T ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$T_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "T ungewichtet")

x=zeigerw$K_ungewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$K_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "K ungewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$K_ungewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "K ungewichtet")

### Zeigerwerte gewichtet im Vergleich ###

x=zeigerw$F_gewichtet
View(x)
```

```
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$F_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "F gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$F_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "F gewichtet")
```

```
x=zeigerw$R_gewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$R_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "R gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$R_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "R gewichtet")
```

```
x=zeigerw$N_gewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$N_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "N gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$N_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "N gewichtet")
```

```
x=zeigerw$L_gewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$L_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "L gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$L_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "L gewichtet")
```

```
x=zeigerw$T_gewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$T_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "T gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$T_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "T gewichtet")
```

```
x=zeigerw$K_gewichtet
View(x)
min(x)
max(x)
leveneTest(x,zeigerw$Status, center = median)
vis_ANOVA_clusters(zeigerw$K_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "K gewichtet")
vis_Kruskal_Wallis_clusters(zeigerw$K_gewichtet, zeigerw$Status, xlab = "Status", ylab = "K gewichtet")
```

Anhang D: R-Skript Regressionsanalyse

```
setwd("~/zhaw/6.semester/BA/feldarbeit/Datenanalyse_BA")
reg=read.delim("regression_deckung_chemie_2.csv", sep = ";", dec = ".", header=TRUE)
View(reg)
source("tests and visuals_BA_Sabrina.R")
install.packages("car")
library(car)

### Parameter - jeder Status ###

# Nitrat- Deckung N.pumila: jeder Status
x=reg$NO3N
y=reg$Deckung_NP
leveneTest(x,reg$Status, center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Nitrat",ylab="Deckung N. pumila")

# Calcium- Deckung N.pumila: jeder Status
x=reg$Ca
y=reg$Deckung_NP
leveneTest(x,reg$Status, center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Calcium",ylab="Deckung N. pumila")

# Magnesium- Deckung N.pumila: jeder Status
x=reg$Mg
y=reg$Deckung_NP
leveneTest(x,reg$Status, center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Magnesium",ylab="Deckung N. pumila")

# dH- Deckung N.pumila: jeder Status
x=reg$dH
y=reg$Deckung_NP
leveneTest(x,reg$Status, center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="dH",ylab="Deckung N. pumila")

##### aufgeteilt nach Status #####

# Nitrat- Deckung: Status erfolgreich
x=reg$NO3N[reg$Status=="erfolgreich"]
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="erfolgreich"]
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="erfolgreich")], center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Nitrat",ylab="Gesamtdeckung")

# Nitrat- Deckung: Status natuerlich
x=reg$NO3N[reg$Status=="natuerlich"]
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="natuerlich"]
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="natuerlich")], center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Nitrat",ylab="Gesamtdeckung")

# Calcium - Deckung: Status erfolgreich
x=reg$Ca[reg$Status=="erfolgreich"]
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="erfolgreich"]
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="erfolgreich")], center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Calcium (mg/l)",ylab="Deckungsgrad N. pumila (%)")

# Calcium- Deckung: Status natuerlich
x=reg$Ca[reg$Status=="natuerlich"]
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="natuerlich"]
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="natuerlich")], center = median)
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Calcium",ylab="Gesamtdeckung")

# Magnesium - Deckung: Status erfolgreich
x=reg$Mg[reg$Status=="erfolgreich"]
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="erfolgreich"]
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="erfolgreich")], center = median)
```

```
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Magnesium (mg/l)",ylab="Deckungsgrad N. pumila (%)")
```

```
# Magnesium- Deckung: Status natuerlich  
x=reg$Mg[reg$Status=="natuerlich"]  
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="natuerlich"]  
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="natuerlich")], center = median)  
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="Magnesium",ylab="Gesamtdeckung")
```

```
# dH - Deckung: Status erfolgreich  
x=reg$dH[reg$Status=="erfolgreich"]  
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="erfolgreich"]  
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="erfolgreich")], center = median)  
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="dH",ylab="Deckungsgrad N. pumila (%)")
```

```
# dH- Deckung: Status natuerlich  
x=reg$dH[reg$Status=="natuerlich"]  
y=reg$Deckung_NP[reg$Status=="natuerlich"]  
leveneTest(x,reg$Deckung_NP[which(reg$Status=="natuerlich")], center = median)  
vis_regr(x,y,ylim=c(1,102),xlab="dH",ylab="Gesamtdeckung")
```



Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

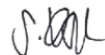
Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Horw, 22. 10. 2018

Unterschrift:



Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.