

Untersuchungen der raumzeitlichen
Entwicklung des Großen Heiligen
Meeres im Kreis Steinfurt auf
hydrochemischer und
vegetationsökologischer Basis

Von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

zur Erlangung des Grades

Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigte Dissertation

von

Tim Lukas Pikos, M. Ed., M. Sc.

(2022)

Referent: Prof. Dr. rer. nat. Richard Pott

Korreferent: Prof. Dr. rer. nat. Hansjörg Küster

Tag der Promotion: 09.11.2022

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract & Zusammenfassung.....	1
1.1 Abstract.....	1
1.2 Zusammenfassung	2
2. Das Untersuchungsgebiet.....	3
3. Die raumzeitliche Dynamik eines Stillgewässers	7
3.1 Die langfristige raumzeitliche Entwicklung des Großen Heiligen Meeres aus vegetationskundlicher Sicht.....	8
3.2 Kurzfristige, raumzeitliche Prozesse des GHMs am Beispiel ausgewählter hydrochemischer Tages- und Jahresgänge	10
4. Die Untersuchungsmethodik.....	16
5. Die Beschreibung des aktuellen Vegetationsbildes am GHM	22
5.1 Die SW-Vegetation des GHMs (A1-A10).....	22
5.2 Die WN-Vegetation des GHMs (A11-A19).....	24
5.3 Die NO-Vegetation des GHMs (A20-A36).....	25
5.4 Die OS-Vegetation des GHMs (A37-A46)	27
6. Analyse der Tagesgänge der hydrochemischen Parameter.....	30
6.1 Die Änderung des Sauerstoffgehalts des GHMs im Jahresgang	31
6.2 Die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit im Jahresgang	33
6.3 Die Änderung des pH-Werts im Jahresgang	33
6.4 Die Änderung der Wassertemperatur im Jahresgang	35
7. Auswertung & Diskussion der Ergebnisse	37
7.1 Das aktuelle Vegetationsbild als Resultat langfristiger raumzeitlich wirkender Prozesse	37
7.1.1 Diskussion der vegetationskundlichen Ergebnisse	39
7.2 Die gemessenen hydrochemischen Parameter und ihre Rolle für das Ökosystem....	40
7.3 Die Auswertung der hydrochemischen Tagesgänge als Beispiel raumzeitlich kurzfristig wirkender Prozesse	44

7.3.1	Diskussion der Ergebnisse der hydrochemischen Messungen.....	48
8.	Fazit & Ausblick	50
9.	Quellenverzeichnis.....	52
9.1	Literaturverzeichnis	52
9.2	Abbildungsverzeichnis	54
9.3	Tabellenverzeichnis	57
10.	Anhang	60
10.1	Die Messstellen am Untersuchungsgebiet in der Übersicht	60
10.2	Die pflanzensoziologischen Aufnahmen nach Braun-Blanquet.....	60
10.3	Die Verläufe der hydrochemischen Messwerte.....	79
10.3.1	Die jahreszeitlichen Verläufe des Sauerstoffgehalts.....	79
10.3.2	Die jahreszeitlichen Verläufe der elektrischen Leitfähigkeit.....	83
10.3.3	Die jahreszeitlichen Verläufe des pH-Werts	87
10.3.4	Die jahreszeitlichen Verläufe der Temperatur	91
10.4	Die tabellierten Werte der einzelnen Parameter	95
10.4.1	Die Sauerstoffgehalte des GHMs im Jahresgang.....	95
10.4.2	Die Werte der elektrischen Leitfähigkeit des GHMs im Jahresgang.....	101
10.4.3	Die pH-Werte des GHMs im Jahresgang.....	108
10.4.4	Die Wasser- und Lufttemperaturen des GHMs im Jahresgang.....	115
11.	Kurzlebenslauf des Doktoranden	121
11.1	Persönliches	121
11.2	Ausbildung.....	121
11.3	Beruflicher Werdegang.....	121
11.4	Bisherige Publikation(en).....	121

1. Abstract & Zusammenfassung

1.1 Abstract

The presented dissertation follows up on hydrochemical and vegetation ecology issues that were started during the previous bachelor and master studies at Leibniz Universität Hannover in the form of study and research projects as well as the respective final theses and are to be investigated in depth and purposefully as part of the doctorate.

The focus is on spatio-temporal variable processes within a limnic ecosystem, which is exemplarily represented by the "Großes Heiliges Meer" in the nature reserve "Heiliges Meer" in the district of Steinfurt, Germany. The long-term development of the vegetation zonation of the Großes Heiliges Meer from a spatiotemporal perspective is investigated as well as the comparatively short-term hydrochemical diurnal processes of selected parameters.

After this summarizing overview, in which the goal of this work is formulated, compact conceptions of the investigation area as well as the vegetation-scientific and hydrochemical-analytical investigation methodology follow. In addition, the concept of space-time dynamics is explanatorily differentiated into its spatial and temporal components in view of its importance for this work. The two large main parts contain the results and analyses of the hydrochemical diurnal dynamics in the annual cycle as well as the presentation of the vegetation composition of the present water body. Finally, the discussion of the results and a conclusion with an outlook are given.

The aim of this dissertation is to present a comprehensive overview of the diurnal and annual cycles of selected hydrochemical parameters such as oxygen content for a stillwater of the North German Plain and to contrast these dynamics with spatiotemporal long-term processes such as vegetation development. In addition, however, both dynamics are highlighted in isolation with respect to their contribution to the limnetic ecosystem. Thus, this work is intended to be a complementary component for the Großes Heiliges Meer that has been intensively investigated and described from a natural science perspective by numerous works.

Key Words: Hydrochemistry, aquatic ecology, vegetation ecology, Heiliges Meer

1.2 Zusammenfassung

Die vorgelegte Dissertation schließt an hydrochemische und vegetationsökologische Fragestellungen an, die im Rahmen des vorangegangenen Bachelor- und Masterstudiums an der Leibniz Universität Hannover in Form von Studien- bzw. Forschungsprojekten sowie der jeweiligen Abschlussarbeiten begonnen und als Bestandteil der Promotion tiefergreifend und zielführend untersucht werden sollen.

Besonders im Fokus stehen hierbei raumzeitlich-variable Prozesse innerhalb eines limnischen Ökosystems, das beispielhaft durch das „Große Heilige Meer“ im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ im Kreis Steinfurt repräsentiert wird. Dabei wird die aus raumzeitlicher Perspektive langfristige Entwicklung der Vegetationszonierung des Großen Heiligen Meeres ebenso untersucht wie die dazu vergleichsweise kurzfristigen hydrochemischen Tagesverläufen ausgewählter Parameter.

Nach diesem zusammenfassenden Überblick, in der das Ziel dieser Arbeit formuliert wird, folgen kompakte Vorstellungen des Untersuchungsgebietes sowie der vegetationskundlichen und hydrochemisch-analytischen Untersuchungsmethodik. Darüber hinaus wird der Begriff der Raumzeit-Dynamik mit Blick auf seine Bedeutung für diese Arbeit erläuternd in seine räumliche und zeitliche Komponente differenziert. Die beiden großen Hauptteile enthalten die Ergebnisse und Analysen der hydrochemischen Tagesdynamiken im Jahresgang sowie die Darstellung der Vegetationszusammensetzung des heutigen Gewässers. Abschließend erfolgen die Diskussion der Ergebnisse und ein Fazit mit Ausblick.

Das Ziel dieser Dissertation besteht darin, einen umfassenden Überblick über die Tages- und Jahresgänge von ausgewählten hydrochemischen Parametern wie etwa dem Sauerstoffgehalt für ein Stillgewässer der norddeutschen Tiefebene darzustellen sowie diese Dynamik den raumzeitlich langfristigen Prozessen wie der Vegetationsentwicklung gegenüberzustellen. Darüber hinaus werden aber auch beide Dynamiken isoliert im Hinblick auf ihren Beitrag für das limnische Ökosystem hervorgehoben. Somit soll diese Arbeit eine ergänzende Komponente für das aus naturwissenschaftlicher Sicht in Form zahlreicher Arbeiten intensiv untersuchte und beschriebene Gewässer sein.

Schlagworte: Hydrochemie, Gewässerökologie, Vegetationsökologie, Heiliges Meer

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Große Heilige Meer (im Folgenden mit GHM abgekürzt) ist nicht nur Teil des gleichnamigen Naturschutzgebietes (im Folgenden mit NSG abgekürzt) sondern zugleich auch dessen größtes Gewässer. Das NSG befindet sich an der L 504 zwischen den Orten Obersteinbeck und Hopsten im Landkreis Steinfurt, etwa 30 km nordwestlich von Osnabrück (LWL Museum für Naturkunde 2022, siehe Abb. 1). Als Teil des Heiligen Feldes, einer geologischen Senkungszone oder auch Synklinale (Press/Siever 2008), befindet es sich in einer hauptsächlich durch die Saale-Eiszeit geprägten, sandigen Pleistozän-Landschaft innerhalb der Norddeutschen Tiefebene (Meisel 1961).

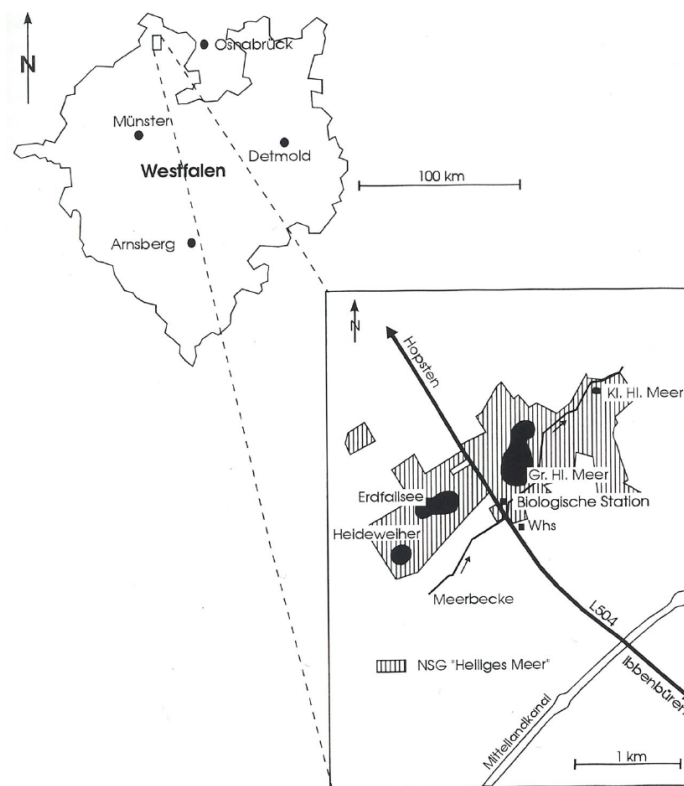


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Westfalen (aus Weinert et al. 1998).

Der sandige Untergrund dieses Naturraums ist die Ursache für die autogene Nährstoffarmut der Böden und in der Folge auch der Gewässer unmittelbar nach ihrer Entstehung. Aufgrund der Korngröße der Sandpartikel werden Nährstoffe im Boden nicht effektiv gespeichert, sondern durch die wegen des ozeanischen Klimas vergleichsweise häufigen Niederschläge sukzessive ausgewaschen. Das ozeanische Klima ist wiederum bedingt durch die geographische Nähe des NSGs zur Nordsee.

Die potentielle natürliche Vegetation (im Folgenden mit PNV abgekürzt) des Untersuchungsgebietes bildet hauptsächlich ein Betulo-Quercetum, ein sogenannter Birken-

Eichenwald aus der namensgebenden Klasse der *Quercetea robori-petraeae* (Pott 1995), während die PNV rund um das GHM durch einen Auenwald (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) auf Niedermoortorf repräsentiert wird (Abb. 2).

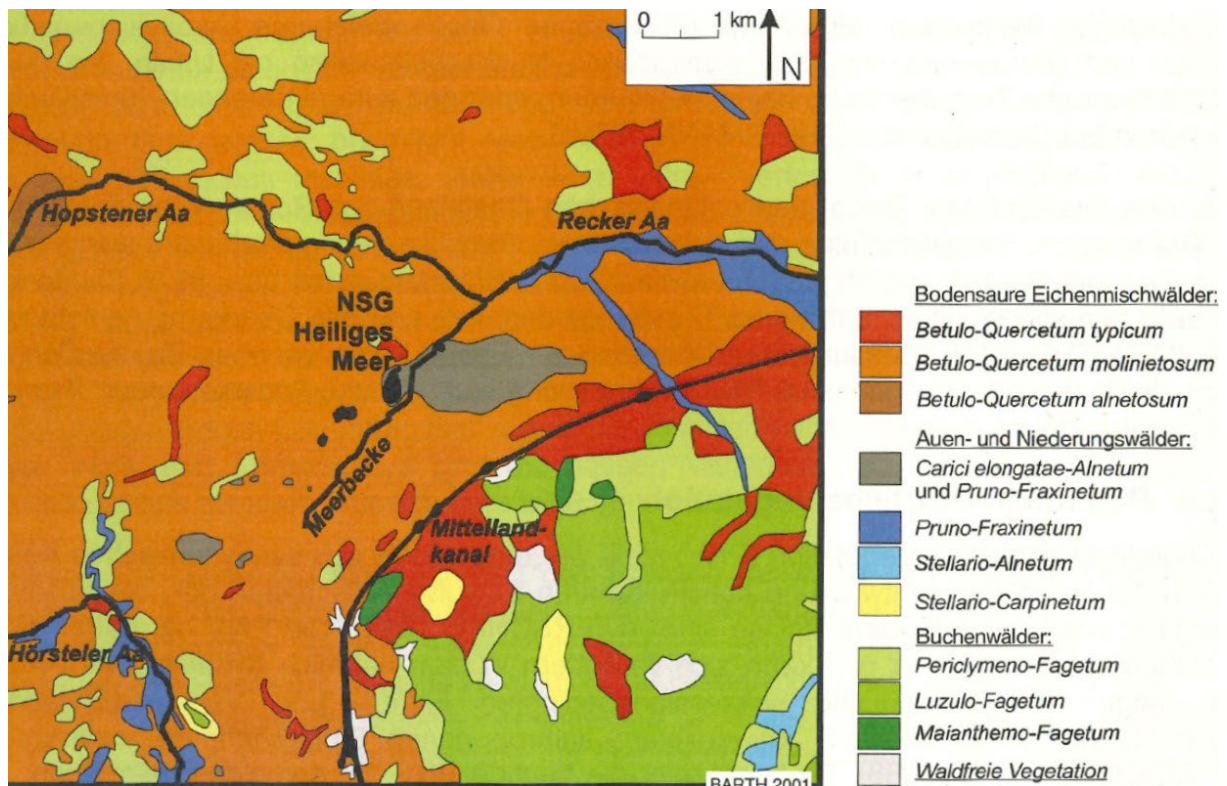


Abbildung 2: Übersicht der PNV des Untersuchungsgebietes. Bodensaure Eichenmischwälder stellen den größten Teil der potentiellen natürlichen Vegetation dar, während das GHM Teil einer Insel aus Auen- und Niederungswäldern ist (aus Barth 2001).

Das Gewässer entstand als Folge mehrerer geologischer Prozesse, die schließlich zu einem sogenannten Erdfall führten und durch die besondere geologische Ausgangslage des Untersuchungsgebietes ermöglicht wurden (vgl. Abb. 3):

Auf Carbon-Formationen des Schafberges, welche die südöstliche Grenze des Heiligen Feldes markieren, sind Formationen des Perms (Zechstein) und des Trias (Buntsandstein) aufgelagert (Weinert et al. 2000). Über diesen Schichten wiederum liegen Sandschichten aus dem Tertiär und Quartär. Letztere stellen sozusagen eine quartäre Basis für die entstehenden Gewässer dar (Thiermann 1975).

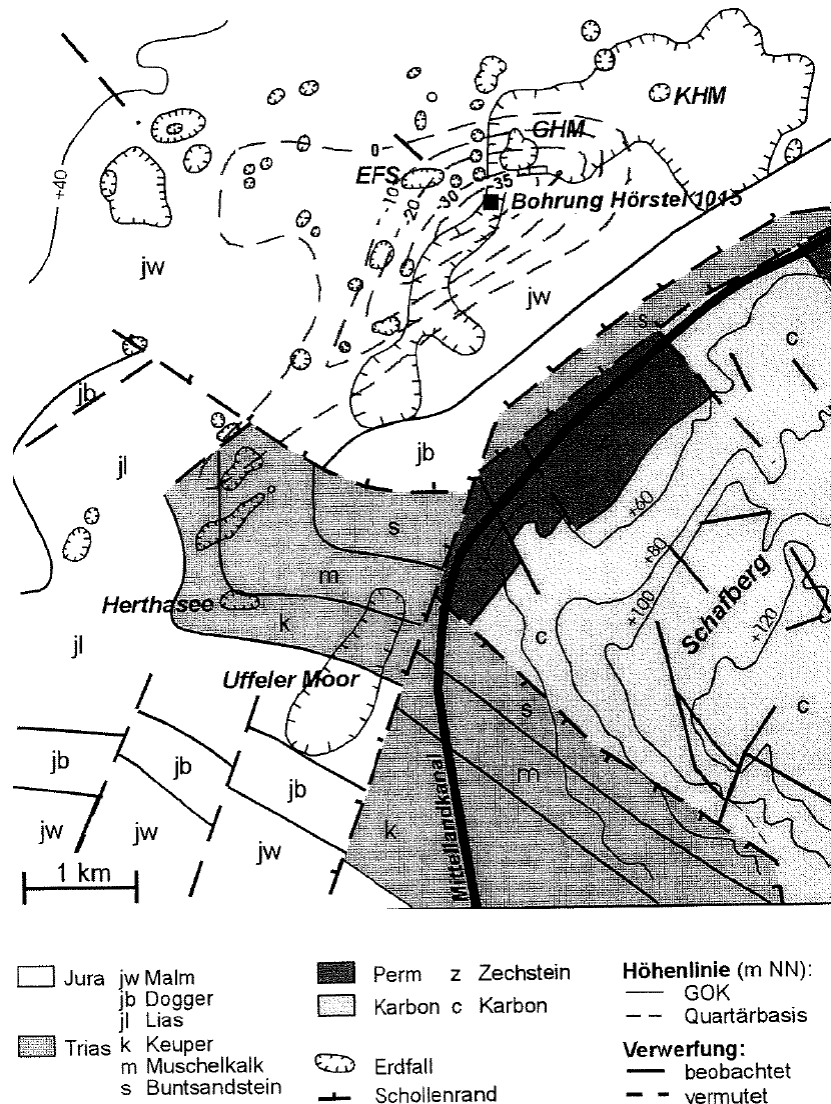


Abbildung 3: Die geologische Situation des Heiligen Feldes (aus Weinert et al. 2000)

Die Zechstein-Formationen des Perms sind durch hohe Gehalte unterschiedlicher Salzeinlagerungen (u. A. Gips und Anhydrit) gekennzeichnet, die im Laufe der Zeit sukzessive durch versickernde Niederschläge ausgelaugt werden; ein Prozess, der als Subrosion bezeichnet wird. Durch diese Auslaugungs- respektive Subrosionsprozesse entstehen Kavernen. Das sind unterirdische Hohlräume, die mit zunehmender Last der auf sie liegenden Deckschichten einstürzen können. Wenn dies geschieht, wird von einem Erdfall gesprochen. Reicht der Einsturz bis an das Niveau des Grundwassers heran, füllt sich die Absenkung mit Wasser und ein See kann entstehen. Abb. 4 zeigt schematisch zusammenfassend die Morphogenese des GHMs in vier Schritten.

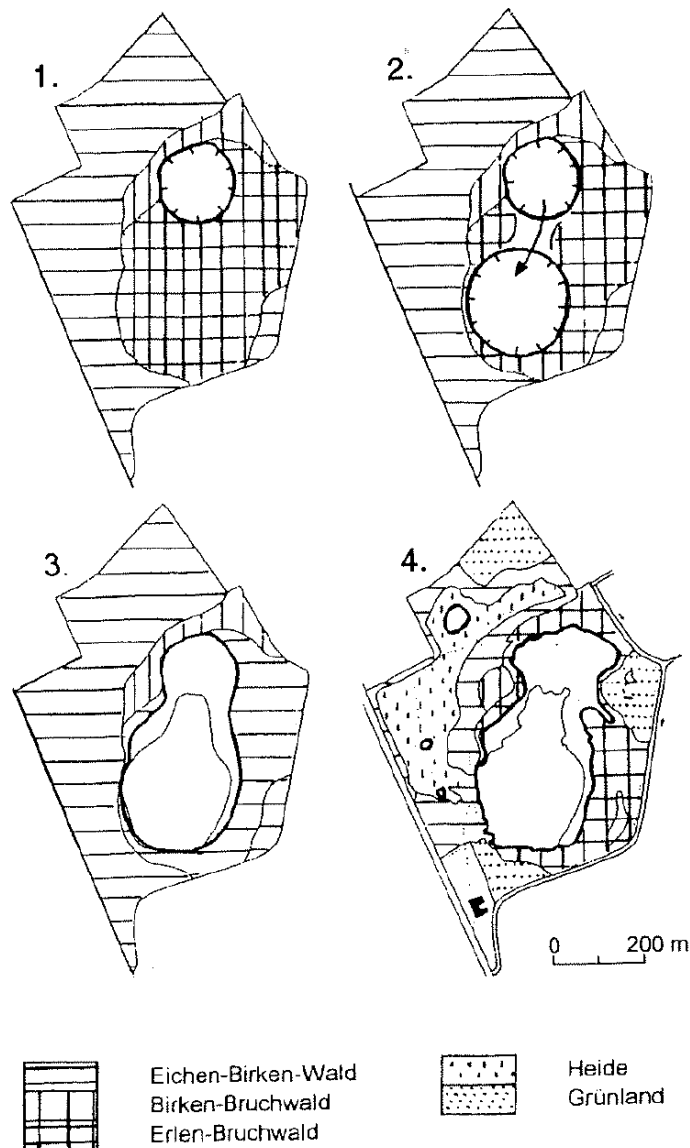


Abbildung 4: Der Erdfall des GHMs schematisch mit Angaben zur Vegetation (aus Barth & Pott 2000).

Palynologische Untersuchungen deuten auf einen solchen Einbruch vor ca. 1700 Jahren hin (Barth & Pott 2000), während die ersten Subrosionsprozesse aber wohl spätestens 6000 Jahre früher im Norden des heutigen Gewässers begannen (Abb. 4.1). Wie darüber hinaus zu erkennen ist, bildeten sich zunächst zwei voneinander unabhängige Senkungen (4.2), die durch den eigentlichen Erdfall miteinander kombiniert wurden (4.3). Weitere Auslaugungs- und Senkungsphasen führten schließlich zur heutigen Form des GHMs (4.4).

3. Die raumzeitliche Dynamik eines Stillgewässers

Die Neudefinierung des Konzepts der Raumzeit ist vermutlich mit keinem Namen so eng verbunden wie mit dem von Stephen Hawking. In seinem preisgekrönten Buch *Eine kurze Geschichte der Zeit* legt er - basierend auf Werken von u. A. Newton, Maxwell und Einstein - grundlegend dar, dass Raum und Zeit aus quantenphysikalischer Sicht keine festen oder starren Strukturen sondern vielmehr dynamische Größen sind, die nicht nur alles im Universum beeinflussen sondern auch selbst von selbigem beeinflusst werden.

Obwohl die Gedanken und Aspekte der Raumzeit größtenteils in den Bereich der theoretischen Physik gehören, ist die Grundidee doch so allumfassend, dass sie den Ausgangspunkt für die Untersuchungen dieser Arbeit darstellt, was anhand von Abb. 5 veranschaulicht werden soll.

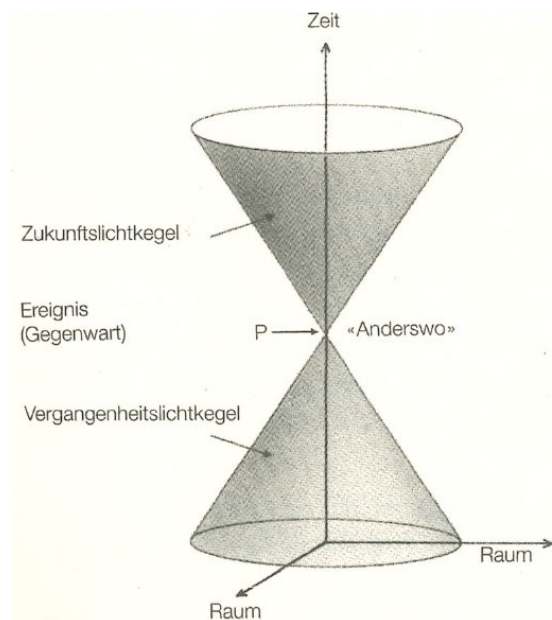


Abbildung 5: Raumzeitdiagramm eines Ereignisses P in zwei räumlichen und einer zeitlichen Dimension (Hawking 2018).

Es wird ein in der Gegenwart liegendes Ereignis P betrachtet. Im Falle dieser Arbeit soll P der Erdfall sein, der endgültig zur Genese des untersuchten Gewässers führte. Alle anderen Ereignisse innerhalb des Universums lassen sich nun, ausgehend von P, in drei Gruppen einteilen:

Zunächst gibt es die Ereignisse, die auf P einwirken können oder genauer: Ereignisse, von denen P mit einer Geschwindigkeit kleiner/gleich der Lichtgeschwindigkeit erreicht werden kann. Die Gesamtheit dieser Ereignisse ist Teil des sogenannten Verganheitslichtkegels von P. Hierzu zählen z. B. die in Kapitel 2 geschilderten geologischen Prozesse, die zur Entstehung des GHMs geführt haben. Dem gegenüber stehen alle Ereignisse, die von P aus mit

Lichtgeschwindigkeit oder weniger erreicht werden können. Diese sind Bestandteil des Zukunftslichtkegels von P. Dazu gehört etwa die langfristige Entwicklung der Vegetation in und um das Gewässer, aber z. B. auch die Ansiedlung und Etablierung von Biozönosen mit Tieren und Mikroorganismen oder die Ausbildung des Bodensubstrats des Gewässers. Während diese raumzeitlich umfangreichen Prozesse als auf dem Zukunftslichtkegel liegend betrachtet werden können, sind die kurzfristigen raumzeitlichen Prozesse, wie hydrochemische Jahres- und Tagesgänge oder die Wachstums- und Blühphasen der Vegetation innerhalb des Lichtkegels zu lokalisieren.

Der Vollständigkeit wegen sollen noch die Ereignisse erwähnt werden, die weder in der Vergangenheit noch in der Zukunft von P liegen und auf das betrachtete Ereignis somit weder einwirken noch dieses selbst beeinflussen können. Diese werden im „Anderswo“ verortet.

In der vorliegenden Arbeit werden somit die Ereignisse des Zukunftslichtkegels von P bzw. dem GHM betrachtet.

3.1 Die langfristige raumzeitliche Entwicklung des Großen Heiligen Meeres aus vegetationskundlicher Sicht

Unter natürlichen Bedingungen durchläuft ein Gewässer der norddeutschen Tiefebene aufgrund der hiesigen geologischen Gegebenheiten (s. o.) nach seiner Entstehung eine Folge charakteristischer Prozesse, die von einer nährstoffarmen Ausgangslage über kumulative Nährstoffanreicherung bis hin zu seiner Verlandung führen. Durch diverse Verbreitungsmechanismen wie über den Wind, durch Tiere oder den Menschen gelangen im Laufe der Zeit befruchtete Samen unterschiedlicher Pflanzen in das Gewässersystem. Der Nährstoffreichtum eines Gewässers, gemessen als seine Trophiestufe, sowie das Vorhandensein von natürlichen Konkurrenten stellen nun den Rahmen dar, in welchem sich eine typische Vegetation entwickeln kann.

Obwohl das NSG ideale Voraussetzungen liefert, um eine weitestgehend natürliche Untersuchung der Entwicklung des GHMs nach dessen Entstehung durchzuführen, müssen die Prozesse aber auch hier immer in Bezug zur regionalen Siedlungs- und Landschaftsentwicklung gesetzt werden. Barth und Pott (2000) gliedern die Entwicklung nach dem Erdfall in drei Phasen respektive fünf Zeiträume.

Die erste Phase zeichnet sich gemäß den beiden Autoren durch den mittelalterlichen Siedlungsbau aus. In diese Phase fällt u. A. die sogenannte Sachsenzeit (ca. 450 bis 750 n. Chr.), in der das GHM einen Grenzpunkt zwischen drei sächsischen Landstrichen darstellte und

deshalb wohl auch den Namen „Drenavameri“ trug (LWL-Museum für Naturkunde 2022). Vegetationsökologisch wies das Gewässer nur eine geringe Artenanzahl auf. Allen palynologisch nachgewiesenen Vertretern ist gemein, dass sie zu den sogenannten Pioniergesellschaften der syntaxonomischen Klasse Littorelletea uniflorae gehören (Pott 1995), die typisch für die Initialphase der Vegetationsentwicklung eines nährstoffarmen (oligotrophen) Gewässers sind. Neben der namensgebenden Art *Littorella uniflora* konnten Barth & Pott (2000) auch *Myriophyllum alterniflorum* und *Hydrocotyle vulgaris* durch Pollenanalysen nachweisen. Mit zunehmendem Fortschritt des Mittelalters (etwa bis ins 13. Jahrhundert hinein) reicherten sich immer mehr Nährstoffe im Gewässer an. Dies kommt dadurch zustande, dass tierische oder pflanzliche Organismen absterben und auf den Gewässergrund sinken, wo sie aufgrund des Sauerstoffmangels nur langsam zersetzt werden. Dieser auch als autochthon, weil aus dem System selbst stammend, bezeichneter Nährstoffeintrag wird durch allochthonen Eintrag von Nährstoffen, etwa durch Oberflächenabfluss oder Grundwasserzutritt ergänzt.

Durch den nun nährstoffreicheren bzw. eutrophen Charakter des Gewässers, können sich Röhrichtgesellschaften und Großseggenriede aus der Klasse der Phragmitetea australis und auch Weidengebüsche aus der Klasse der Franguletea alni etablieren. Als kennzeichnende Arten sind hier *Phragmites australis*, *Carex elongata* oder *Salix cinerea* beispielhaft zu nennen.

In der zweiten Phase der Siedlungs- und Landschaftsentwicklung, der spätmittelalterlichen Wüstungsphase, erfolgte eine Nachsackung, die neben einer Vertiefung des Gewässers auch eine Oligotrophierung zur Folge hatte (Barth & Pott 2000). Dies führte dazu, dass bei den Beständen der Röhricht-Arten und innerhalb der Seggenriede ein Rückgang zu verzeichnen war, während sich die Schwimm- und Tauchblattzone, vertreten durch Arten der Potamogetonetea pectinati wie z. B. *Nymphaea alba*, stark ausbreitete. Somit hat die natürliche Gewässerentwicklung hier aufgrund eines geologischen Phänomens eine Regression erfahren.

Erst im weiteren Verlauf der Wüstungsphase erholten sich die Gesellschaften des Uferbereichs wie bspw. die Bruchwälder (*Alnetea glutinosae*) und die Nährstoffakkumulation führte das GHM schließlich in einen mesotrophen Zustand. Dieser liegt im Bereich zwischen Nährstoffarmut (Oligotrophie) und Nährstoffreichtum (Eutrophie).

In der dritten und letzten Phase, der neuzeitlichen Siedlungsexpansion, gelangte der See schließlich wieder in den auch heute noch vorherrschenden eutrophen Zustand und es konnte sich eine ausgeprägte Vegetationszonierung entwickeln, wie sie bspw. bei Pott & Remy (2008) dargestellt ist (Abb. 6).

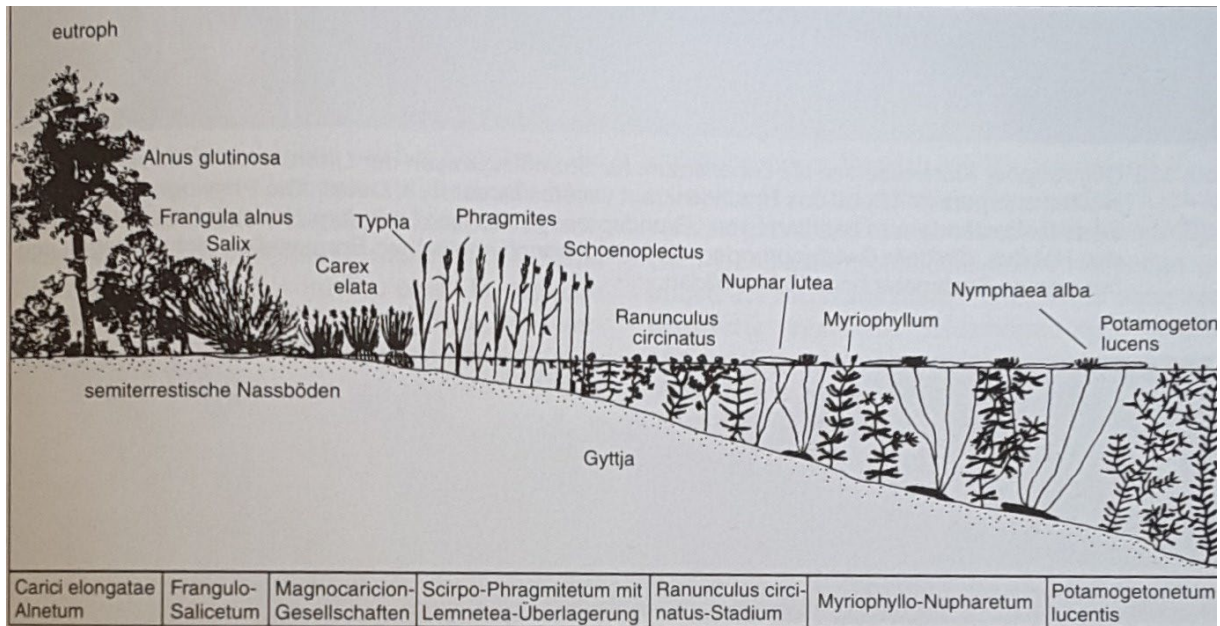


Abbildung 6: Die Sukzessionsabfolge eines eutrophen Stillgewässers; schematisch (aus Pott & Remy 2008).

Dabei bildet der Erlenbruchwald, ein sogenanntes *Carici elongatae*-Alnetum glutinosae, den Abschluss einer Verlandungsserie, die, ausgehend von der Uferzone des Gewässers, mit einer charakteristischen Tauchblatt-Gesellschaft, dem Potamogetonnetum lucentis, ihren Anfang nimmt. Daran anschließend folgt die Schwimmblatt-Zone, typischerweise repräsentiert durch ein *Myriophyllo verticillati*-Nupharetum luteae. Ein potentiell auftretendes *Ranunculus circinatus*-Stadium wird von einem Röhricht (Scirpo-Phragmitetum) und einem Großseggenried, Letzteres gebildet durch Gesellschaften des sogenannten (Magno-)Caricion-Verbandes, abgelöst. Den Übergang zum Erlenbruchwald stellt dann das Weiden-Faulbaum-Gebüsch auf semiterrestrischen Böden, ein sogenanntes Frangulo-Salicetum auritae bzw. Frangulo-Salicetum cinerea dar.

3.2 Kurzfristige, raumzeitliche Prozesse des GHMs am Beispiel ausgewählter hydrochemischer Tages- und Jahregänge

Der Rahmen, in dem sich kurzfristige, hydrochemische Prozesse wie bspw. der Tagesgang des pH-Werts abspielen, wird von der Trophiestufe des Gewässers gebildet. Die Trophie wird von Pott & Remy (2008) als Gesamtheit der Auswirkungen des Nährstoffhaushalts für die Vegetation beschrieben. Da sie jedoch maßgeblich durch hydrochemische und hydrophysikalische Faktoren beeinflusst wird, wirkt sie auch reziprok auf den Wasserchemismus.

Im vorangegangenen Kapitel wurden die Trophiestufen des GHMs anhand der Vegetationsentwicklung parallel zur regionalen Siedlungs- und Landschaftsentwicklung

dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass das untersuchte Gewässer ab dem Spätmittelalter eine größtenteils natürliche Entwicklung von einem oligotrophen über einen mesotrophen Zwischenzustand hin zum rezenten eutrophen Gewässer durchgemacht hat. Vorausgegangen war dem eine Regression in den nährstoffarmen Zustand aufgrund einer Nachsenkung eines Teils des Gewässergrunds (s. o.).

Somit muss die heute hydrochemische Situation im Kontext eines eutrophen Gewässerzustandes bewertet werden. Dieser zeichnet sich u. A. durch eine charakteristische Vegetationszonierung (vgl. Abb. 6), durch pH-Werte etwa im neutralen Bereich und durch Leitfähigkeitswerte um ca. 350 μS aus (Pott 1983). Dadurch sind raumzeitliche Variabilitäten innerhalb des eutrophen Milieus ausgeprägter vorhanden, als etwa in vergleichbaren oligo- oder mesotrophen Systemen (Harris 1994 in Schernewski 1999).

Des Weiteren muss berücksichtigt werden, in welcher jahreszeitlichen Phase sich das GHM zur jeweiligen Messung des Tagesgangs befand. Für gewöhnlich sind Seen in den gemäßigten Breiten dimiktisch. Das bedeutet, dass sie zweimal innerhalb eines Jahres eine Phase der Durchmischung durchlaufen und sich dazwischen jeweils in einer Stagnationsphase befinden, wie in Abb. 7 gezeigt wird. Die Abbildung beginnt mit der Phase der Winter-Stagnation (7.A), während der der See kaltes Wasser führt und bei konstanten Temperaturen unter dem Gefrierpunkt mit einer Eisschicht bedeckt sein kann. Eine Mixis findet in dieser Phase nicht statt.

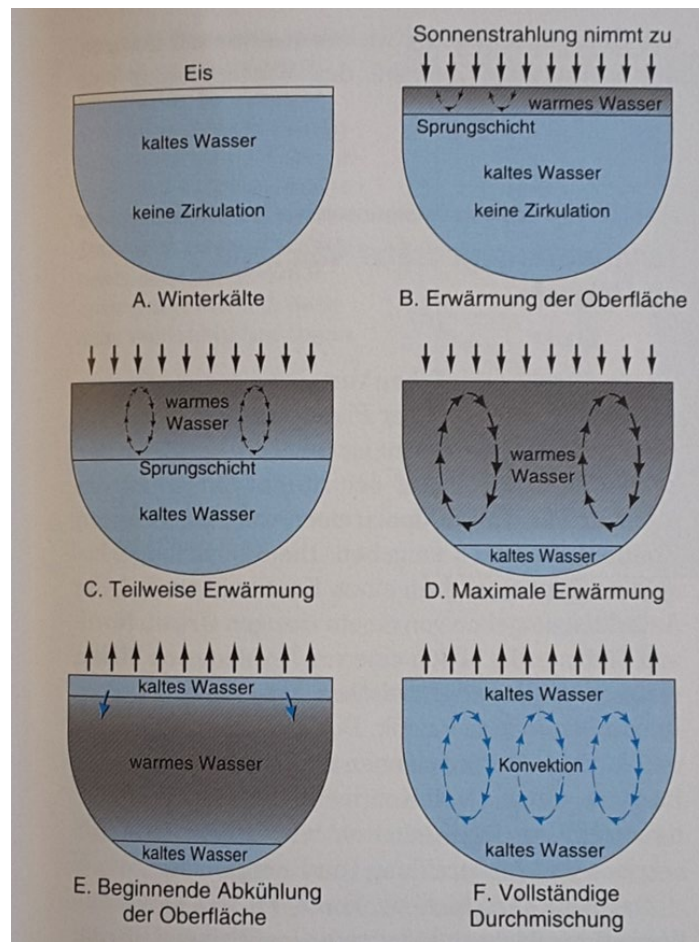


Abbildung 7: Der Jahreszyklus eines Sees in den mittleren Breiten (aus Strahler & Strahler 1999, verändert).

Im Gegensatz zur Sommer-Stagnation befindet sich das wärmste Wasser aufgrund der seiner Dichteanomalie am Gewässergrund, während die kälteren Schichten unmittelbar darüber liegen (Pikos 2018). Mit zunehmender Erwärmung beginnt die obere Wasserschicht sich zu erwärmen und die Eisschicht zu schmelzen (7.B). Durch Winde induzierte Wellen und thermisch bedingte Dichteunterschiede beginnen nun, eine Zirkulation hervorzurufen (7.C), die schließlich bei maximaler Erwärmung in die sogenannte Sommer-Stagnation mündet (7.D). Der Begriff der Stagnation ist in diesem Kontext dahingehend verwirrend, als dass die Zone warmen Wassers, das sogenannte Epilimnion (Strahler & Strahler 1999) durch die Temperatur- und Lichtunterschiede im Tagesgang durch thermische Anregung durchaus zirkulierendes Wasser enthält. Die Stagnation bezieht sich in diesem Kontext auf die Tatsache, dass das Gewässer in drei Zonen gegliedert ist, die stabil voneinander getrennt sind. Dazu zählen das angesprochene Epilimnion oder auch Epipelagial und das Hypolimnion oder Bathypelagial. Beide Zonen sind durch das Metalimnion bzw. die Kompensationsebene voneinander getrennt (Pott & Remy 2008). Das Epilimnion unterscheidet sich vom Hypolimnion dahingehend, dass hier aufgrund des verfügbaren Sonnenlichts durch photo-autotrophe Organismen Nährstoffe produziert

werden, was im Hypolimnion aufgrund des fehlenden Sonnenlichts nicht möglich ist. Daher findet hier ausschließlich Nährstoffzehrung statt, sodass die beiden Zonen auch als trophogene (Epilimnion) bzw. tropholytische (Hypolimnion) Zone bezeichnet werden (Abb. 8).

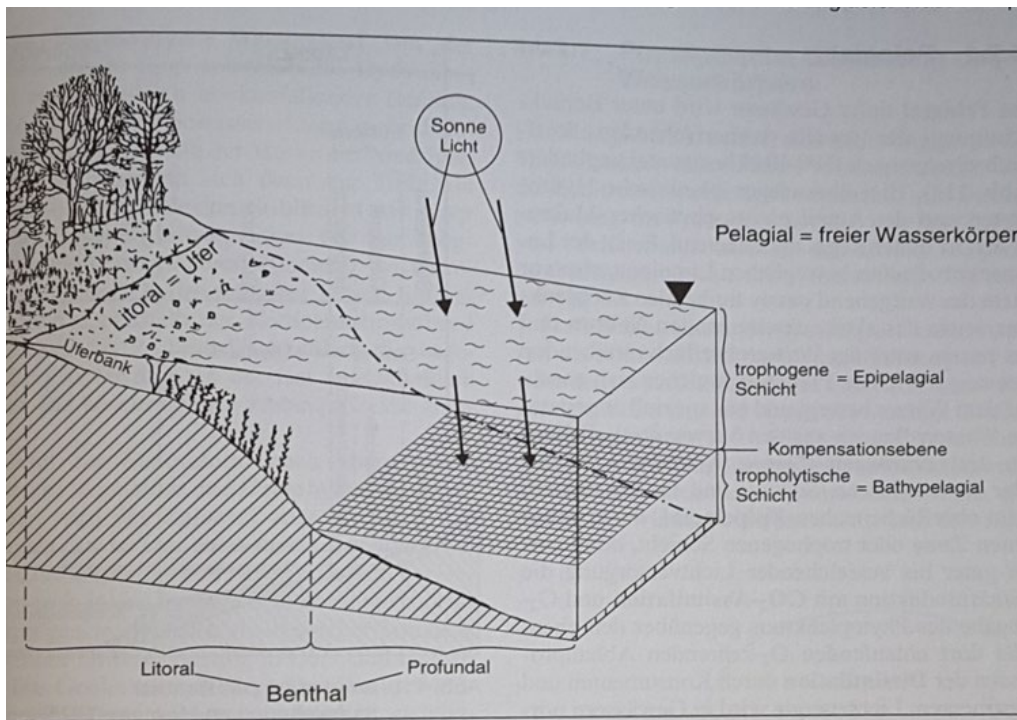
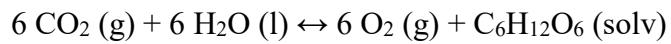


Abbildung 8: Die Gliederung eines Sees während der Sommer-Stagnation (aus Strahler & Strahler 1999, verändert).

Schließlich fehlt noch die Abkühlung der Wasseroberfläche zu Beginn der Herbst-Holomixis (7.E), in der die Strahlungsbilanz wieder einem Defizit entgegenstrebt. Das kalte Wasser an der Oberfläche wird nun aufgrund der zunächst zunehmenden Dichte immer schwerer und beginnt folglich, abzusinken. Somit kann eine erneute Mixis stattfinden. Das Metalimnion ist nun aufgelöst und das Wasser führt überall kaltes Wasser (7.F).

Die jahreszeitlichen Phasen des Sees sowie die Trophiestufe stellen nun zusammenfassend den hydrochemischen bzw. hydrophysikalischen Rahmen dar, durch den die Tagesgänge einzelner Parameter beeinflusst werden. Der induzierende Faktor für die aus raumzeitlicher Perspektive kurzfristig wirkenden Tagesgänge stellt jedoch die Verfügbarkeit des Lichts dar, welches innerhalb eines 24h-Rhythmus unterschiedliche Intensitäten aufweist.

Licht stellt den limitierenden Faktor dar, weil es - verdeutlicht durch die Fotosynthese Gleichung (s. u.) – die Produktion von Sauerstoff antreibt und seine Verfügbarkeit durch diverse Faktoren beeinflusst wird (Pikos 2018). Im umgekehrten findet bei Abwesenheit oder nur sehr schwacher Intensität von Licht die Sauerstoffzehrung statt.



Die obige Gleichung sagt aus, dass pro Mol Kohlenstoffdioxid eine äquimolare Menge Glucose biosynthetisiert wird. Dafür werden wiederum äquivalente Stoffmengen an Wasser benötigt und an Sauerstoff freigesetzt.

Etwa $1,5 \text{ J/cm}^2$ Lichtenergie treffen laut Pott & Remy (2008) im Jahresmittel in Mitteleuropa an der Erdoberfläche auf. Die Verfügbarkeit dieser Energiemenge wird durch exogene Faktoren, zu denen beispielsweise die Beschattung des Gewässers zählt, beeinflusst (Pikos 2018). Die wichtigsten Faktoren für die Beschattung sind die Uferstruktur, die sich durch die Wuchshöhe sowie der Dichte der Vegetation ergibt. Hier besteht bspw. ein signifikanter Unterschied zwischen natürlicher und gepflanzter Ufervegetation; letztere ist von Natur aus lichter als die in der Regel umfangreicheren und monotonen Bestände gepflanzter Ufervegetation (Pikos 2018).

Endogene Faktoren sind innerhalb des Gewässers zu ermitteln. Dazu gehören z. B. die Brechung und Reflexion des Lichts an der Wasseroberfläche sowie die Absorption und Streuung im Wasserkörper. Im Wasser gelöste Elektrolyte und Kolloide fördern die Streuung und damit den Lichtverlust. Die Reflexion hängt wiederum vom Einfallswinkel des Lichts ab und variiert damit im Verlauf eines Jahres. Die geringsten Reflexionsverluste treten im Sommer auf, weil der Einstrahlungswinkel hier seinen größten Wert hat (Pikos 2018).

Mit zunehmender Wassertiefe steigt der Lichtverlust durch Absorptions- und Streuungsprozesse (Abb. 9).

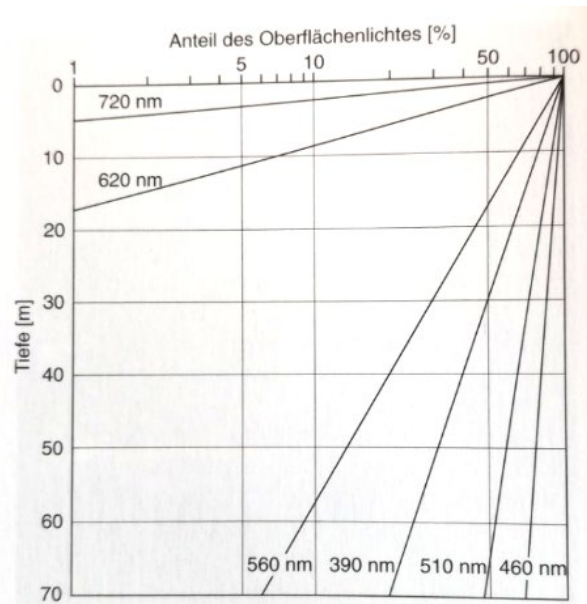


Abbildung 9: Die Transmission der einfallenden Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge nimmt mit zunehmender Tiefe ab (aus Pott & Remy 2008).

Licht mit großen Wellenlängen wird dabei besonders effektiv absorbiert. In der Folge verhalten sich die Hydrophyten ähnlich wie „Dämmerlichtpflanzen im Schatten dichter Waldstandorte“ (Pott & Remy 2008).

4. Die Untersuchungsmethodik

Insgesamt wurden vier Messpunkte für die Aufnahme der hydrochemischen Parameter ausgewählt, an denen je eine Sonde der Firma Driesen-Kern (Modell: DK-3030-60628 bis DK-3030-60631) platziert wurde. Neben dem pH-Wert zeichneten sie auch die Wassertemperatur in Grad Celsius automatisch in einstündigen Intervallen und ca. 30 cm Wassertiefe auf. Die elektrische Leitfähigkeit (in Mikrosiemens) und der Sauerstoffgehalt (in Milligramm pro Liter) wurden mit Elektroden der Firma Hach gemessen. Für die elektr. Leitfähigkeit wurde das Modell LDO 101; für den Sauerstoffgehalt das Modell CDC 401 verwendet.

Die Datenerhebung der hydrochemischen Parameter begann am 31.07.2019 und endete mit der letzten Messreihe am 25.06.2021. Die Aufnahmen erfolgten in einem drei- bis vierwöchigen Turnus. Gemessen wurde, beginnend um 13 Uhr in einstündigen Intervallen bis 12 Uhr am Folgetag. Dabei wurden die einzelnen Messpunkte mit einem Boot immer in der gleichen Reihenfolge abgefahren. Der Sauerstoffgehalt und die elektrische Leitfähigkeit, die Werte also, die nicht von der Sonde selbst aufgezeichnet wurden, wurden unmittelbar an selbiger gemessen. Die Werte derselben Uhrzeit eines Monats wurden jeweils arithmetisch gemittelt und dann tabellarisch mit dem Programm MS Excel aufgelistet. Die jeweiligen Tabellen der einzelnen Monate befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

Die resultierenden Verläufe der einzelnen Parameter wurden in Bezug zu monatlich aufgenommenen Vertikalprofilen des Sauerstoffgehalts des GHMs, die von der biologischen Station am Heiligen Meer freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, in die einzelnen Phasen (Mixis oder Stagnation, s. Kap. 3.2), die ein Stillgewässer im Jahr durchläuft, eingeordnet.

Der erste Messpunkt wurde am Nordwestufer des GHMs platziert. Hier liegt eine ausgeprägte Schwimmblattzone vor, die maßgeblich durch Bestände von *Nymphaea alba* und *Nuphar lutea* dominiert wird. Die beiden Arten sind wesentlicher Bestandteil der pflanzensoziologisch als Myriophyllo-Nupharetum lutae bezeichneten Gesellschaft, die wiederum für extrem viel Biomasse über einem ausgeprägten Sapropel als Bodensubstrat sorgt. In Kombination mit der am Nordwestufer vergleichsweise hohen Sonneneinstrahlung am Tag sind hier hohe Temperaturschwankungen im Tagesgang zu vermuten was zur Entscheidung führte, hier Messreihen aufzuzeichnen. Abb. 10 zeigt die Messstelle mit Blickrichtung zum Ufer.



Abbildung 10: Blick auf die Schwimmblattzone des Nordwestufers, in dessen Mitte der Daten-Logger platziert wurde.

Die zweite Messstelle wurde am Westufer des Gewässers stationiert. Hier grenzt eine Heidefläche an das Gewässer und es tritt oligotrophes Grundwasser ins GHM ein. In der Folge sind hier vor allem oligo- und mesotrophente Pflanzenarten wie *Myrica gale* vertreten (Abb. 11); es wird auch von einer mesotrophen Störstelle gesprochen. Als Bodensubstrat befindet sich hier noch weitgehend ein sandiger Gewässerrohboden, ein sogenannter Protopedon (Scheffer/Schachtschabel 2016). Wie bereits vermerkt, sollten hier aufgrund des mesotrophen Milieus raumzeitliche Variabilitäten geringer ausgeprägt sein, was die Auswahl des Standorts begründet.



Abbildung 11: Blick auf das Westufer, das durch einen ausgeprägten Bestand an *Myrica gale* hinter einzelnen Schilf-Halmen (*Phragmites australis*) geprägt ist.

Dem gegenüber steht das Ostufer, an dem der Erlenbruchwald (*Carici-Alnetum glutinosae*) in Form einzelner Bulte weit in das Gewässer hineinragt und so keine klassische Zonierung zulässt (Abb. 12). Durch die Fähigkeit von *Alnus glutinosa* bis in die Bereiche des Grundwassers zu wurzeln und die Nährstoffe so an die Oberfläche zu befördern, wurden hier hohe Nährstoffgehalte vermutet. Das Bodensubstrat ist hier eine mächtige Gyttja.



Abbildung 12: Der Data-Logger des Ostufers inmitten der Erlen-Blute. Im Vordergrund einzelne Schwimmblätter von *Nuphar lutea*.

Den letzten Messpunkt stellte das Südufer des Sees dar. Hier verläuft das Ufer sehr steil, sodass hier keine ausgeprägte Sukzession und damit auch keine vegetationskundliche Biomasse im Gewässer vorliegt (siehe Abb. 13). Hier reicht lediglich der Bruchwald bis an das Ufer des Gewässers und teilweise darüber hinaus.



Abbildung 13: Blick über das Südufer auf das GHM. Auch hier fehlt eine klassische Gewässersukzession. Die Erlen reichen bis in das Gewässer hinein.

Zwischen die vier Messpunkte und an diesen selbst wurden insgesamt 46 pflanzensoziologische Aufnahmen gemacht; jeweils in den Sommermonaten Juli und August in den Jahren 2019 und 2020 durchgeführt, da dort die Vegetationszonierungen des Gewässers am besten ausgeprägt waren. Bei der Auswahl der Aufnahmepunkte wurde darauf geachtet, dass die einzelnen Aufnahmen durch möglichst homogene Artenzusammensetzung gekennzeichnet waren. Eine Übersicht der Mess- und Aufnahmepunkte befindet sich im Anhang der Arbeit.

Die Erfassung der Vegetation erfolgte gemäß der Methode von Braun-Blanquet wie sie Dierschke (1994) erläutert. Dabei werden die Arten im Gelände aufgenommen und entsprechend ihrer flächenmäßigen Bodenbedeckung mit sogenannten Deckungsgraden versehen. Diese sind in Tab. 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Deckungsgerade nach Braun-Blanquet (nach Dierschke 1994, verändert).

Artanzahl	Deckung [%]	Skala nach Braun-Blanquet
unerheblich	75-100	5
unerheblich	50-75	4
unerheblich	25-50	3
unerheblich	15-25	2b
unerheblich	5-15	2a
mind. 50	<5	2m
viele Pflanzen mit wenig Deckung oder wenig Pflanzen mit viel Deckung	1-5	1
einige wenige	<1	†
ein vereinzelt Exemplar	<<1	r

Die Bestimmung der jeweiligen Arten erfolgte mit spezieller Geländeliteratur (Rothmaler-Atlasband 2011, Grundband 2021). Die pflanzensoziologischen Bestimmungen folgen der Synsystematik, wie sie Pott (1995) angibt.

5. Die Beschreibung des aktuellen Vegetationsbildes am GHM

Bei der nachfolgenden Analyse des aktuellen Stands der Gewässervegetation wird sich numerisch entlang der im Anhang befindlichen Karte orientiert (vgl. Abb. 24). Die Nummerierung erfolgte ausgehend vom Bootshaus am Südufer westwärts entlang des Ufers im Uhrzeigersinn über bis zum Messpunkt am Westufer (A10), dann weiter zum Nordufer (A18) und über das Ostufer (A31) zurück zum Messpunkt am Südufer (A46). Die Vegetationstabellen (Tab. 2-9) befinden sich im Anhang.

Insgesamt konnten bei den Aufnahmen acht syntaxonomische Klassen durch ihnen zugehörige Charakterarten und Verbände identifiziert werden. Dazu zählen zwei zu den Wasserpflanzengesellschaften (*Potamogetonetea pectinati* und *Littoreletea uniflorae*), je eine zur therophytenreichen Pioniervegetation (*Bidentetea tripartitae*), zu den eutraphenten Röhrichten und Großseggenrieden (*Phragmitetea australis*) sowie zu den Gebüschern und Vorwäldern (*Franguletea alni*) und drei zu den Waldgesellschaften (*Alnetea glutinosae*, *Vaccinio-Piceetea* & *Quercetea robori-petraeae*).

Die Vertreter der *Potamogetonetea*, *Phragmitetea*, *Franguletea* und *Alnetea* bilden dabei eine typische Sukzession eines eutrophen Stillgewässers, wie Pott & Remy (2008) sie skizzieren (vgl. Abb. 6). Die restlichen Klassen bzw. Vertreter dieser Vegetationseinheiten sind wohl Verzahnungen zu den angrenzenden Heide-, Kultur- und Waldflächen (siehe Abb. 2).

5.1 Die SW-Vegetation des GHMs (A1-A10)

Die Vegetation des Südwest-Bereichs am GHM zeichnet sich nicht durch eine für eutrophe Stillgewässer typische Vegetationsabfolge aus. Dies mag durch den sehr flachen und zunehmend steil abfallenden Uferbereich bedingt sein, der eine Ausbildung von Röhricht- und Seggenried-Gesellschaften erschwert hat (vgl. dazu die Ausführungen in Kapitel 7). Im Wesentlichen wird hier das Bild durch ein unmittelbar ans Ufer reichendes *Frangulo-Salicetum* sowie ein daran anschließendes *Carici-Alnetum* dominiert. Vereinzelt sind Arten der Tauchblatt-Gesellschaften sowie Röhricht-Arten vertreten. Der Abschnitt kann in drei Teilbereiche gegliedert werden:

Direkt am südwestlichsten Abschnitt (Aufnahmepunkte 1-4) sind von den Tauch- und Schwimmblattgesellschaften die Arten *Elodea nuttallii* und *Nuphar lutea* vorzufinden. Die erstgenannte Art ist ein sogenannter Neophyt, der sich durch dominantes Sproßwachstum schnell und effektiv vorzugsweise in Flachwasserbereichen ausbreiten kann. Es wird vermutet, dass diese Art seit dem Ende der 90er-Jahre die vorher nachgewiesene Art *Elodea canadensis*

verdrängt hat (Pott 1995). Insgesamt nimmt *E. nuttallii* große Teile des gesamten Uferbereichs des GHMs ein. *N. lutea* dominiert diesen kleinen Bereich gegenüber *Nymphaea alba*. Ein Röhricht bzw. ein (Groß-)Seggenried ist in diesem Teil nicht ausgebildet. Der Uferbereich wird von *Frangula alnus* sowie fast gleichermaßen den beiden Weiden-Arten *Salix cinerea* und *S. aurita* gebildet. Direkt daran schließt der Erlen-Bruchwald mit *Alnus glutinosa* als dominierender Art an wobei jedoch auch *Quercus petraea* und *Sorbus aucuparia* vereinzelt vorkommen. Die Krautschicht des Bruchwaldes wird maßgeblich von *Dryopteris carthusiana* gebildet.

Der zweite Teilbereich des Südwestufer-Abschnitts wird von den Punkten A5-7 gebildet. Neben *N. lutea* kann hier insbesondere *Potamogeton lucens* nachgewiesen werden, während *E. nuttallii* in diesem Bereich deutlich weniger repräsentiert wird. Interessanterweise können hier einige Arten aus der Klasse der Strandlings-Gesellschaften wie *Juncus bulbosus* und insbesondere *Eleocharis acicularis* bestimmt werden. Auch können hier erstmal in signifikanter Menge Arten der Röhricht- und Seggenried-Formation vorgefunden werden, wobei *Phragmites australis* den Hauptbestand einnimmt und von *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus* und *Persicaria amphibia* begleitet wird. Das Seggenried wird durch einige wenige Exemplare von *Carex rostrata* repräsentiert. Neben den bereits erwähnten *Salix*-Arten und *Frangula alnus* kann in diesem Abschnitt in der Gebüsch-Zone zunehmend *Myrica gale* nachgewiesen werden. Die Bruchwald-Zone wird auch hier von *A. glutinosa* und darüber hinaus einigen Exemplaren von *Betula pubescens* gebildet.

Den dritten und letzten Bereich des Abschnittes (A8-10) stellt die Gegend um die hydrochemische Messstelle dar. Gleichzeitig repräsentiert sie das Westufer des GHMs. Die Schwimmblattzone ist in diesem Bereich wieder deutlich geringer ausgebildet, wenn von einer kleinen Zone mit *Nuphar lutea* um A9 abgesehen wird. Eine ausgeprägte Tauchblattzone kann nicht nachgewiesen werden. Am Gewässergrund kann ein etwas größerer Bestand an *E. acicularis* als im vorangegangenen Teilbereich vorgefunden werden. Die weitere Verlandungsserie wird von *Phragmites australis* und *Myrica gale* dominiert. Auffällige Begleiter sind hier *Mentha aquatica* und *Comarum palustre*. Darüber hinaus sind auch *A. glutinosa* und *B. pubescens* durch Jungwuchs vertreten.

Damit kann der beschriebene Gewässerabschnitt als einer ohne typische Verlandungsserie für ein eutrophes Stillgewässer (vgl. oben), der durch Auftreten von oligo- und mesotrophen Indikatorpflanzen (*E. acicularis*, *M. gale*) gekennzeichnet ist, beschrieben werden. Der Bruchwald enthält neben *A. glutinosa* insbesondere *B. pubescens* als weitere Baum-Art.

5.2 Die WN-Vegetation des GHMs (A11-A19)

Vom Messpunkt ausgehend Richtung Nordwest-Messstelle folgen nun zwei Aufnahmepunkte (A11 und A12), die sich ebenfalls nicht durch eine typische Verlandungsserie auszeichnen können. Zwar können *P. lucens* und *N. lutea* bestimmt werden, jedoch nicht in ausreichender Menge, um von einer Tauch- respektive Schwimmblattzone sprechen zu können. Vielmehr wird dieser Bereich maßgeblich durch ein ausgeprägtes Röhricht mit *P. australis* gebildet, der einige wenige Exemplare von *Typha angustifolia*, *C. palustre* und *Juncus effusus* enthält.

Die Gebüsch- und Vorwaldzone wird nahezu gleichermaßen von *S. aurita* und, neu hinzukommend, *Salix caprea* gebildet. Daran anschließend halten sich *A. glutinosa* und *B. pubescens* in der Bruchwald-Zone die Waage.

Erst beim nächsten Abschnitt (A13-17) kann erstmalig eine nahezu vollständige Sukzession beobachtet werden, wie Abb. 14 zeigt. Dabei sind sowohl *N. alba* als auch *N. lutea* in der Schwimmblattzone vertreten, wobei Erstere deutlich überwiegt. *P. australis* bildet dabei den Hauptbestandteil des Röhrichts, welches zusätzlich *I. pseudacorus*, *L. europaeus* und *Scutellaria galericulata* enthält. Der Übergang zum Großseggenried, das durch einige Exemplare von *C. rostrata* repräsentiert wird, enthält neben *C. palustre* und *M. aquatica* auch einige Vertreter von *Peucedanum palustre* und *Hydrocotyle vulgaris*.

Das Frangulo-Salicetum ist vielfältig durch *M. gale*, *F. alnus*, *S. aurita* und *S. caprea* ausgebildet. Interessanterweise dominiert hier erstmals leicht *B. pubescens* gegenüber *A. glutinosa*.

Den letzten Bereich dieses Abschnitts stellen die Messpunkte A18 (hydrochemische Messstelle) und A19 dar. In diesem Bereich kann eine sehr ausgeprägte Tauch- und Schwimmblattzone (vgl. Abb. 10), gebildet von *P. lucens*, *N. alba* und *N. lutea*, nachgewiesen werden. *P. australis* stellt nahezu ausschließlich das Röhricht dar, welches im Hintergrund durch *F. alnus* und *S. cinerea* in die Wald-Formation übergeht.



Abbildung 14: Erstmals auftretende, bis auf die Tauchblattzone nahezu vollständige Sukzession eines eutrophen Stillgewässers. Aufgenommen etwa an den Aufnahmepunkten A13 & A14.

5.3 Die NO-Vegetation des GHMs (A20-A36)

Der Übergang zum Nordufer (A20 & A21) wird durch eine spärliche Vegetationszone abgebildet. Dennoch können auch hier nahezu alle Vertreter der klassischen Verlandungsserie mit mittelmäßigem Deckungsgrad vorgefunden werden. Im Falle der Schwimmblattzone ist *N. lutea* die einzige Art wobei am Gewässergrund vereinzelt Exemplare von *E. acicularis* nachweisbar waren. *P. australis* bildet dann das Röhricht mit einigen wenigen Exemplaren von *T. angustifolia*. Die Gebüschzone wird von *M. gale* und den *Salix*-Arten *S. cinerea* und *S. aurita* gebildet, während *A. glutinosa* und *B. pubescens* den Bruchwald einleiten. In der Krautzone ist neben *D. carthusiana* auch *Thelypteris palustris* nachzuweisen.

Weiter in Richtung des nordöstlichsten Punktes des GHM (A22-25) verhält sich die Vegetation weitgehend konstant, bis ab A22 eine Bucht mit ausgeprägtem Röhricht-Gürtel und einer flächendeckenden Schwimmblattzone auftaucht. Obwohl hier alle Vertreter einer Verlandungsserie vorzufinden sind, kann in diesem Abschnitt nicht vom Vorhandensein eines Bruchwaldes oder gar eines Weiden-Faulbaum-Gebüsches gesprochen werden, da alle Vertreter ausschließlich als Jungwuchs und sehr vereinzelt vorkommen, was sich in den

niedrigen Deckungsgraden in der Aufnahme widerspiegelt. Die dominierenden Arten sind hier *N. alba* und *P. australis* (vgl. Abb. 15). Innerhalb des Röhricht-Gürtels findet sich hier eine vergleichsweise hohe Biodiversität an begleitenden und typischen Arten des Scirpo-Phragmitetum. So sind u. a. *I. pseudacorus*, *L. europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *M. aquatica*, *P. amphibia*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria* und, zum ersten Mal, *Sparganium emersum* vorzufinden, um nur einige zu nennen. Weitere erstmals auftretende Arten sind *Carex pseudocyperus* sowie *Alopecurus geniculatus* und *Bidens tripartita*. Komplettiert wird das Vegetationsbild durch die Gehölze, die insbesondere von *S. cinerea*, *S. aurita*, *A. glutinosa* und *B. pubescens* repräsentiert werden.



Abbildung 15: Blick in die Bucht am nordöstlichsten Punkt des GHMs. Neben *N. alba* dominiert *P. australis* das Vegetationsbild. Innerhalb des Röhrichts ist eine vergleichsweise hohe Artenvielfalt vorzufinden.

Der nächste Abschnitt (A26-A29) ist durch einen ausgeprägten Schilf-Gürtel gekennzeichnet, dem eine Zone mit hoher Biomasse an *P. lucens* sowie, etwa in gleichen Mengen, *N. alba* und *N. lutea* vorgelagert ist. Erstmals konnten auch einige Exemplare von *R. circinatus* nachgewiesen werden. Das Röhricht, das neben *P. australis* diesmal auch in größeren Beständen *I. pseudacorus* aufzuweisen hat, beinhaltet darüber hinaus erstmals auch beide typischen *Typha*-Arten, nämlich neben *T. angustifolia* auch *Typha latifolia*. Die Gebüsch- und

Bruchwaldzone enthält die bisher typisch auftretenden Arten, wobei *A. glutinosa* den größten Anteil an Fläche bedeckt. Auffällig ist, dass der Bestand an *B. pubescens* mit zunehmend ostwärtigem Verlauf deutlich an Masse verliert.

Schließlich endet der NO-Transekt unmittelbar an der dritten hydrochemischen Messstelle (A30-36). Hier ragt das Alnetum mit mehreren Bulten direkt in das Gewässer hinein und folgt somit unmittelbar auf die Tauch- und Schwimmblattzone. Diese enthält darüber hinaus zwei neue Arten, nämlich *Potamogeton natans* und *Potamogeton gramineus*, wobei letztgenannte Art sehr stark auf einen kleinen Bereich konzentriert ist (A32). *N. lutea* ist hier gegenüber *N. alba* die deutlich dominierende Art innerhalb des Myriophyllo-Nupharetum. Auffällig sind größere Bestände von *E. acicularis* am Gewässergrund sowie von *C. palustre* in der untersten Schicht des Röhrichts. Auch *S. emersum* ist lokal (A35) in größeren Beständen vorzufinden. Als neue Seggen-Art taucht hier *Carex acutiformis* auf lokalen Bulten auf, ansonsten dominiert *P. australis* das Röhricht.

Die Gehölze sind durch Bestände von *A. glutinosa* maßgeblich bestimmt, wobei *S. aurita*, *S. cinerea* und *F. alnus* nicht unerhebliche Vorkommen aufweisen. Letztmals können auch flächendeckende Vorkommen von *B. pubescens* nachgewiesen werden. Interessanterweise sei hier auf das Vorhandensein von Arten des Quercion roboris-Verbandes verwiesen: Neben zwei Exemplaren von *Quercus robur* wurde *S. aucuparia* und ein Exemplar von *Osmunda regalis* vorgefunden.

Der NO-Bereich des GHMs zeichnet sich zusammenfassend also durch eine relativ hohe Artenvielfalt aus. Darüber hinaus konnte ein ausgeprägtes Röhricht und eine Zunahme von *A. glutinosa* in der Flächendeckung bei gleichzeitiger Abnahme an Beständen von *B. pubescens* verzeichnet werden.

5.4 Die OS-Vegetation des GHMs (A37-A46)

Der letzte Abschnitt beginnt mit einer ausgeprägten Schwimmblattzone, die durch nahezu gleichmäßiges Auftreten von *N. alba* und *N. lutea* gekennzeichnet ist (A37 & A38), wobei *N. alba* ein leichtes Übergewicht zuzusprechen ist. Der Gewässergrund ist erneut durch *E. acicularis* geprägt. Das Röhricht wird von *P. australis* gebildet und enthält neben *C. palustre* und *M. aquatica* noch *C. rostrata* als Repräsentant des Seggenrieds. Daran schließt sich eine relativ spärliche Gebüsch-Zone mit *S. aurita* und einigen Exemplaren von *A. glutinosa* an.

Weiter in Richtung südöstlichem Punkt des GHMs (A39-43) tritt nun wieder eine lokale Stelle auf, an der eine typische Gewässersukzession beobachtet werden kann (vgl. Abb. 16). Die

Tauchblattzone wird gleichermaßen von *E. nuttallii* und *P. lucens* gebildet; *N. alba* und *N. lutea* treten als deren Pendants in der Schwimmblattzone auf. Der Gewässergrund ist fast durchgehend von *E. acicularis* besiedelt, was lokal (A40) große Ausmaße annimmt.

Die Röhricht-Zone wird von *P. australis* mit einigen Exemplaren von *L. europaeus* als Begleiter gebildet. Im Seggenried kann *C. acutiformis* mit *P. palustre* als Begleit-Art nachgewiesen werden. Das Frangulo-Salicetum im Anschluss enthält die charakteristischen Arten *F. alnus* sowie *S. cinerea* und *S. aurita*. Das Carici-Alnetum als Abschluss-Gesellschaft enthält neben *A. glutinosa* *T. palustris* in der Krautschicht und vereinzelt auch *B. pubescens* (A43) und *S. aucuparia* (A41).



Abbildung 16: Der südöstlichste Bereich des GHMs zeichnet sich durch das Vorhandensein einer typischen Gewässersukzession aus. An die Tauch- und Schwimmblattzone schließt sich ineinander verzahnt das Scirpo-Phragmitetum (links im Bild) und das Seggenried (mittig rechts im Bild) an. Im Hintergrund das Frangulo-Salicetum, welches von Exemplaren von *A. glutinosa* als Bilder des Carici-Alnetum abgeschlossen wird.

Der letzte Bereich des Südufers (A44-46) zeichnet sich durch Fehlen eines Röhrichts aus. Hier reicht das Frangulo-Salicetum unmittelbar ans Ufer und darüber hinaus und schließt somit nahtlos an das Myriophyllo-Nupharetum an. Die Klasse der Potamogetonetea ist hier nochmal durch nahezu alle bisher beschriebenen Arten repräsentiert und enthält mit *P. natans* und *R.*

circinatus nochmals zwei bisher selten nachgewiesene Arten. Auch die Strandlings-Gesellschaften aus der Klasse der Littorelletea tauchen mit zwei Arten auf; es sind dies *Luronium natans* und das bisher oftmals nachgewiesene *E. acicularis*. Das Frangulo-Salicetum wird maßgeblich von *S. cinerea* und *S. aurita*, der anschließende Bruchwald nahezu ausschließlich von *A. glutinosa* gebildet.

6. Analyse der Tagesgänge der hydrochemischen Parameter

Die hydrochemischen Ergebnisse werden in Form von Diagrammen dargestellt, die die Verläufe der Parameter auf der Ordinate gegen die jeweils auf der Abszisse aufgetragene Tageszeit zeigen. Die Rohdaten sowie die Graphen dieser Messungen befinden sich in tabellarischer Form im Anhang dieser Arbeit.

Die innerhalb des Untersuchungszeitraums aufgenommenen Vertikalprofile belegen ein monomiktisches Gewässer, was sich durch Fehlen einer Winter-Stagnation bemerkbar gemacht hat. Etwa im Zeitraum von November bis März eines Jahres befindet sich das GHM in einer Phase der Durchmischung (Mixis) während von April bis Oktober eine Stagnation mit deutlicher Differenzierung des Gewässers in ein Epi-, Meta- und Hypolimnion vorlag. Besonders gut lässt sich das an den Werten des Sauerstoffgehalts in Abhängigkeit von der Gewässertiefe ausmachen (Abb. 17). Während der Mixis bleiben diese bis in große Tiefen relativ konstant, wie an der Januar-Kurve gut zu erkennen ist. Erst bei ca. 7-8 m nimmt der Sauerstoffgehalt im März und im November deutlich ab (März- bzw. November-Kurve). Innerhalb der Stagnationsphase nimmt der Sauerstoffgehalt dagegen deutlich vom Epi- zum Hypolimnion hin ab, was anhand der Verläufe der Mai-, Juli- und Septemberkurven deutlich zu erkennen ist.

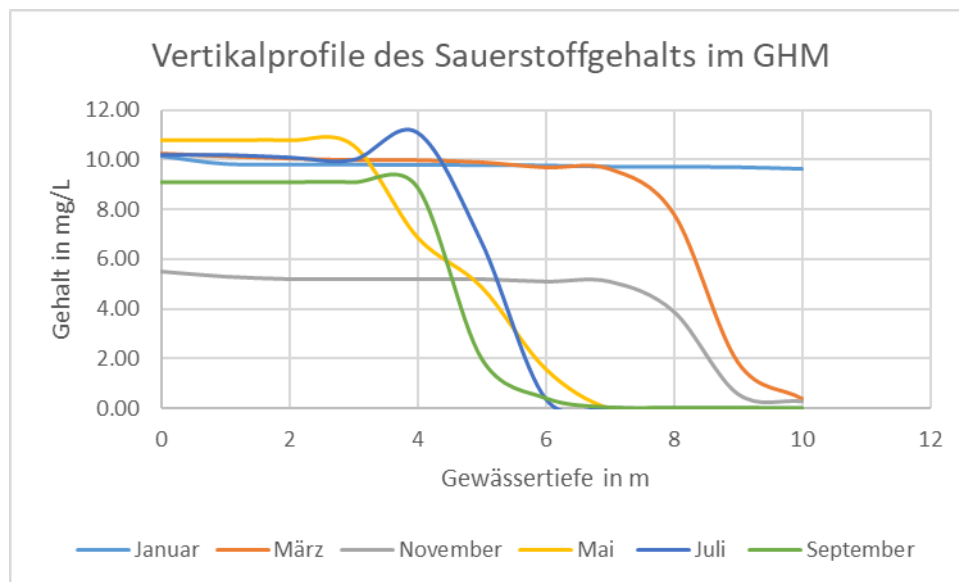


Abbildung 17: Die Verläufe des Sauerstoffgehalts für verschiedene Monate im Jahr in Abhängigkeit von der Gewässertiefe.

Im Folgenden werden die erhobenen Parameter nun in der Reihenfolge ihrer Darstellung im Anhang analysiert.

6.1 Die Änderung des Sauerstoffgehalts des GHMs im Jahresgang

Das arithmetische Mittel aller gemessenen Werte des GHMs im Januar beträgt 8.89 mg/L. Die am Westufer aufgezeichneten Werte sind konstant unter dem Mittelwert und mit deutlichem Abstand die niedrigsten aller Messpunkte. Die Verläufe der anderen drei Messpunkte sind alle im gleichen Größenbereich um 9 mg/L. Allen Graphen ist gemein, dass die Werte über den gesamten Aufnahmezeitraum in etwa konstant bleiben und keine signifikanten Tag-Nacht-Schwankungen zu verzeichnen sind.

Im Februar sind die Werte im Mittel etwa um 1 mg/L höher als im Januar. Während die Kurven am West-, Süd- und Ostufer weiterhin keine signifikanten Schwankungen aufweisen, kann am Nordwestufer ein Maximum etwa um 17 Uhr verzeichnet werden. Ein Minimum ist dagegen nicht zu ermitteln.

Zum Ende des 1. Quartals im März lassen sich nun erstmals wellenartige Verläufe der Kurven erahnen. Der Mittelwert beträgt hier 10.85 mg/L. Die höchsten Sauerstoffgehalte sind am Nordwestufer zu verzeichnen, wobei alle vier Messpunkte Maxima in den Abendstunden (ca. zwischen 19 und 20 Uhr) aufweisen. Lediglich am Nordwestufer ist der Peak später (zwischen 21 und 22 Uhr). Danach sinken die Messwerte bis in die frühen Morgenstunden und fangen ab ca. 6-7 Uhr an zu steigen. Die geringsten Schwankungen sind am Ostufer vorzufinden.

Im April steigt der Mittelwert des Sauerstoffgehalts erneut auf 11.85 mg/L. Es kristallisieren sich zunehmend sinusartige Kurvenverläufe, die am Nordwest- sowie am Westufer am ausgeprägtesten sind. Beide Messpunkte verzeichnen darüber hinaus die höchsten Werte im Tagesgang und sinken in der Nacht etwa auf das Niveau der anderen beiden Messstellen. Der konstanteste Verlauf im Tagesgang ist auch hier am Ostufer vorzufinden.

Der Mittelwert im Mai ist mit 10.64 mg/L deutlich geringer, als im April. Während der wellenartige Verlauf am Nordwestufer noch ausgeprägter ist und hier sowohl der höchste (12.02 mg/L) als auch der niedrigste (9.89 mg/L) Wert im Tagesgang zu ermitteln sind, verlaufen die Kurven der anderen Messpunkte wieder deutlich konstanter und allesamt nahezu vollständig unter dem arithmetischen Mittelwert.

Im Juni sinkt der Mittelwert weiter ab und beträgt nur noch 10.33 mg/L. Während die höchsten Sauerstoffgehalte im Tagesgang erneut am Nordwest- und diesmal insbesondere auch am Westufer gemessen wurden, ist der konstanteste diesmal am Südufer zu verzeichnen gewesen. Es fällt weiterhin auf, dass die Werte zu Beginn des nächsten Tages relativ konstant bleiben.

Im Juli liegt beträgt der Mittelwert nur noch 9.97 mg/L. Die größte Tag-Nacht-Schwankung ist am Nordwestufer zu beobachten. Das Westufer weist am ehesten noch einen sinusoiden Verlauf auf während am Ost- und Südufer nur sehr geringe, fast schon eher statistische Schwankungen des Sauerstoffgehalts zu messen waren.

Der August zeichnet sich durch einen weiteren Rückgang der Sauerstoff-Gehalte aus mit einem Mittelwert von 9.57 mg/L. Interessanterweise sind diesmal am Ostufer die zweithöchsten Werte im Tagesgang nach dem Nordwestufer nachzuweisen. Letzteres weist jedoch als einzige Messstelle einen vergleichsweise deutlichen wellenartigen Kurvenverlauf auf.

Im September beträgt der Mittelwert des Sauerstoffgehalts 9.51 mg/L und erreicht damit in etwa das Niveau des Vormonats. Während am Nordwest-Ufer weiterhin eine signifikante Tag-Nacht-Schwankung nachzuweisen ist, verlauf die anderen drei Messstellen nahezu konstant.

Im Oktober beträgt der Mittelwert etwa 9 mg/L. Lediglich das Nordwestufer kann im Tagesgang deutlich über dem Mittelwert liegende Sauerstoffgehalte vorweisen. Die anderen drei Messpunkte verzeichnen alle einen relativ konstanten Verlauf auf ähnlichem Niveau.

Im November ist der Mittelwert des Sauerstoffgehalts drastisch abgesunken und beträgt nur noch 6.55 mg/L im Mittel, was bis in den Dezember mit 6.61 mg/L im Mittel konstant bleibt. Im November konnten bei allen vier Messstellen Maximalwerte des Sauerstoffgehalts zum Nachmittag (ca. 16/17 Uhr) gemessen werden, die im Dezember über den gesamten Tagesgang konstanten Kurvenverläufen gewichen sind. Gemeinsam ist beiden Monaten, dass die höchsten Gehalte am Nordwest- und am Westufer gemessen wurden. Eine abschließende Übersicht über den Verlauf der Mittelwerte des Sauerstoffgehalts im Jahresgang zeigt Abb. 18.

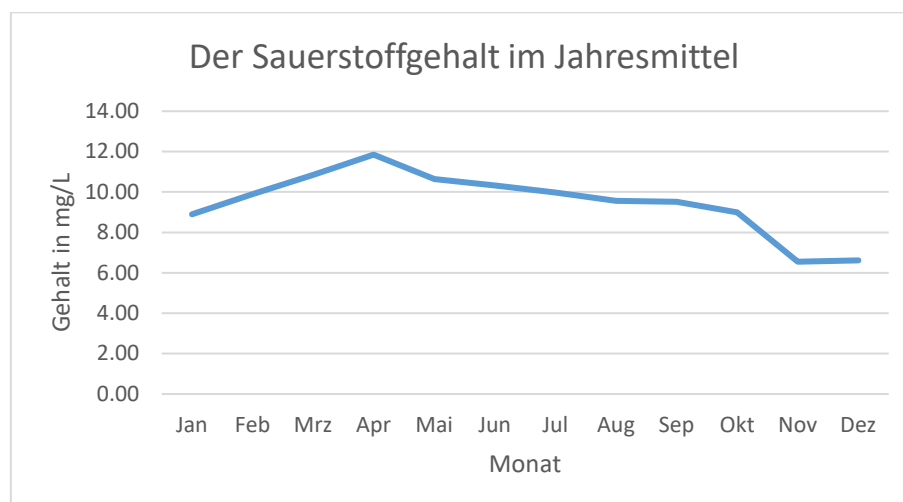


Abbildung 18: Der Sauerstoffgehalt im Jahresmittel am GHM. Während der Wert zwischen November und April steigt, sinkt er in den Monaten der Sommer-Stagnation bis zum Beginn der nächsten Mixis im November.

6.2 Die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit im Jahresgang

Die Beschreibung der elektrischen Leitfähigkeit bzw. ihrer Änderung lässt sich wesentlich kompakter darstellen, als es beim Sauerstoffgehalt vonnöten war. Grund dafür ist der nahezu konstante Verlauf der Tagesgänge, die sich lediglich in der Höhe der gemessenen Leitfähigkeitswerte unterscheiden, wie an der Kurve der Mittelwerte ersichtlich ist (siehe Abb. 19). Nur in den Sommermonaten Juni bis September können leichte Wellenverläufe beschrieben werden, die jedoch nicht sinusoid verlaufen, sondern ein leichtes Maximum in der Nacht, etwa zwischen 0 und 3 Uhr morgens, aufweisen (vgl. Abb. 42-45).

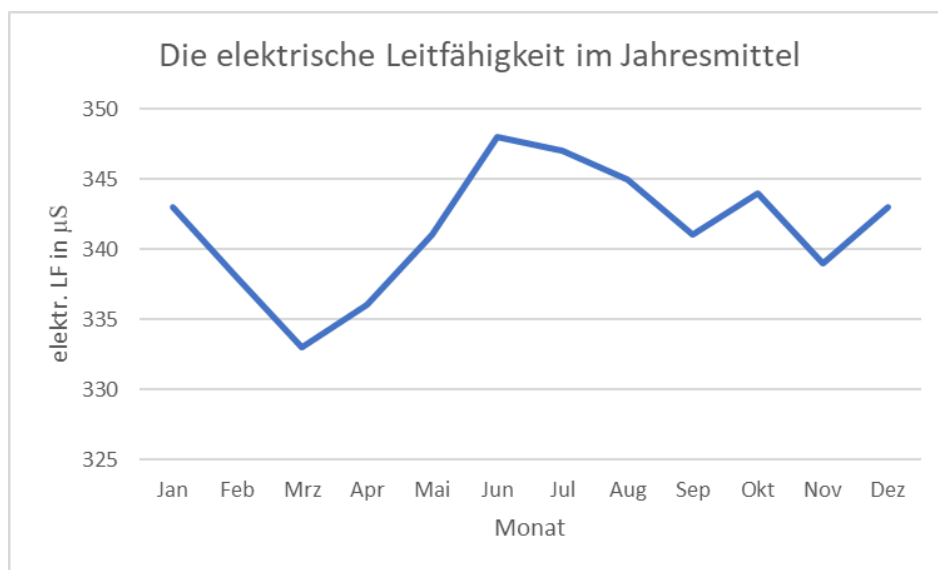


Abbildung 19: Der Verlauf der Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeit im Jahresgang. Während die Werte von Dezember bis März fallen, steigen sie ab da bis zum Juni, um von dort schließlich einen schwankenden Verlauf vorzuweisen.

Interessant ist zu erwähnen, dass die Leitfähigkeitswerte sich nicht signifikant von der Lage der Messstelle unterscheiden. Alle Werte liegen im typischen Bereich für eutrophe Stillgewässer, wie er bei Pott (1983) aufgeführt wird. Die Tatsache, dass die höchsten Werte der Leitfähigkeit in der Phase der Sommer-Stagnation und die niedrigsten zur Zeit der Mixis zu messen waren, verhält sich konträr zum Verlauf des mittleren Sauerstoffgehalts des GHMs.

6.3 Die Änderung des pH-Werts im Jahresgang

Vor der Beschreibung der Verläufe ist anzumerken, dass der pH-Wert mit zwei Stellen nach dem Komma angegeben wurde, um signifikante Verläufe abbilden zu können. Da der pH-Wert als der negativ dekadische Logarithmus einer Konzentration von Hydronium-Ionen definiert ist, ist dies bei der Betrachtung der Größenordnung zu beachten. Darauf wird explizit im nachfolgenden Kapitel bei der Diskussion der Ergebnisse eingegangen.

Von Januar bis März verlaufen die Werte des pH-Werts an den vier Messpunkten sehr konstant und nahezu ohne Steigung. Der pH-Wert am Nordwestufer ist mit Werten von ca. 6 bis 6.5 dabei deutlich niedriger als an den anderen drei Messstellen, wo er jeweils in einem sehr ähnlichen Wertebereich um 7.5 verläuft.

Ab April können dann, ähnlich wie beim Sauerstoffgehalt, zunehmend wellenförmig verlaufende Kurven registriert werden. Dabei weist das Nordwestufer ab Mai die größte Amplitude auf während das Süd- und das Westufer vergleichsweise konstante Kurvenverläufe aufzeigen. Neben dem Nordwestufer sind am Ostufer die niedrigsten pH-Werte vorzufinden. Im Juni zeichnet sich ein ähnliches Bild ab wie im Mai mit ähnlich hohen, mittleren pH-Werten an den Messpunkten im Vergleich zu den anderen Stellen. Während im Mai ein mittlerer pH-Wert von 8.35 am GHM gemessen wurde, lag er im Juni bei 8.11.

Während die Werte an allen vier Messpunkten zwischen April und Juni relativ nah beieinander liegen, separieren sie sich im Juli etwas deutlicher voneinander. Das Nordwestufer weist dabei die niedrigste, das Westufer die höchsten pH-Werte auf. Während das Erstgenannte einen deutlich wellenförmigen Verlauf aufweist, sind die Kurven der anderen drei Messpunkte erneut vergleichsweise stabil.

In den Monaten August und September entfernen sich die Kurven deutlicher voneinander, ohne ihre Lage zueinander zu verändern. Allen vier Graphen ist jetzt aber ein deutlich sinusoider Verlauf anzusehen, wobei er diesmal am West- und am Ostufer am ausgeprägtesten ist.

Ab Oktober zeichnen sich die Kurven dann wieder durch unregelmäßige Verläufe aus, die aber alle wieder in einem relativ eng beieinanderliegenden Bereich sind. Dieser teilt sich ab November wieder deutlich auf, wobei das Westufer erneut die Stelle mit den höchsten pH-Werten einnimmt. Ab Dezember zeigt sich dann wieder ein nahezu identisches Bild wie in den Monaten Januar bis März.

Eine Übersicht über den mittleren pH-Wert im Jahresverlauf gibt Abb. 20:

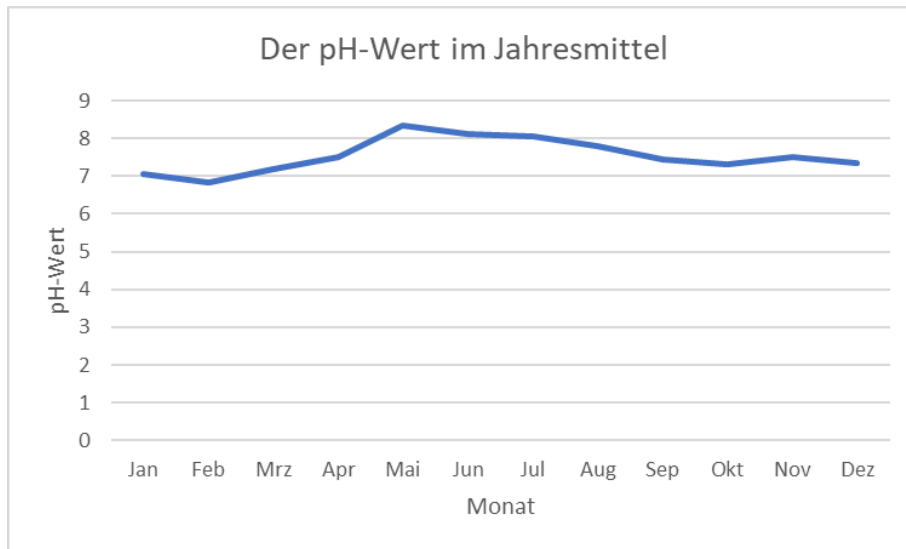


Abbildung 20: Der mittlere pH-Wert des GHMs im Jahresgang. Insgesamt ist der Verlauf sehr konstant, wenn beachtet wird, dass es sich dabei um eine effektive Konzentration von 10^{-7} bis 10^{-8} mol/L an Hydronium-Ionen handelt (vgl. Kap. 7).

6.4 Die Änderung der Wassertemperatur im Jahresgang

Im Falle der Wassertemperatur lohnt es sich, die mittleren Temperaturen im Jahresgang im Vorfeld zu betrachten (s. Abb. 21).

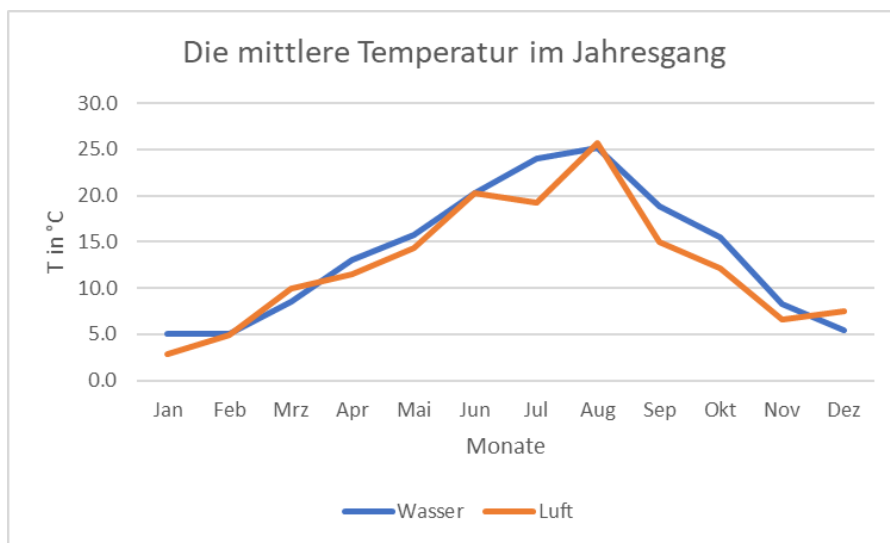


Abbildung 21: Die mittlere Wasser- und Lufttemperatur im Jahresgang am GHM. Zu erkennen ist der deutlich stabilere glockenförmige Verlauf der Wassertemperatur-Kurve.

Auffällig ist insbesondere, dass die mittleren Wassertemperaturen des GHMs über das Jahr hinweg nahezu konstant über den mittleren Lufttemperaturen liegen. Dies wird bei detaillierter Betrachtung der Verläufe in den einzelnen Monaten so nicht zu vermuten gewesen sein. Insbesondere im Dezember (s. Abb. 72) liegt die gemessene Lufttemperatur deutlich über den Wassertemperaturen an den vier Messpunkten.

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Lufttemperatur während des gesamten Jahres eine mehr oder weniger ausgeprägte Wellen-Form aufweist, während die Graphen der Wassertemperaturen deutlich konstanter verlaufen. Signifikante Wellenkurven lassen sich in den Monaten der Sommer-Stagnation (siehe dazu insbesondere Abb. 66, 68 oder 69) beobachten, in denen die absoluten Temperaturen auch erwartungsgemäß höher sind.

Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Verläufen auf hydrochemischer Basis erfolgt nun, zusammen mit denen er anderen Parameter, im nachfolgenden Kapitel.

7. Auswertung & Diskussion der Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die in den beiden vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Vegetationsaufnahmen bzw. Tagesgänge der Parameter tiefgreifend untersucht und diskutiert. Dabei wird gemäß der Reihenfolge ihrer Beschreibung mit den pflanzensoziologischen Aufnahmen begonnen.

7.1 Das aktuelle Vegetationsbild als Resultat langfristiger raumzeitlich wirkender Prozesse

Grundsätzlich weist das Vegetationsbild am GHM alle Elemente einer Sukzession auf, die typisch für eutrophe Stillgewässer ist. Folglich ist das Gewässer paläoökologisch immer noch der neuzeitlichen Phase seiner Entwicklung zuzuordnen, wie bei Barth & Pott (2000) und im Unterkapitel 3.1 beschrieben. Nach Runge (1991) ist das Vegetationsbild seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts stabil. Der Status als eutrophes Gewässer ist dabei seit den 1930er-Jahren beschrieben. Nach Barth & Pott (2000) konnten dieselben Arten und Gesellschaften durch palynologische Untersuchungen bereits im Mittelalter nachgewiesen werden. Von den Autoren als „regressive Prozesse“ beschriebene Faktoren haben dann zu einer inkonstanten Entwicklung der Vegetation bis hin zum heutigen Vegetationsbild geführt. Als Beispiel sei hier auf die geologische Nachsenkung verwiesen, die zu einem Rückgang der Röhrichte und Seggenriede sowie in der Folge zu einer vermehrten Ausbildung von u. A. Seerosendecken geführt hat.

Eine klassische Zonierung, wie sie bei Pott & Remy (2008) beschrieben ist (Abb. 6) findet sich am GHM nur lokal an den Messpunkten A13-14 und zwischen A39 und A43, wie in Kapitel fünf dargelegt. Damit wird deutlich, dass ein eutrophes Gewässer kein konstantes bzw. einheitliches Vegetationsbild aufweisen muss respektive kann. Runge (1991) sowie Barth & Pott (2000) führen hier die „natürliche Standortvielfalt“ insbesondere die diversen geologischen Ausgangssituationen im Litoral des Gewässers als Hauptgrund auf, die im Wechselspiel mit der dort angesiedelten Vegetation reziprok die Akkumulation von Nährstoffen bedingen. So kann sich bspw. ein Myriophyllo-Nupharetum nur dann optimal entfalten, wenn es gemeinsam mit entsprechenden Assoziationen der innerhalb der Verlandungsserie folgenden Vergesellschaftungen (Scirpo-Phragmitetum und Frangulo-Salicetum) auftritt. Dort, wo aufgrund von geologischen Gegebenheiten eine Ansiedlung einer oder mehrerer dieser Gesellschaften nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, kann keine optimale Entfaltung der jeweils anderen Gesellschaften auftreten. Beispielfhaft sei hier auf das Südufer verwiesen, wo aufgrund des steilen Abfalls des Ufers zur Gewässermite hin keine Ausbreitung der Schwimmblattzone sowie eines Röhricht-Gürtels möglich ist (vgl. A1-A7 in Kapitel 5.1).

Ein weiteres geologisches Beispiel ist unmittelbar am Westufer (A8-A10) vorzufinden, wo oligotropher Grundwassereinstrom zur Ausbildung einer mesotrophen Störstelle führt. Eine gute Bioindikation dafür stellt das ausgeprägte Vorhandensein von *Myrica gale* dar. Dieser Strauch wächst gewöhnlich an lichten und nährstoffarmen Standorten wie Birkenbruchwäldern und Grauweidengebüschen (Wesche et al. 2021). Beide Formationen konnten dort vegetationskundlich erfasst werden (vgl. Tabellen 2 & 3 im Anhang). In einem viel größeren Rahmen hat die Situation im geologischen Untergrund bei der Genese und Entwicklung der Gewässervegetation wohl auch dazu geführt, dass im sandigen und nährstoffarmen, westlichen bis nordwestlichen Bereich ein reichhaltiges Vorkommen von *Betula pubescens* zu verzeichnen ist, während im Osten und Süden des Gewässers *Alnus glutinosa* auf nährstoffreichen Niedermoortorf dominiert.

Als letztes Beispiel für die Rolle des geologischen Untergrunds soll die Situation am Nordufer angeführt werden. Hier liegt laut Runge (1991) eine etwas mehr als zwei Meter dicke Schicht von Flachmoortorf vor, auf der sich ein ausgeprägtes Scirpo-Phragmitetum entwickeln konnte, in welches das Frangulo-Salicetum langsam vordringt. Hat es um 1930 noch circa ein Drittel des Gewässers eingenommen (Graebner 1930), sind mittlerweile etwa die Hälfte des GHMs besiedelt, wie Runge schon 1991 beschrieb. Mit einer weiteren Ausbreitung ist aufgrund der zunehmenden Gewässertiefe und der Morphologie des Litorals nicht mehr zu rechnen.

Auch im weiteren Bereich des Gewässers finden sich immer wieder Arten als Bioindikatoren für oligo- und mesotrophe Störstellen. Beispiel seien hier *Eleocharis acicularis*, *Menyanthes trifoliata* und *Potamogeton gramineus* erwähnt. Während *E. acicularis* am Gewässergrund rund um das GHM zu finden ist, sind *M. trifoliata* und *P. gramineus* auf kleine Bereiche im Ostufer konzentriert. Vermutlich tritt hier lokal ebenfalls nährstoffarmes Grundwasser in das Gewässer ein.

Neben den geologischen Faktoren spielen und spielten auch bio- und anthropogene Faktoren eine Rolle bei der Standortdifferenzierung des Gewässers. Bereits 1957 wurde laut Runge (1991) *Elodea canadensis* im GHM nachgewiesen. Heutzutage wird dieser Neophyt durch die verwandte Art *Elodea nuttallii* nahezu vollständig aus dem Gewässer verdrängt, wie die pflanzensoziologischen Aufnahmen dieser Arbeit zeigen (siehe Kapitel 5.1). Vermutlich ist diese Art auch dafür verantwortlich, dass andere submerse Arten, die sonst typisch für das Vegetationsbild eines eutrophen Gewässers sind, wie *Myriophyllum verticillatum* oder *Ranunculus circinatus*, nicht oder nur noch sehr spärlich und vereinzelt nachgewiesen werden konnten. Das irreguläre Sproßwachstum von *E. nuttallii* scheint ökologisch so effektiv zu sein,

dass der Gewässergrund schnell und nachhaltig durch diese Art besiedelt wird und die natürlichen Vertreter sukzessive verdrängt. Eine Auswirkung auf die Bestände der anderen Arten der Gesellschaft wie *Nymphaea alba* oder *Nuphar lutea* konnte anhand der pflanzensoziologischen Arterfassung nicht bestätigt werden, sodass *E. nuttallii* scheinbar den Platz von *Myriophyllum* innerhalb der Gesellschaft einzunehmen scheint. Es muss aber auch erwähnt werden, dass ein *Ranunculus circinatus*-Stadium, wie in Abb. 6 dargestellt, in ausgeprägter Form nicht vorgefunden werden konnte.

Anthropogene Einflüsse auf die Gewässerentwicklung, besonders in Form von beschleunigter Nährstoffanreicherung, konnten von Barth & Pott (2000) bestätigt werden. Vor allem die Siedlungsphasen des Mittelalters und der Neuzeit werden hier als Phasen der starken Eutrophierung hervorgehoben, die nur während der neuzeitlichen Siedlungsdepression unterbrochen wurde. Als Beispiele wurde die direkte Einflussnahme des Menschen auf die Gewässervegetation, etwa durch Rodung oder Weidenutzung, angeführt. Die „anthropozoogene“ (Barth & Pott 2000) Störung führt dazu, dass die über einen langen Zeitraum natürliche Nährstoffakkumulation nun künstlich sowohl verstärkt als auch beschleunigt wird, was die Verlandung des Gewässers zeitlich gesehen nach vorne verschieben wird.

Dennoch kann für die retrospektiv langfristige Gewässerentwicklung von einer weitgehend autogenen, natürlichen Nährstoffanreicherung gesprochen werden. Unter natürlichen Umständen führt sie dazu, dass die abgestorbenen organischen Reste der produzierten Biomasse vom Gewässergrund zunehmend in flachere Gewässerbereiche verlagert werden, wo sie dann in Form von Torf den Untergrund für Verlandungsgesellschaften wie dem Scirpo-Phragmitetum, aber insbesondere dem Frangulo-Salicetum und schlussendlich dem Carici-Alnetum dienen.

7.1.1 Diskussion der vegetationskundlichen Ergebnisse

Wie in Kapitel 4 erwähnt, erfolgte die Aufnahme gemäß der Methode nach Braun-Blanquet unter syntaxonomischen Gesichtspunkten, wie sie Pott (1995) aufführt. Dies ist aufgrund des stabilen Vegetationsbildes und der guten Abstraktion der verschiedenen Vegetationszonen und Vergesellschaftungen im Falle des GHMs berechtigt. Das Gewässer unterliegt als azonales Ökosystem nur sehr lose den großklimatischen Einflussfaktoren der gemäßigten Breiten, sodass hier abstrakte Vegetationseinheiten gut abstrahiert und beschrieben werden können.

Zu diskutieren ist die Einteilung der erfassten Arten in die syntaxonomischen Klassen. Das Aufführen der Littorelletea uniflorae als Pioniergesellschaften mag den Eindruck erwecken, dass es sich um geologisch junge Bereiche des GHMs handelt, die nun von typischen Arten besiedelt und danach eine separate Sukzession durchlaufen, was im hier behandelten Beispiel nicht der Fall ist. Da die größtenteils nachgewiesene Art *Eleocharis acicularis* aber in signifikanter Menge an mehreren Fundorten rund um das Gewässer bestimmt werden konnte und sie als Assoziationscharakterart der Gesellschaft Littorello-Eleocharitum acicularis beschrieben ist, erschien die Einteilung gerechtfertigt.

Etwas weniger klar war der Fall bei der aufgeführten Klasse der Bidentetea tripartitae, besonders da die beiden zugehörigen Arten *Alopecurus geniculatus* und *Bidens tripartita* nur mit sehr geringen Deckungsgraden und Individuenzahlen lediglich im nordöstlichen Bereich des Gewässers anzutreffen waren. Da die Assoziationscharakterart *B. tripartita* aus syntaxonomischer Sicht nur in der nach ihr benannten Gesellschaft Polygono-Bidentetum tripartitae zufriedenstellend beschrieben wurde, griffen hier letztlich die gleichen Gründe wie bei den Littorelletea und die Klasse wurde in die Vegetationstabelle aufgenommen.

Insgesamt spiegelt das Vegetationsbild jedoch in zufriedenstellendem Maße den eutrophen Status des GHMs wider. Die räumliche Heterogenität bei der Ausbildung des Vegetationsbildes, insbesondere durch die jeweilige Situation im Litoral konnten nachvollziehend anhand der auftretenden Arten ermittelt werden.

7.2 Die gemessenen hydrochemischen Parameter und ihre Rolle für das Ökosystem

Die Änderung der Temperatur im Tagesverlauf ist an das Vorhandensein von Licht bzw. Lichtenergie gekoppelt. Der Einfluss des Lichts, etwa auf die Primärproduktion und die Verfügbarkeit desselben in Abhängigkeit von der Gewässertiefe wurde in Kapitel 3.2 im Zuge der kurzfristigen Raumzeitdynamik geschildert und soll hier nicht nochmal beschrieben werden. Intuitiv einleuchtend ist die Tatsache, dass viel Licht, gemessen etwa durch die Beleuchtungsstärke, zu höherer Temperatur führen sollte. Dies ist im Fall der Lufttemperatur tatsächlich der Fall, wie die wellenförmigen Kurven in den Abb. 65-69 für die Sommer-Monate zeigen, in denen der Gradient zwischen Lichtverfügbarkeit am Tag und in der Nacht am größten ist. Bei der Analyse der Wassertemperatur zeigen sich dagegen weitestgehend konstante Verläufe der Kurven ohne signifikante Wellenform. Dies hängt eng mit der spezifischen Wärmekapazität des Wassers zusammen, die wiederum ein Resultat der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den einzelnen Wasser-Molekülen ist (s. u.).

Sie kompensiert die äußeren Temperaturschwankungen, sodass die Temperatur im Gewässer selbst innerhalb einer Jahreszeit vergleichsweise stabil bleibt und das Wasser somit einen thermisch stabilen Lebensraum (Pott & Remy 2008) für die Biozönosen darstellt. Besonders während der Sommer-Stagnation stellt sich eine äußerst stabile, temperatur- bzw. dichteabhängige Schichtung des Wasserkörpers ein. Hier wird lediglich das Epilimnion tageszeitlich erwärmt, während im Hypolimnion, das durch das Metalimnion vom Epilimnion stabil getrennt ist, Temperaturen um etwa vier Grad Celsius gemessen werden (Pikos 2018).

Zwischen der Temperatur und biochemischen Prozessen existiert ein Zusammenhang, der als RGT-Regel bekannt ist, wobei die Abkürzung für „Reaktionsgeschwindigkeit/Temperatur“ steht. Die Regel besagt, dass die Geschwindigkeit, mit der biochemische Prozesse ablaufen, temperaturabhängig sind. Dabei gilt, dass eine Temperaturerhöhung um 10 °C etwa eine Verdopplung bis Verdreifachung der Reaktionsgeschwindigkeit zur Folge hat (Pikos 2018). Allerdings gilt diese Regel nicht unbegrenzt. Ab einem spezifischen Grenzwert denaturieren die die Reaktionen steuernden und/oder katalysierenden Enzyme und Proteine und die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt rapide ab. Aus diesem Grund ist eine stabile Wassertemperatur essentiell für das limnische Ökosystem, denn so können in dem See nacht- oder dämmerungsaktive Tiere wie der Aal (*Anguilla anguilla*) oder die Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) auftreten, die keine wärmeisolierende Fell- oder Federschicht wie ihre nachtaktiven Pendanten auf dem Land haben (Pikos 2018).

Ein weiterer wichtiger Zusammenhang besteht zwischen der Temperatur und der Löslichkeit von Gasen, die selbst ein Maß für die Verfügbarkeit derselben ist. Mit steigender Temperatur sinkt die Löslichkeit von Gasen in Wasser, wie bspw. Pott & Remy (2008) aufführen. Das hat entropische Gründe: Wird das GHM wie im vorliegenden Fall als limnisches Ökosystem betrachtet, dann steigt mit zunehmender Temperatur auch die Anzahl und Intensität der Schwingungen der Wasser-Moleküle. Gemäß der Boltzmannverteilung erreichen nun mehr Wasser-Moleküle energetisch höherliegende Niveaus und in der Folge steigt die Entropie im System. Eine Zunahme der Entropie, etwa durch Temperaturerhöhung hat wiederum zur Folge, dass eine weitere Entropiezunahme, etwa durch Lösen von Gasen im Wasserkörper, erschwert ist, weil das Bestreben der Entropiezunahme gemäß dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik vermindert ist (vgl. Atkins 2013).

Im Sommer, bei im Mittel höheren Außentemperaturen, erreicht die Biomasseproduktion in einem Gewässer Spitzenwerte und folglich wird die geringe Löslichkeit der Gase kompensiert.

Im Winter dagegen, wenn die Biomasseproduktion ihr Minimum erreicht, ist die Löslichkeit von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid hoch und kompensiert damit das Defizit der Produktion.

Schwoerbel (1994) hat zudem eine Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Temperatur erkannt. Die Leitfähigkeit eines Gewässers nimmt mit sinkender Temperatur ab und muss zur genauen Berechnung mit einem erhöhten Temperaturkoeffizienten kompensiert werden. Da die gelösten Ionen natürlich immer noch im System sind, ihre Aktivität, d.h. ihre Verfügbarkeit für chemische Reaktionen aber geringer ist. Dies deckt sich weiterhin mit der temperaturabhängigen Verfügbarkeit von Nährstoffen; eine erhöhte Temperatur resultiert in einer höheren Dispersion von Elektrolyten im Wasser, wodurch die Leitfähigkeit zunimmt (Pikos 2018).

Die elektrische Leitfähigkeit eines Gewässers ist ein Summenparameter für die Gesamtkonzentration an Ionen. Neben der Temperatur ist ihr Wert auch vom geologischen Untergrund abhängig. Buntsandstein als Ausgangsmaterial etwa sorgt für einen hohen Silikatgehalt, während Juragebirge erhöhte Carbonatwerte bewirken. Letztere resultieren in einer hohen Leitfähigkeit der betrachteten Gewässer im Vergleich zu denen in Sandsteingebieten (Schwoerbel 1994), welche von Natur aus nährstoffarm sind. Das GHM zählt zu dieser Kategorie (Pikos 2018).

Darüber hinaus kann die Leitfähigkeit viel über die Trophiestufe eines Gewässers aussagen. So weisen oligotrophe Gewässer Werte um die 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Steigt die Leitfähigkeit auf circa 250 μS an, liegt in der Regel ein mesotrophes Gewässer und zwischen 300 und 600 μS ein eutrophes Gewässer vor (Pott 1983).

Weiterhin variieren die Leitfähigkeitswerte ebenso mit unterschiedlicher Gewässertiefe. Am Gewässergrund stehen insbesondere Metallionen im Lösungsgleichgewicht, weshalb hier die Leitfähigkeitsmessungen erhöhte Werte im Vergleich zum freien Wasserkörper bis unmittelbar unter der Wasseroberfläche ergeben.

Der pH-Wert - wobei pH für *potentia Hydrogenii* steht - ist allgemein gesprochen ein Maß für den Säuregrad einer Lösung. Je nach Lehrbuch gibt er entweder den negativ dekadischen Logarithmus der freien Protonen- (H^+) oder der Hydroniumionen-Konzentration (H_3O^+) an, wobei aber richtigerweise von komplexierten Hydroniumionen (H_9O_4^+) gesprochen werden muss (vgl. Harris 2014). Damit sind Hydroniumionen gemeint, die in einem engen Verbund mit drei Wassermolekülen stehen (s. Abb. 22). Der Definition von Brønsted nach gibt der pH-

Wert im Umkehrschluss auch die Konzentration an Hydroxid-Ionen einer Lösung und damit deren basischen Charakter an (Pikos 2018).

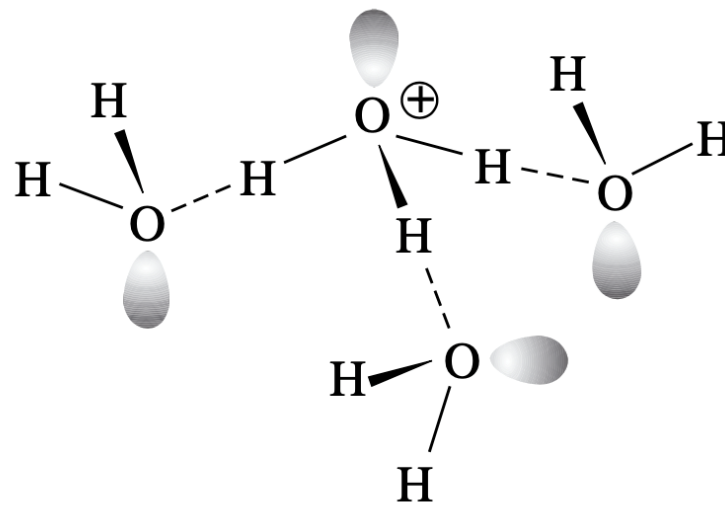


Abbildung 22: Aufbau eines H_3O_4^+ -Moleküls (aus Binnewies et al. 2011).

Der pH-Wert beeinflusst die Verfügbarkeit von Mineralien und Nährstoffen im Boden und im Gewässer und hat damit auch indirekt Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit. Besonders die Verfügbarkeiten von Kohlenstoff, Phosphor (s. Abb. 23) und von Eisen sind stark an den pH-Wert gebunden (Pikos 2018).

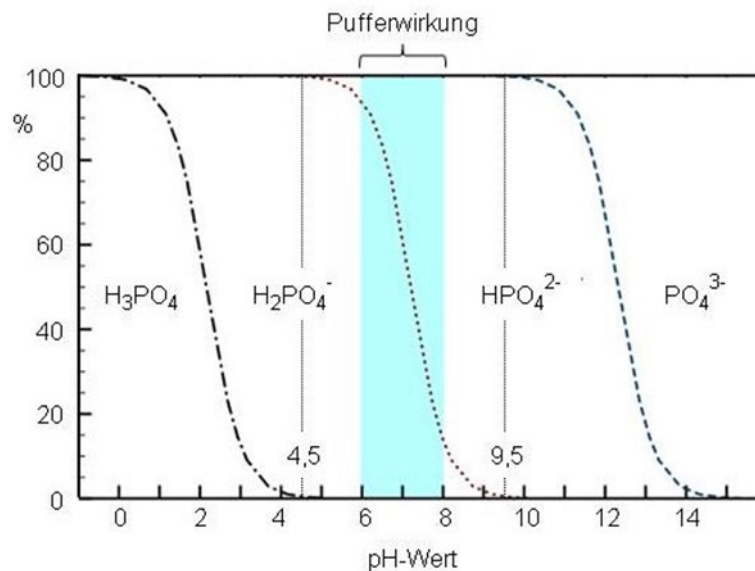


Abbildung 23: Formen von gelöstem Orthophosphat in Abhängigkeit vom pH-Wert. Im neutralen Bereich zwischen pH 6 und 8 existiert ein optimales Dihydrogen-/Hydrogenphosphat-Puffersystem (aus Pott & Remy 2008, verändert).

Sowohl das Kohlensäure/Carbonat- als auch das Dihydrogen-/Hydrogenphosphat-Gleichgewicht sind wichtige Puffersysteme eines Gewässers, weil sie den pH-Wert in einem konstanten, optimalen Milieu halten (Pikos 2018).

Sauerstoff ist ein Nebenprodukt der photo-autotrophen Fixierung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre (Nultsch 2001). Es wird beim Prozess der Fotosynthese durch die Spaltung von Wasser mithilfe von Mangan an speziellen Systemen in den Thylakoidmembranen der Chloroplasten gebildet. Dieser vor etwa 2,5 Milliarden Jahre begonnene Prozess ist hauptsächlich für den heutigen Anteil von etwa 21 % Sauerstoff in der Atmosphäre verantwortlich. Ins Gewässer gelangt Sauerstoff durch Diffusionsprozesse an der Atmosphären-Hydrosphären-Grenzschicht, durch Niederschläge oder phytogen durch die bereits angesprochene Fotosynthese. Durch Atmungsprozesse oder Ausfällung von organischen Substanzen oder carbonathaltigen Sedimenten wird dem System Sauerstoff entzogen. Sauerstoff ist essentiell für alle aeroben Organismen, um die während der Fotosynthese produzierten, energiereichen Biomoleküle im Prozess der Zellatmung zu zerlegen und damit deren gespeicherte Energie in Form von Adenosintriphosphat freizusetzen (Pikos 2018).

Die Löslichkeit von Sauerstoff nimmt mit steigender Temperatur ab, sodass während der Sommer-Stagnation, jahreszeitlich gesehen, die geringsten Sauerstoffkonzentration gemessen werden. Für gewöhnlich sind die Gehalte von Sauerstoff im Epilimnion hoch und konstant. Sie nehmen mit zunehmender Gewässertiefe ab (s. Abb. 17). Dies hat zur Folge, dass im Hypolimnion anaerobe Organismen dominieren (Pikos 2018).

Dauerhaft geringe Sauerstoffkonzentrationen, wie sie z. B. in kleineren Gewässern wie Teichen oder Weihern auftreten können, führen auf lange Sicht zu einem sogenannten Umkippen des Sees. Damit ist ein massives Organismensterben gemeint, welches besonders deutlich durch an der Wasseroberfläche schwimmende, abgestorbene Fische sichtbar ist. Dieser Fakt macht die Wichtigkeit des Sauerstoffs im Tagesverlauf deutlich. Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Organismen tagsüber einem Sauerstoffüberschuss und nachts einem potenziellen Sauerstoffstress ausgesetzt sein können (Pikos 2018).

7.3 Die Auswertung der hydrochemischen Tagesgänge als Beispiel raumzeitlich kurzfristig wirkender Prozesse

Bei der Analyse der Parameter wird sich an der im vorangegangenen Kapitel gewählten Reihenfolge der Betrachtung der Parameter orientiert.

Wie in Kapitel 6.4 beschrieben und in Abb. 21 dargestellt, verlaufen sowohl die mittlere Luft- als auch die mittlere Wassertemperatur glockenförmig über das gesamte Jahr. Dabei liegen die Werte bei Letzterer nahezu konstant über denen der Lufttemperatur, was auf die im Wasserkörper gespeicherte Energie in Form von Wärme zurückgeführt werden kann.

Ursache dafür ist wiederum die bereits erwähnte spezifische Wärmekapazität des Wassers. Sie ist ein Maß für die Änderung der Inneren Energie U in Abhängigkeit von der Temperaturänderung T und beträgt im Falle des Wassers etwas mehr als $4 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (vgl. Atkins 2013). Das bedeutet, dass ca. 4 Joule an Energie aufgebracht werden müssen, um 1 g Wasser um 1 K bzw. $1 \text{ }^\circ\text{C}$ zu erwärmen. Im Vergleich dazu beträgt die spezifische Wärmekapazität von Luft nur etwa ein Viertel von der des Wassers. Damit wird die Luft viel stärker erwärmt als das Wasser und verliert gibt auch viel schneller wieder Energie ab. Nur im Sommer, wo extrem viel Lichtenergie zur Erwärmung des Wasserkörpers vorhanden ist, sind auch bei der Wassertemperatur ansatzweise wellenförmige Kurven zu beobachten (vgl. u. a. Abb. 68).

Bis auf wenige Ausnahmen sind die höchsten Temperaturen am Nordwestufer zu verzeichnen gewesen, was durch mehrere Faktoren zu erklären ist. Zunächst kann vermutet werden, dass die Sonneneinstrahlung und damit das Lichtangebot an der Stelle am größten ist. Eigene Messungen der Lichtstärke im Tagesgang, die Bestandteil der eigenen Masterarbeit waren, bestätigen das. Darüber hinaus ist als Bodensubstrat ein ausgeprägtes Sapropel vorhanden, welches sich durch die Einstrahlung stark aufwärmt und die Wärme an das kühlere Wasser abgibt. Darüber hinaus sind durch das hohe Aufkommen von Biomasse extrem viele Produktionsprozesse am Laufen, bei denen ebenfalls Wärme entsteht. Als letzter Grund ist die fehlende Beschattung anzuführen, die durch den nicht über das Gewässer reichenden Bruchwald in Kombination mit dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen bedingt ist.

Das Fehlen bzw. die deutlich geringere Ausbildung all dieser Faktoren führt dazu, dass an den anderen Messstellen über das Jahr verteilt im Tagesgang niedrigere Werte aufgenommen wurden. Das Westufer bspw. erfährt zwar auch keine große Beschattung, dafür hat es aufgrund der geringeren Biomasse und des Gewässerrohbodens (Protopedons) geringe autogene Wärmeproduktion. Am Südufer tritt zu den beiden Faktoren noch zunehmende Beschattung durch das Carici-Alnetum auf und am Ostufer sind zwar Biomasse und Gytjtja als autogene Wärmequellen vorhanden, die Beschattung durch die Erlen-Bulte in Kombination mit dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen mindern hier jedoch die umgesetzte Wärme ab.

Somit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Faktoren **Lichtverfügbarkeit** in Abhängigkeit von Faktoren wie dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen und dem Grad der

Beschattung, **Bodensubstrat** und **Biomasse** im Fall des GHMs dazu führen, dass am Nordwestufer im Jahresmittel die höchsten Temperaturen im Tagesgang auftreten.

Die elektrische Leitfähigkeit stellt in der Betrachtung der Parameter im Tagesgang einen Sonderfall dar, weil sie nicht unmittelbar von der Verfügbarkeit des Lichts abhängig ist. Sie kann daher als Kontrollparameter aufgefasst werden. Die Abbildungen im Anhang bestätigen den konstanten Verlauf der Leitfähigkeit im Tagesgang. Bei der Betrachtung der Jahresmittelwerte zeigen sich Abschnitte mit höheren Werten in den Sommermonaten und niedrigen Werten in den Wintermonaten (vgl. Abb. 19). Vermutlich ist dies mit der höheren mittleren Temperatur in den Sommermonaten zu erklären, wodurch in Folge der erhöhten Primärproduktion mehr Ionen im Wasserkörper gelöst sind, die zu einer leichten Erhöhung der Leitfähigkeit führen. Zwar kann auch angenommen werden, dass durch die erhöhte Temperatur mehr gefälltete Stoffe in Lösung gehen, allerdings ist der See in den betrachteten Monaten stabil in drei Abschnitte geschichtet, wobei der Abschnitt, der die gefällteten Substanzen erhält, das Hypolimnion, konstant niedrige Temperaturen aufweist. Somit wäre nicht von einer zusätzlichen Lösung von Ionen aus dem Bodensubstrat in Folge der höheren Monatsmitteltemperatur zu rechnen. Lokale Unterschiede an den einzelnen Messpunkten können bei Betrachtung der Kurven vernachlässigt werden. Interessanterweise konnte Schernewski im Belauer See höhere interannuelle Schwankungen der Leitfähigkeit zwischen 1988 und 1994 messen. Vermutlich liegt dies an am Zu- und Abflusssystem des Sees, welches ähnlich verlaufende Kurven verzeichnet (Schernewski 1999).

Bei eingehender Beschäftigung von Abb. 20 ist schnell ein konstanter Verlauf des pH-Werts zwischen $\text{pH} = 7$ und 8 zu erkennen. Da der pH-Wert, wie in Kapitel 7.2 als negativ dekadischer Logarithmus der Konzentration gelöster Hydronium-Ionen im Wasser definiert ist, handelt es sich um einen Konzentrationsunterschied von 10^{-1} mol/L über das Jahr gesehen. Chemisch genau müsste von der Aktivität der Hydronium-Ionen gesprochen werden. Die Aktivität kann zusammenfassend als eine Art „effektiver Konzentration“ aufgefasst werden, da sie das Wechselspiel der betrachteten Ionen-Art mit allen anderen im Wasser gelösten Stoffe beschreibt. Da das Volumen des GHMs jedoch so groß ist, kann der See im Sinne von Henry jedoch als ideal verdünnte Lösung aufgefasst und die Aktivität mit der Konzentration gleichgesetzt werden (Atkins 2013).

So sind während der Sommer-Stagnation auftretende Schwankungen durchaus mit Hilfe der Fotosynthese-Gleichung in Kapitel 3.2 zu erklären: nachts, wenn Sauerstoff verbraucht wird und produzierte Biomasse abgebaut wird, wird gebildeter Sauerstoff in Kohlenstoffdioxid

umgesetzt, welches in Wasser gelöst als Hydrogencarbonat-Ion vorliegt. Beim Löseprozess werden Protonen gebildet, die sofort von Wasser-Molekülen komplexiert werden, sodass der pH-Wert in der Folge sinkt. Tagsüber findet dann der umgekehrte Prozess statt. Die Vermutung wird dadurch gestützt, dass die ausgeprägtesten Verläufe der Tagesgänge des pH-Werts am Nordwest-Ufer, dem Ort mit der höchsten Biomasse zu verzeichnen sind (vgl. Abb. 53-56). Diese erklärt die hohen Werte tagsüber, wenn viel Kohlenstoffdioxid verbraucht wird, und die niedrigen Werte in der Nacht, wenn Kohlenstoffdioxid produziert wird.

Allerdings muss auch hier wieder erwähnt werden, dass sich die Änderung der Hydroniumionen-Konzentration in einem sehr geringen Bereich von 10^{-7} bis 10^{-9} mol/L abspielt. Aufgrund des sehr engen Bereichs, in welchem sich der pH-Wert stabilisiert hat, sind lokale Unterschiede bis auf den oben angesprochenen Verlauf am Nordwest-Ufer zu vernachlässigen. Diese Ergebnisse decken sich mit den Befunden Schernewskis für den Belauer See.

Letztlich bleibt noch die Auswertung der Tagesgänge des Sauerstoff-Gehalts. Abb. 18 dokumentiert das, was im vorangegangenen Abschnitt 7.2 aufgeführt wurde: Der mittlere Sauerstoffgehalt sinkt in den Sommer-Monaten, wenn aufgrund der steigenden Temperaturen die Löslichkeit des Gases sinkt und nachts mehr Sauerstoff verbraucht wird, und er steigt während der Phase der Mixis, wenn die Löslichkeit und der Eintrag durch Wind erhöht sind. Dies führt dann zu einem Maximum im April und einem Minimum im November, jeweils zu Beginn der Stagnation- bzw. Mixis-Phase.

Die ausgeprägtesten Verläufe der Tagesgänge mit den höchsten Werten am Tag sowie der größten Amplitude lassen sich auch hier am Nordwest-Ufer feststellen, was eng mit dem Umsatz der Primärproduktion gekoppelt ist. Dies wird gut durch den Kontrast am Süd- und Ostufer deutlich, wo in denselben Monaten vergleichsweise flache Kurvenverläufe zu verzeichnen sind (vgl. etwa Abb. 31, 33 & 34).

Damit lässt sich zusammenfassend sagen, dass im nördlichen Bereich des untersuchten Gewässers sowohl die größten Temperatur- und pH-Schwankungen als auch der größte Sauerstoff-Umsatz zu verzeichnen sind. Die dortigen Standortbedingungen wie das Lichtangebot, der Gewässergrund und das Art-Inventar sorgen hier für den größten Stoffumsatz des Ökosystems.

An den anderen Messstellen lassen sich Schwankungen bei den Parametern ebenfalls beobachten. Diese fallen aber größtenteils niedriger aus als am Nordwest-Ufer. Darüber hinaus

treten die Schwankungen immer während der Phase einer stabilen Gewässerschichtung auf, während sich das GHM zur Zeit der Mixis etwa von November bis März in einem Zustand der einheitlichen und konstanten Nährstoffverteilung und Umsetzung befindet.

Die elektrische Leitfähigkeit als nicht primär von der Lichtverfügbarkeit beeinflusster Parameter bestätigt die Rolle als Kontrollwert durch konstante Kurvenverläufe über das Jahr hinweg und unabhängig von der lokalen Messstelle.

7.3.1 Diskussion der Ergebnisse der hydrochemischen Messungen

Die gewählten Parameter scheinen für die erstmalig vollständige Analyse von Tagesgängen im Verlauf eines gesamten Jahres am GHM valide zu sein. Eine Arbeit, die das Thema umfassender bearbeitet, findet sich bei Schernewski (1999), der am Beispiel des Belauer Sees in Schleswig-Holstein räumliche Heterogenitäten innerhalb des Gewässers und zeitliche Variabilitäten anhand von Jahresgängen chemischer Parameter wie der Stickstoff- oder Silicium-Konzentration in Abhängigkeit von der Gewässertiefe untersucht. Tagesgänge finden sich dort insbesondere anhand autogener Größen wie der Chlorophyll-Konzentration und der Gewässertrübung.

Die elektrische Leitfähigkeit hat sich, wie bereits beschrieben, als guter Kontrollparameter herausgestellt, da keine vermeintlich lichtinduzierten Wellenkurven im Tagesgang auftraten. Interessant wäre evtl. die Aufnahme der Kohlenstoffdioxid-Konzentration im Tagesgang gewesen. Darauf wurde jedoch aus zwei Gründen verzichtet. Zum einen ist die der Gehalt von Kohlenstoffdioxid an der Wasseroberfläche sehr niedrig, sodass signifikante Verläufe schwierig, weil kleinskalig zu erfassen sind. Versuche in der eigenen Masterarbeit bestätigen das. Größere Vorkommen befinden sich in zunehmender Gewässertiefe, wo aufgrund permanenten Lichtmangels das Messen von Tagesgängen sinnlos wäre. Darüber hinaus korreliert der Gehalt an Kohlenstoffdioxid mit dem Sauerstoffumsatz gemäß der in Abschnitt 3.2 aufgeführten Fotosynthese-Gleichung. Dabei wird pro Mol gebildetem Sauerstoff ein Mol Kohlenstoffdioxid verbraucht und umgekehrt. Da jedoch an der Wasseroberfläche Sauerstoff im deutlichen Überschuss zu Kohlenstoffdioxid vorliegt, würde eine Korrelation über das gesamte Gewässer mathematisch nicht haltbar sein. Somit wurde der Stoffumsatz an den unterschiedlichen Standorten anhand des Sauerstoffgehalts gemessen.

Aus einem ähnlichen Grund wurde auf das Aufzeichnen von Nährstoffen wie Nitrat, Ammonium oder Phosphat verzichtet. Alle genannten Parameter hängen indirekt über den

Sauerstoffgehalt von der Lichtverfügbarkeit im Tagesgang ab, sodass Untersuchungen in dieser Richtung Bestandteil einer auf dieser Arbeit aufbauenden Untersuchungsreihe sein können.

Die gemessenen Wertebereich der einzelnen Parameter spiegeln allesamt das eutrophe Milieu des GHMs als Stillgewässer innerhalb der Norddeutschen Tiefebene ab. Gemessene pH-Werte um $\text{pH} = 9$, die sporadisch vorkommen, lassen sich auf statistische Messfehler zurückführen. Sie wurden durch die Analyse der mittleren Werte eingeordnet.

8. Fazit & Ausblick

Sowohl die räumliche Heterogenität als auch die zeitliche Variabilität, wie Schernewski (1999) die beiden raumzeitlichen Größen in seiner Arbeit differenziert hat, konnten am GHM anhand vegetationskundlicher und hydrochemischer Untersuchungen gut untersucht werden. Dabei konnten Faktoren wie die geo-pedologische Situation, die vorhandene Biomasse und die Menge des verfügbaren Lichts als wichtigste Faktoren für die Standortbinnendifferenzierung herausgestellt werden. Die gemessenen Werte bzw. die daraus resultierenden Verläufe der Werte am Nordwestufer des GHMs unterstreichen das.

Für das gesamte Gewässer betrachtet zeigen die hydrochemischen Ergebnisse erwartungsgemäß hohe Sauerstoffgehalte sowie etwas höhere pH-Werte und Wassertemperaturen zur Tageszeit bzw. zur Zeit des Sonnenlichts und niedrigere Werte während der Nacht bzw. Dunkelphase des Tagesgangs. Über das Jahr gesehen relativieren sich die Tagesgänge, was anhand stabiler monatlicher Mittelwerte für die Parameter gezeigt werden konnte und sich mit den Erkenntnissen Schernewskis (1999) deckt. Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass raumzeitlich kurzfristige Tagesgänge der Parameter von monatlich stabilen Mittelwerten überlagert werden. Die zeitliche Variabilität dieser Werte verhält sich je nach Beschaffenheit des Litorals räumlich heterogen, sodass insgesamt eine **raumzeitlich-heterogene Variabilität der Hydrochemie des Ökosystems** nachgewiesen werden konnte.

Deutlich stärker von der räumlichen Heterogenität als von der zeitlichen Variabilität hängt die Vegetation des untersuchten Gewässers ab, wobei die Vegetationsperiode mit unterschiedlichen Blühphasen der einzelnen Arten nicht berücksichtigt wurde. Dies wird damit begründet, dass die einzelnen Arten aus absoluter Sicht am und im Gewässer bereits angesiedelt sind und sich somit gegen die biotische Konkurrenz und die abiotischen Faktoren durchgesetzt haben. Die Tatsache, ob die Art im Moment der pflanzensoziologischen Aufnahme im Blühzustand ist oder nicht, hat aus raumzeitlicher Perspektive somit nur morphologisch-ästhetische Aspekte und keine pflanzensoziologischen bzw. vegetationskundlichen.

Die Abhängigkeit von der räumlichen Beschaffenheit des Gewässers wird dadurch deutlich, dass eine typische Sukzession eutropher Stillgewässer (Abb. 6) nur lokal an zwei Orten des GHMs nachgewiesen werden konnte. In den anderen Bereichen sind die Vergesellschaftungen in unterschiedlichem Ausmaß und Anordnung vorzufinden (vgl. Kapitel 6). Die höchste Biodiversität aus vegetationskundlicher Sicht konnte dabei im nördlichen Bereich des Gewässers nachgewiesen werden, was mit der Ausprägung des großen Röhrichts auf flachem

Untergrund zusammenhängt. Der westliche Bereich des GHMs wird ökologisch durch die angrenzende Heidefläche mit ihrem sandigen und nährstoffarmen Untergrund beeinflusst. Dies zeigt sich durch das nahezu äquivalente bis teilweise dominanter Vorkommen von *Betula pubescens* gegenüber *Alnus glutinosa* in der Bruchwald-Zone. Im Osten und Süden des Gewässers dominiert nahezu ausschließlich *A. glutinosa* die Wald-Gesellschaft.

Damit zeigt sich der raumzeitlich langfristige Prozess der Vegetationsentwicklung zusammenfassend vor allem an der **räumlichen Heterogenität der Vegetationsformationen des Ökosystems**.

Abschließend stellt sich im Falle solcher Untersuchungen die Frage nach der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Gewässer bzw. die Frage nach dem Modellcharakter des untersuchten Gewässers. Wie in der vorgelegten Arbeit gezeigt, spielt insbesondere der geologische Untergrund eine wichtige Rolle für die Ausbildung der Vegetation und der hydrochemischen Werte, sodass eine Übertragbarkeit nur für Gewässer der gemäßigten Breiten auf sandigen, nährstoffarmen Böden sinnvoll ist. Wie auch beschrieben wurde, sind Gewässersysteme als azonale Ökosysteme nicht in erster Linie vom Klima der Umgebung, sondern eher von der Trophiestufe abhängig. Somit muss der Faktor des eutrophen Zustandes ebenfalls zu berücksichtigen. Dass aber auch dann deutliche Unterschiede vorliegen können, konnte beim Vergleich mit einigen Ergebnissen aus Schernewskis Untersuchung des Belauer Sees und anderer Gewässer in Schleswig-Holstein, für die die o. g. Angaben auch gelten, gezeigt werden. Unterschiedliche Zu- und Abflüsse, etwa durch das Grundwasser können Gründe dafür sein.

Dennoch kann festgehalten werden, dass sich die raumzeitlichen Variabilitäten der Hydrochemie in den für eutrophe Gewässer typischen Bereichen abspielen (vgl. Pott 1983). Auch die Vegetation insgesamt weist hauptsächlich charakteristische Elemente eines eutrophen Stillgewässers auf (Pott 1995, Pott & Remy 2008).

Daraus kann abschließend schlussgefolgert werden, dass das GHMs durch sein „Vegetationsinventar“ sowie seine Messbereiche der hydrochemischen Parameter modellhaft für eutrophe Stillgewässer auf sandigem Untergrund gemäßigter Breiten genannt werden kann. Je nach standortspezifischer Beschaffenheit des Untergrunds vergleichbarer Gewässer können Zonierungsabfolgen und Tagesgänge in leicht modulierter Form auftreten. Zusätzliche Untersuchungen weiterer Parameter könnten den Modellcharakter dabei weiter stützen.

9. Quellenverzeichnis

Geographische und historische Angaben zum Untersuchungsgebiet wurden der offiziellen Website des LWL entnommen: <https://www.lwl-naturkundemuseum-muenster.de/de/bildungs-und-forschungszentrum-heiliges-meer/naturschutzgebiet/> .Der Letzte Zugriff erfolgte am 11.06.2022.

9.1 Literaturverzeichnis

ATKINS, P. W. & J. DE PAULA (2013): Physikalische Chemie. – 5. Auflage, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 1036 S.

BARTH, E. & R. POTT (2000): Vegetationsgeschichtliche und paläoökologische Untersuchungen zur Trophie-Entwicklung in Stillgewässern der pleistozänen Sandlandschaft Norddeutschlands. – In: POTT, R. [Hrsg.]: Ökosystemanalyse des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt). – Abh. Westf. Mus. Naturkunde, Münster, 15-40.

BARTH, E. (2001): Trophie-Entwicklung eines nordwestdeutschen Stillgewässers unter dem Einfluß von Landschafts- und Siedlungsgeschichte – Paläoökologische Untersuchungen zur Vegetations- und Nährstoffentwicklung am Erdfallsee „Großes Heiliges Meer“ (Westfalen). – Dissertation am Inst. f. Geobotanik, Leibniz-Universität Hannover, 198 S.

BINNEWIES, M., JÄCKEL, M., WILLNER, H. & G. RAYNER-CANHAM (2011): Allgemeine und Anorganische Chemie. – 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 854 S.

BLUME, H.-P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K. & B.-M. WILKE (2016): Scheffer/Schachtschabel – Lehrbuch der Bodenkunde. – 16. Auflage, Springer-Spektrum-Verlag, Berlin-Heidelberg, 569 S.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Eugen-Ulmer Verlag, Stuttgart, 683 S.

GRAEBNER, P. (1930): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ bei Hopsten. – In: Abh. Westf. Prov. Mus. Naturk. Münster **1**: 137-150.

GROTZINGER, J., JORDAN, T.H., PRESS, F. & R. SIEVER (2008): Press/Siever – Allgemeine Geologie. – 5. Auflage, Spektrum-Akademischer Verlag, 735 S.

HARRIS, D. C. (2014): Lehrbuch der Quantitativen Analyse. – 8. Auflage, Springer-Spektrum-Verlag, Berlin-Heidelberg, 955 S.

HARRIS, G. P. (1994): Pattern, process and prediction in aquatic ecology – A limnological view of some general ecological problems. – Freshwater Biology **32**: 143-160.

HAWKING, S. (2018): Eine kurze Geschichte der Zeit. – 22. Auflage, Rowohlt Taschenbuch Verlag, 271 S.

MEISEL, S. (1961): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 83/84 Osnabrück/Bentheim. – In: Geograph. Landesaufn. 1:200000, Naturräuml. Gliederung Deutschlands. Bad Godesberg.

NULTSCH, W. (2001): Allgemeine Botanik. – 11. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 663 S.

- PIKOS, T. (2018): Die Hydrochemie des Großen Heiligen Meeres im Verlauf eines Tagesgangs während der Sommer-Stagnation. – unveröff. Masterarbeit, Institut f. Geobotanik der Leibniz Universität Hannover, 68 S.
- POTT, R. (1983): Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. – *Phytocoenologia*, Stuttgart-Braunschweig **11** (3): 407-430.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 2. Auflage, Eugen-Ulmer-Verlag, Stuttgart, 622 S.
- POTT, R. & D. REMY (2008): Gewässer des Binnenlandes. – Eugen-Ulmer-Verlag, Stuttgart, 255 S.
- RUNGE, F. (1991): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ und ihre Änderungen in den letzten 90 Jahren. – *Natur und Heimat* 51 (Beiheft): 89 S.
- SCHERNEWSKI, G. (1999): Der Stoffhaushalt von Seen: Bedeutung zeitlicher Variabilität und räumlicher Heterogenität von Prozessen sowie des Betrachtungsmaßstabs – Eine Analyse am Beispiel eines eutrophen, geschichteten Sees im Einzugsgebiet der Ostsee (Belauer See, Schleswig-Holstein). – In: *Meereswissenschaftliche Berichte, Warnemünde* **36**: 283 S.
- SCHWOERBEL, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie. – 4. Auflage, Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart, 368 S.
- STRAHLER, A. H. & A. N. STRAHLER (1999): Physische Geographie. – Eugen-Ulmer-Verlag, Stuttgart, 680 S.
- THIERMANN, A. (1975): Zur Geologie der Erdfälle des „Heiligen Feldes“ im Tecklenburger Land/Westfalen. – *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg* **44**: 517-530.
- WEINERT, M., REMY, D. & E.-P. Löhnert (1998): Hydrogeologie der Gewässerlandschaft „Heiliges Meer“ bei Hopsten (Nordrhein-Westfalen, Nordwestdeutschland) – erste Ergebnisse. – *Abh. Westf. Mus. Naturkunde, Münster* **60** (2): 13-52.
- WEINERT, M., REMY, D. & E.-P. Löhnert (2000): Hydrogeologische Systemanalyse des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt, Nordrhein-Westfalen). – In: POTT, R. [Hrsg.]: *Ökosystemanalyse des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt)*. – *Abh. Westf. Mus. Naturkunde, Münster*, 273-384.
- WESCHE, K. (Hrsg.), JÄGER, E. J., MÜLLER, F., RITZ, C. M. & E. WELK (2013): *Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Atlasband*. – 12. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 822 S.
- WESCHE, K. (Hrsg.), MÜLLER, F., RITZ, C. M. & E. WELK (2021): *Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Grundband*. – 22. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 944 S.

9.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Westfalen (aus Weinert et al. 1998).	3
Abbildung 2: Übersicht der PNV des Untersuchungsgebietes. Bodensaure Eichenmischwälder stellen den größten Teil der potentiellen natürlichen Vegetation dar, während das GHM Teil einer Insel aus Auen- und Niedrigwäldern ist (aus Barth 2001).....	4
Abbildung 3: Die geologische Situation des Heiligen Feldes (aus Weinert et al. 2000)	5
Abbildung 4: Der Erdfall des GHMs schematisch mit Angaben zur Vegetation (aus Barth & Pott 2000).	6
Abbildung 5: Raumzeitdiagramm eines Ereignisses P in zwei räumlichen und einer zeitlichen Dimension (Hawking 2018).	7
Abbildung 6: Die Sukzessionsabfolge eines eutrophen Stillgewässers; schematisch (aus Pott & Remy 2008).	10
Abbildung 7: Der Jahreszyklus eines Sees in den mittleren Breiten (aus Strahler & Strahler 1999, verändert).	12
Abbildung 8: Die Gliederung eines Sees während der Sommer-Stagnation (aus Strahler & Strahler 1999, verändert).	13
Abbildung 9: Die Transmission der einfallenden Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge nimmt mit zunehmender Tiefe ab (aus Pott & Remy 2008).	15
Abbildung 10: Blick auf die Schwimmblattzone des Nordwestufers, in dessen Mitte der Daten-Logger platziert wurde.	17
Abbildung 11: Blick auf das Westufer, das durch einen ausgeprägten Bestand an <i>Myrica gale</i> hinter einzelnen Schilf-Halmen (<i>Phragmites australis</i>) geprägt ist.	18
Abbildung 12: Der Data-Logger des Ostufers inmitten der Erlen-Blute. Im Vordergrund einzelne Schwimmblätter von <i>Nuphar lutea</i>	19
Abbildung 13: Blick über das Südufer auf das GHM. Auch hier fehlt eine klassische Gewässersukzession. Die Erlen reichen bis in das Gewässer hinein.	20
Abbildung 14: Erstmals auftretende, bis auf die Tauchblattzone nahezu vollständige Sukzession eines eutrophen Stillgewässers. Aufgenommen etwa an den Aufnahmepunkten A13 & A14.	25
Abbildung 15: Blick in die Bucht am nordöstlichsten Punkt des GHMs. Neben <i>N. alba</i> dominiert <i>P. australis</i> das Vegetationsbild. Innerhalb des Röhrchens ist eine vergleichsweise hohe Artenvielfalt vorzufinden.	26
Abbildung 16: Der südöstlichste Bereich des GHMs zeichnet sich durch das Vorhandensein einer typischen Gewässersukzession aus. An die Tauch- und Schwimmblattzone schließt sich	

ineinander verzahnt das Scirpo-Phragmitetum (links im Bild) und das Seggenried (mittig rechts im Bild) an. Im Hintergrund das Frangulo-Salicetum, welches von Exemplaren von <i>A. glutinosa</i> als Bilder des Carici-Alnetum abgeschlossen wird.	28
Abbildung 17: Die Verläufe des Sauerstoffgehalts für verschiedene Monate im Jahr in Abhängigkeit von der Gewässertiefe.	30
Abbildung 18: Der Sauerstoffgehalt im Jahresmittel am GHM. Während der Wert zwischen November und April steigt, sinkt er in den Monaten der Sommer-Stagnation bis zum Beginn der nächsten Mixis im November.	32
Abbildung 19: Der Verlauf der Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeit im Jahresgang. Während die Werte von Dezember bis März fallen, steigen sie ab da bis zum Juni, um von dort schließlich einen schwankenden Verlauf vorzuweisen.	33
Abbildung 20: Der mittlere pH-Wert des GHMs im Jahresgang. Insgesamt ist der Verlauf sehr konstant, wenn beachtet wird, dass es sich dabei um eine effektive Konzentration von 10^{-7} bis 10^{-8} mol/L an Hydronium-Ionen handelt (vgl. Kap. 7).	35
Abbildung 21: Die mittlere Wasser- und Lufttemperatur im Jahresgang am GHM. Zu erkennen ist der deutlich stabilere glockenförmige Verlauf der Wassertemperatur-Kurve.	35
Abbildung 22: Aufbau eines $H_3O_4^+$ -Moleküls (aus Binnewies et al. 2011).	43
Abbildung 23: Formen von gelöstem Orthophosphat in Abhängigkeit vom pH-Wert. Im neutralen Bereich zwischen pH 6 und 8 existiert ein optimales Dihydrogen-/Hydrogenphosphat-Puffersystem (aus Pott & Remy 2008, verändert).	43
Abbildung 24: Die hydrochemischen Messstellen und pflanzensoziologischen Aufnahmepunkte am GHM in der Übersicht. Erstellt mit GIS. Die Punkte A47 und A48 wurden letztlich aufgrund von redundantem Art-Inventar nicht mit in die Aufnahme-Liste übernommen.	60
Abbildung 25: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Januar eines Jahres.	79
Abbildung 26: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Februar eines Jahres.	79
Abbildung 27: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im März eines Jahres.	80
Abbildung 28: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im April eines Jahres.	80
Abbildung 29: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Mai eines Jahres.	80
Abbildung 30: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Juni eines Jahres.	81
Abbildung 31: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Juli eines Jahres.	81
Abbildung 32: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im August eines Jahres.	81
Abbildung 33: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im September eines Jahres.	82
Abbildung 34: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Oktober eines Jahres.	82

Abbildung 35: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im November eines Jahres.	82
Abbildung 36: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Dezember eines Jahres.	83
Abbildung 37: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Januar eines Jahres.	83
Abbildung 38: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Februar eines Jahres.	83
Abbildung 39: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im März eines Jahres.	84
Abbildung 40: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im April eines Jahres.	84
Abbildung 41: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Mai eines Jahres.	84
Abbildung 42: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Juni eines Jahres.	85
Abbildung 43: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Juli eines Jahres.	85
Abbildung 44: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im August eines Jahres.	85
Abbildung 45: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im September eines Jahres.....	86
Abbildung 46: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Oktober eines Jahres.....	86
Abbildung 47: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im November eines Jahres.....	86
Abbildung 48: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Dezember eines Jahres.	87
Abbildung 49: Der Tagesgang des pH-Werts im Januar eines Jahres.	87
Abbildung 50: Der Tagesgang des pH-Werts im Februar eines Jahres.	87
Abbildung 51: Der Tagesgang des pH-Werts im Februar eines Jahres	88
Abbildung 52: Der Tagesgang des pH-Werts im April eines Jahres.	88
Abbildung 53: Der Tagesgang des pH-Werts im Mai eines Jahres.	88
Abbildung 54: Der Tagesgang des pH-Werts im Juni eines Jahres.	89
Abbildung 55: Der Tagesgang des pH-Werts im Juli eines Jahres.	89
Abbildung 56: Der Tagesgang des pH-Werts im August eines Jahres.	89
Abbildung 57: Der Tagesgang des pH-Werts im September eines Jahres.....	90
Abbildung 58: Der Tagesgang des pH-Werts im Oktober eines Jahres.....	90
Abbildung 59: Der Tagesgang des pH-Werts im November eines Jahres.	90
Abbildung 60: Der Tagesgang des pH-Werts im Dezember eines Jahres.	91
Abbildung 61: Der Tagesgang der Temperaturen im Januar eines Jahres.	91
Abbildung 62: Der Tagesgang der Temperaturen im Februar eines Jahres.	91
Abbildung 63: Der Tagesgang der Temperaturen im März eines Jahres.	92
Abbildung 64: Der Tagesgang der Temperaturen im April eines Jahres.	92
Abbildung 65: Der Tagesgang der Temperaturen im Mai eines Jahres.	92
Abbildung 66: Der Tagesgang der Temperaturen im Juni eines Jahres.....	93
Abbildung 67: Der Tagesgang der Temperaturen im Juli eines Jahres.....	93
Abbildung 68: Der Tagesgang der Temperaturen im August eines Jahres.....	93

Abbildung 69: Der Tagesgang der Temperaturen im September eines Jahres.	94
Abbildung 70: Der Tagesgang der Temperaturen im Oktober eines Jahres.	94
Abbildung 71: Der Tagesgang der Temperaturen im November eines Jahres.....	94
Abbildung 72: Der Tagesgang der Temperaturen im November eines Jahres.....	95

9.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deckungsgerade nach Braun-Blanquet (nach Dierschke 1994).....	21
Tabelle 2: Pflanzensoziologische Aufnahmen der ersten sechs Messpunkte am GHM.	61
Tabelle 3: Pflanzensoziologische Aufnahmen sieben bis zwölf. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.	63
Tabelle 4: Pflanzensoziologische Aufnahmen acht bis dreizehn. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.	65
Tabelle 5: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 19 bis 24.	67
Tabelle 6: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 25 bis 30.	69
Tabelle 7: Pflanzensoziologische Aufnahmen 31 bis 36. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.	72
Tabelle 8: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 37 bis 41.	74
Tabelle 9: Pflanzensoziologische Aufnahmen 42 bis 46. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.	76
Tabelle 10: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Januar des Jahresgangs.....	95
Tabelle 11: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Februar des Jahresgangs....	96
Tabelle 12: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im März des Jahresgangs.....	96
Tabelle 13: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im April des Jahresgangs.....	97
Tabelle 14: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Mai des Jahresgangs.....	97
Tabelle 15: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Juni des Jahresgangs.	98
Tabelle 16: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Juli des Jahresgangs.	98
Tabelle 17: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im August des Jahresgangs. ...	99
Tabelle 18: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im September des Jahresgangs.	99
Tabelle 19: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Oktober des Jahresgangs.	100
Tabelle 20: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im November des Jahresgangs.	100
Tabelle 21: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Dezember des Jahresgangs.	101

Tabelle 22: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Januar eines Jahres.	101
Tabelle 23: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Februar eines Jahres.	102
Tabelle 24: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im März eines Jahres.	102
Tabelle 25: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im April eines Jahres.	103
Tabelle 26: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Mai eines Jahres.	103
Tabelle 27: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Juni eines Jahres.	104
Tabelle 28: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Juli eines Jahres.	104
Tabelle 29: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im August eines Jahres.	105
Tabelle 30: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im September eines Jahres.	105
Tabelle 31: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Oktober eines Jahres.	106
Tabelle 32: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im November eines Jahres.	106
Tabelle 33: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Dezember eines Jahres.	107
Tabelle 34: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Januar eines Jahres.	108
Tabelle 35: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Februar eines Jahres.	109
Tabelle 36: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im März eines Jahres.	109
Tabelle 37: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im April eines Jahres.	110
Tabelle 38: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Mai eines Jahres.	110
Tabelle 39: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Juni eines Jahres.	111
Tabelle 40: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Juli eines Jahres.	111
Tabelle 41: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im August eines Jahres.	112
Tabelle 42: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im September eines Jahres.	112
Tabelle 43: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Oktober eines Jahres.	113

Tabelle 44: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im November eines Jahres.	113
Tabelle 45: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Dezember eines Jahres.....	114
Tabelle 46: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Januar eines Jahres.	115
Tabelle 47: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Februar eines Jahres.	115
Tabelle 48: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im März eines Jahres.	116
Tabelle 49: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im April eines Jahres.	116
Tabelle 50: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Mai eines Jahres.	117
Tabelle 51: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Juni eines Jahres.....	117
Tabelle 52: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Juli eines Jahres.....	118
Tabelle 53: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im August eines Jahres.	118
Tabelle 54: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im September eines Jahres.	119
Tabelle 55: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Oktober eines Jahres.	119
Tabelle 56: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im November eines Jahres.....	120
Tabelle 57: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Dezember eines Jahres.	120

10. Anhang

10.1 Die Messstellen am Untersuchungsgebiet in der Übersicht

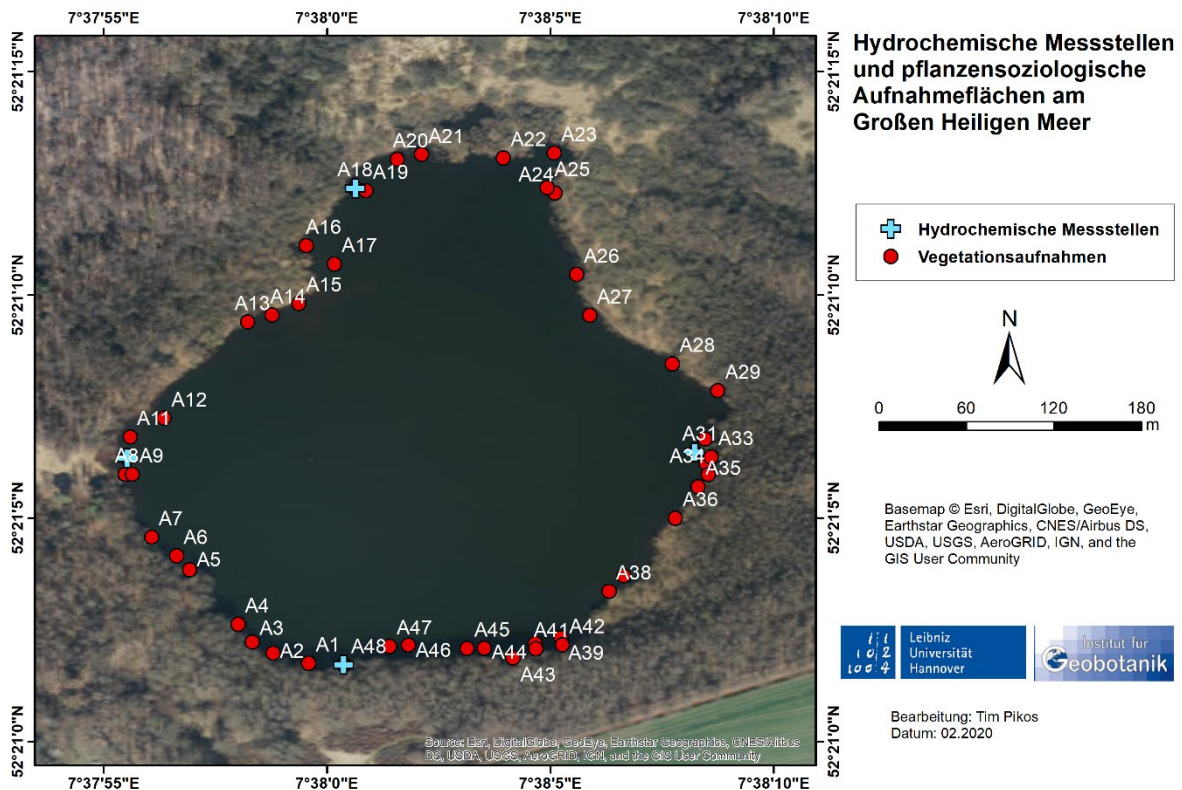


Abbildung 24: Die hydrochemischen Messstellen und pflanzensoziologischen Aufnahmepunkte am GHM in der Übersicht. Erstellt mit GIS. Die Punkte A47 und A48 wurden letztlich aufgrund von redundantem Arten-Inventar letztlich nicht mit in die Aufnahme-Liste übernommen.

10.2 Die pflanzensoziologischen Aufnahmen nach Braun-Blanquet

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der pflanzensoziologischen Aufnahmen in Form klassischer Vegetationstabellen dargestellt. Diese enthalten neben den Arten und entsprechenden Deckungsgraden auch Angaben über die Lage der Messpunkte, die Größe der Aufnahmefläche, die Gesamtdeckung und die Anzahl der Arten pro Aufnahmefläche insgesamt. Weiterhin wurden die Arten entsprechend der Systematik in Pott (1995) in syntaxonomische Klassen und Verbände geordnet (s. o.).

Tabelle 2: Pflanzensoziologische Aufnahmen der ersten sechs Messpunkte am GHM.

lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Breitengrad	52.35053	52.35054	52.35055	52.35073	52.35099	52.35105
Längengrad	7.63327	7.63324	7.63322	7.63278	7.63254	7.63252
Größe der Aufnahmefläche (m ²)	40	20	40	24	30	24
Länge x Breite (m)	5 x 8	4 x 5	8 x 5	6 x 4	6 x 5	8 x 3
Gesamtdeckung (%)	85	85	80	75	75	70
Artenzahl	12	5	11	10	16	14
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	†
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	1	2m	3	†	1
Potamogetonetum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	1	2b
Potamogetonetum graminei						
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	†	.	1	.	.	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	.	2a	.	2b	2a	2a
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinati						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	†	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	.	.	2a
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	†
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	r	.	†	†	†	r
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	†	†
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	†	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	†	.

Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae						
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	.	r	.
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	.	†	.	†	.
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperi						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	†	.
K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	1	.
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	r	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	.	.	.	3
Frangulo-Salicetum cinereae						
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	1	2a	1	1	†	1
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	3	.	.	1	.	1
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	2b	.	.	.	1	2b
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	1	.	2a	1	1	1
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	1	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	†	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	4	3	4	2b	2a	2a
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	†	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	†	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	2a	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	3	.	1	1	†	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	1	.

K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	4	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	3	.	1	1	†	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	†	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 3: Pflanzensoziologische Aufnahmen sieben bis zwölf. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.

lfd. Nr.	7	8	9	10 (MP)	11	12
Breitengrad	52.3511	52.35172	52.35172	52.35176	52.35189	52.35199
Längengrad	7.6325	7.6321	7.6321	7.63215	7.63234	7.6324
Größe der Aufnahmefläche (m ²)	36	20	25	30	40	60
Länge x Breite (m)	6 x 6	10 x 2	5 x 5	6 x 5	5 x 4	10 x 6
Gesamtdeckung (%)	80	80	40	85	90	90
Artenzahl	16	12	3	7	5	10
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetoneteum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	†	-	†	†	1	†
Potamogetoneteum graminei						
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	r	.	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	2a	.	3	.	.	3
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinatis						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	1	†	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	2a	.	3	.	.	.
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	2m	2m	.	5	5	3
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	†	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	†	.	.	.	.	.

KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	†	†	.	.	.	.
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	r
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	.	2m	.	.	.	.
Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae						
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	1	2m	.	.	.	†
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	†	1	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	†	†	.	.	.	.
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperi						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	†
K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	2b	3	.	1	.	.
Frangulo-Salicetum cinereae						
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	†	1	.	.	.	.
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	2a	.	.	1	.	.
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	-	2a	.	.	1	2a
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.	2a
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	1	2a	.	1	r	1

KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	†	†	.	1	1	2a
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 4: Pflanzensoziologische Aufnahmen 13 bis 18. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.

lfd. Nr.	13	14	15	16	17	18 (MP)
Breitengrad	52.35261	52.35252	52.35275	52.35311	52.35297	52.35344
Längengrad	7.63284	7.63295	7.63314	7.63331	7.63338	7.63351
Größe der Aufnahmefläche (m ²)	40	10	10	25	50	50
Länge x Breite (m)	4 x 10	2 x 5	2 x 5	5 x 5	10 x 5	10 x 5
Gesamtdeckung (%)	95	95	100	95	100	95
Artenzahl	10	2	4	13	1	5
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonietum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonietum graminei						
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	4	5	.	2b	5	5
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	†	†	.	1	.	2m
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinatis						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.

KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	.	.	.
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	1	.	3	2a	.	2m
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	r	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	†	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	†	.	.
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	†	.	.	r	.	.
Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae						
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	r	.	.
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	.	.	.	†	.	.
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	†	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	.	.	†	.	.
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperi						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.
K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	.	1	.	.
Frangulo-Salicetum cinereae						

KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	1	.	.	.	.	†
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	.	.	.	.	2m
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	3	.	1	1	.	.
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	2b	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	2a	.	2a	1	.	.
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	.	3	1	.	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 5: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 19 bis 24.

lfd. Nr.	19	20	21	22	23	24
Breitengrad	52.35344	52.35362	52.35365	52,35363	52.35362	52.35341
Längengrad	7.63351	7.63377	7.63392	7.63443	7.63474	7.63475
Größe der Aufnahme­fläche (m ²)	21	20	40	8	30	30
Länge x Breite (m)	7 x 3	4 x 5	5 x 8	4 x 2	5 x 6	6 x 5
Gesamtdeckung (%)	80	45	45	75	90	80
Artenzahl	2	11	14	18	17	13
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonietum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	4	.	.	.	.	1
Potamogetonietum graminei						

AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	.	3	1
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	2b	2a	.	.	1	1
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinati						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	†	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	†	.	.	.
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	1	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	.	2a	2b	4	2b	1
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	†	†	.
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	†	†	†	†	†
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	r	1	†	†
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	†	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	†	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	†	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	†	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	1	†	1
Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	†	.	.
V: (Magno)Caricion elatae						
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	†	1	†	†
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	.	†	†	†	.	.
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	†	†	.	†	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperus						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	†	1	†	†
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.

K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	†	.	1
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	r	.	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	2a	.	1	.
Frangulo-Salicetum cinereae						
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	.	.
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	2a		1	1	2a
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	.	2a	2a	.	.	3
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	1	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	.	2a	2a	2a	2b	2a
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	†	†	.	†	.
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	†	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	.	1	.	1	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	†	†	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 6: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 25 bis 30.

lfd. Nr.	25	26	27	28	29	30
Breitengrad	52.35371	52.3529	52, 35261	52.35235	52.35218	52.35172

Längengrad	7.63469	7.63483	7.63492	7.63548	7.63581	7.6351
Größe der Aufnahme­fläche (m ²)	15	21	20	50	32	20
Länge x Breite (m)	3 x 5	3 x 7	5 x 4	10 x 5	8 x 4	4 x 5
Gesamtdeckung (%)	95	90	95	85	75	90
Artenzahl	10	10	3	16	21	16
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonetum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	.	.	4	1	†	.
Potamogetonetum graminei						
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	.	2b	2b	.	.	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	.	2b	2a	1	1	1
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinatis						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	†	.	.	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	.	2m	2a
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	4	3	.	2b	2a	2m
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	2a	2a	2a
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	1	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	†	.	.	1	.	†
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	†	.	.	†	†	†
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	†	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	†	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	†	.	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	†	.	.	†	1	.
Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae						

VC: <i>Peucedanum palustre</i>	†	.	.	†	†	†
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	†	.	.	.	2m	†
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	†	†	†
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	.	.	†	†	2a
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperi						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.
K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	†	.	.	†	2m	.
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	.	1	r	.
Frangulo-Salicetum cinereae						
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	.	r
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	.	.	2a	1	2b
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	.	2a	.	1	2a	1
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	2a	2a	.	.	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	2a	3	.	3	2b	3
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	.	†
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	3	.	.	1	1	2b
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	2a	.
K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						

D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	r	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	r	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.	.

Tabelle 7: Pflanzensoziologische Aufnahmen 31 bis 36. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.

lfd. Nr.	31 (MP)	32	33	34	35	36
Breitengrad	52.3518	52.35173	52.35177	52.35164	52.35139	52.35103
Längengrad	7.63562	7.63569	7.63572	7.63563	7.6355	7.63518
Größe der Aufnahmefläche (m ²)	50	16	32	30	50	45
Länge x Breite (m)	5 x 10	4 x 4	8 x 4	5 x 6	10 x 5	9 x 5
Gesamtdeckung (%)	60	90	75	65	80	85
Artenzahl	9	16	12	14	15	12
K: Potamogetonetea pectinati						
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	1	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati						
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonetum lucentis						
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.
Potamogetonetum graminei						
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	1	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae						
VC: <i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	†	2a	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae						
AC: <i>Nuphar lutea</i>	3	1	1	.	1	.
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinati						
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.
K: Littorelletea uniflorae						
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae						
Littorello-Eleocharitetum acicularis						
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	2a	2m	2a	†
Scirpetum fluitantis						
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis						
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	.	2a	.	.	1	2b
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	.	.	1	†	1	r
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	†	.	.	1	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	.	†	.	†	†

Begleiter: <i>Pericaria amphibia</i>	†	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis						
Scirpo-Phragmitetum australis						
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	r
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	r	.	†	†	.	r
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	†	.	†
Sagittario-Sparganietum emersi						
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	2m	.
V: (Magno)Caricion elatae						
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	†	†	†	r	†	†
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	.	†	.	2m	2m	2a
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	†	.	†	†
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	†	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae						
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	†	.	†	.	.
Caricetum gracilis						
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	1	.	2a	.	.
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperis						
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	1	†	.	.
K: Bidentetea tripartitae						
V: Bidention tripartitae						
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	†	.	.	.	.	.
Polygono-Bidentetum tripartitae						
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni						
V: Salicion cinereae						
Myricetum gale						
AC: <i>Myrica gale</i>	.	1	1	1	.	.
Frangulo-Salicetum cinereae						
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	.	†	.	.	2b	.
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	.	3	2a	1	.
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	1	2a	.	.	.	.
V: Sambuco-Salicion capreae						
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.	1
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	†	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae						
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	2a	2a	3	1	2b	2b
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae						
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	.	.

Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea						
V: Betulion pubescentis						
Betuletum pubescentis						
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	2a	.	1	.	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae						
V: Quercion roboris						
Betulo-Quercetum roboris						
D: <i>Quercus robur</i>	.	r	.	.	r	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae						
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	1	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	r	.	.	.

Tabelle 8: Pflanzensoziologische Aufnahmen der Punkte 37 bis 41.

lfd. Nr.	37	38	39	40	41
Breitengrad	52.35097	52.35042	52.3504	52.35042	52.35052
Längengrad	7.63503	7.63472	7.63472	7.6347	7.63449
Größe der Aufnahme­fläche (m ²)	42	25	50	10	20
Länge x Breite (m)	7 x 6	5 x 5	5 x 10	2 x 5	5 x 4
Gesamtdeckung (%)	85	85	70	90	85
Artenzahl	9	8	5	5	9
K: Potamogetonetea pectinati					
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.
V: Potamogetonion pectinati					
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	.	.	1	.	.
Potamogetonetum lucentis					
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	.	†	1	.	.
Potamogetonetum graminei					
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.
V: Nymphaeion albae					
VC: <i>Nymphaea alba</i>	3	2b	2b	.	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae					
AC: <i>Nuphar lutea</i>	2a	2a	2a	.	.
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinatis					
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.
K: Littorelletea uniflorae					
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.
V: Littorellion uniflorae					

Littorello-Eleocharitetum acicularis					
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	†	3	.	4	1
Scirpetum fluitantis					
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis					
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	2a	3	2b	†	.
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	.	r	.	.	.
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	†
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis					
Scirpo-Phragmitetum australis					
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	†	.	.	.	.
Sagittario-Sparganietum emersi					
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae					
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	.	†
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	†	†	.	.	.
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae					
AC: <i>Carex rostrata</i>	†	.	.	.	.
Caricetum gracilis					
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	2b
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperis					
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.
K: Bidentetea tripartitae					
V: Bidention tripartitae					
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.
Polygono-Bidentetum tripartitae					
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni					
V: Salicion cinereae					
Myricetum gale					
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	.	.	.
Frangulo-Salicetum cinereae					
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	1
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	.	.	2a	3

KC-AC: <i>Salix aurita</i>	1	.	.	2a	.
V: Sambuco-Salicion capreae					
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae					
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	2a	1	.	1	4
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae					
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	1
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea					
V: Betulion pubescentis					
Betuletum pubescentis					
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae					
V: Quercion roboris					
Betulo-Quercetum roboris					
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae					
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	r
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.

Tabelle 9: Pflanzensoziologische Aufnahmen 42 bis 46. MP = Aufnahme am hydrochemischen Messpunkt.

lfd. Nr.	42	43	44	45	46 (MP)
Breitengrad	52.35064	52.35062	52.3506	52.35064	52.35044
Längengrad	7.63431	7.63425	7.63384	7.63373	7.63344
Größe der Aufnahmefläche (m ²)	25	40	20	20	50
Länge x Breite (m)	5 x 5	10 x 4	4 x 5	5 x 4	10 x 5
Gesamtdeckung (%)	70	75	80	85	20
Artenzahl	5	9	7	7	9
K: Potamogetonetea pectinati					
KC-OC: <i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	†
V: Potamogetonion pectinati					
VC: <i>Elodea nuttallii</i>	†	†	2m	†	†
Potamogetonetum lucentis					
AC: <i>Potamogeton lucens</i>	†	†	†	1	.
Potamogetonetum graminei					
AC: <i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.

V: Nymphaeion albae					
VC: <i>Nymphaea alba</i>	3	2a	.	.	.
Myriophyllo-Nupharetum lutae					
AC: <i>Nuphar lutea</i>	2b	2b	1	2a	.
AC: <i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.
Ranunculetum circinati					
AC: <i>Ranunculus circinatus</i>	.	r	.	.	†
K: Littorelletea uniflorae					
KC: <i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.
KC: <i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	r
V: Littorellion uniflorae					
Littorello-Eleocharitetum acicularis					
AC: <i>Eleocharis acicularis</i>	†	†	1	.	.
Scirpetum fluitantis					
AC: <i>Isolepis fluitans</i>	.	.	.	.	.
K: Phragmitetea australis					
KC-OC: <i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.
KC-OC: <i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.
V: Phragmition australis					
Scirpo-Phragmitetum australis					
AC: <i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.
AC: <i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	.
Sagittario-Sparganietum emersi					
AC: <i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.
V: (Magno)Caricion elatae					
VC: <i>Peucedanum palustre</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Comarum palustre</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.
Caricetum rostratae					
AC: <i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.
Caricetum gracilis					
AC: <i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	†
AC: <i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.
Cicuto-Caricetum pseudocyperis					
AC: <i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.
K: Bidentetea tripartitae					

V: Bidenton tripartitae					
Begleiter: <i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.
Polygono-Bidentetum tripartitae					
AC: <i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.
K: Franguletea alni					
V: Salicion cinereae					
Myricetum gale					
AC: <i>Myrica gale</i>	.	.	.	.	.
Frangulo-Salicetum cinereae					
KC-AC: <i>Frangula alnus</i>	.	.	.	1	1
KC-AC: <i>Salix cinerea</i>	.	2a	3	3	.
KC-AC: <i>Salix aurita</i>	.	2a	3	3	.
V: Sambuco-Salicion capreae					
Begleiter: <i>Salix caprea</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	.	1
Begleiter: <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.
K: Alnetea glutinosae					
KC-OC: <i>Alnus glutinosa</i>	.	.	1	2b	2a
KC-OC: <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.
V: Alnion glutinosae					
VC: <i>Thelypteris palustris</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.
K: Vaccinio-Piceetea					
V: Betulion pubescentis					
Betuletum pubescentis					
AC: <i>Betula pubescens</i>	.	1	.	.	.
Begleiter: <i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.
K: Quercetea robori-petraeae					
V: Quercion roboris					
Betulo-Quercetum roboris					
D: <i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.
Populo tremulae-Quercetum petraeae					
AC: <i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	1
Begleiter: <i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	.	.
Begleiter: <i>Osmunda regalis</i>	.	.	.	.	.

10.3 Die Verläufe der hydrochemischen Messwerte

Nachfolgend werden nun die Diagramme der monatlichen Tagesgänge der einzelnen Parameter aufgeführt.

10.3.1 Die jahreszeitlichen Verläufe des Sauerstoffgehalts

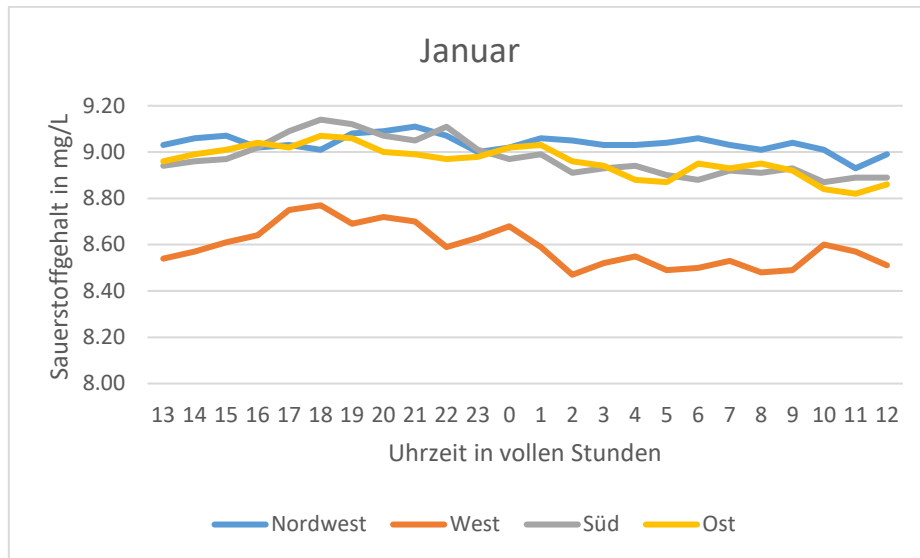


Abbildung 25: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Januar eines Jahres.

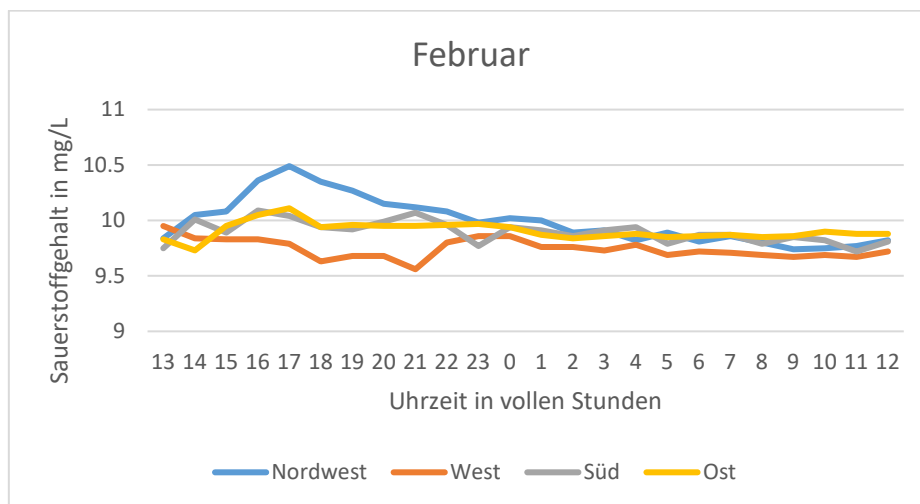


Abbildung 26: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Februar eines Jahres.

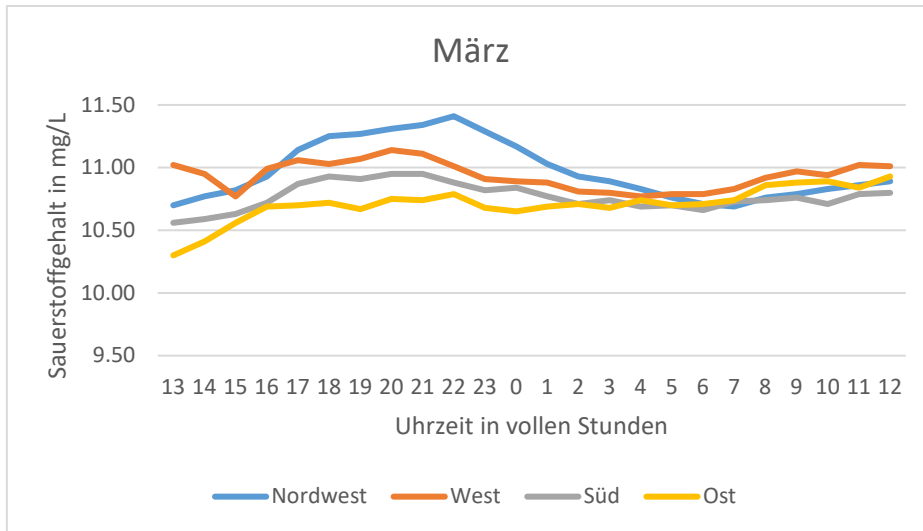


Abbildung 27: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im März eines Jahres.

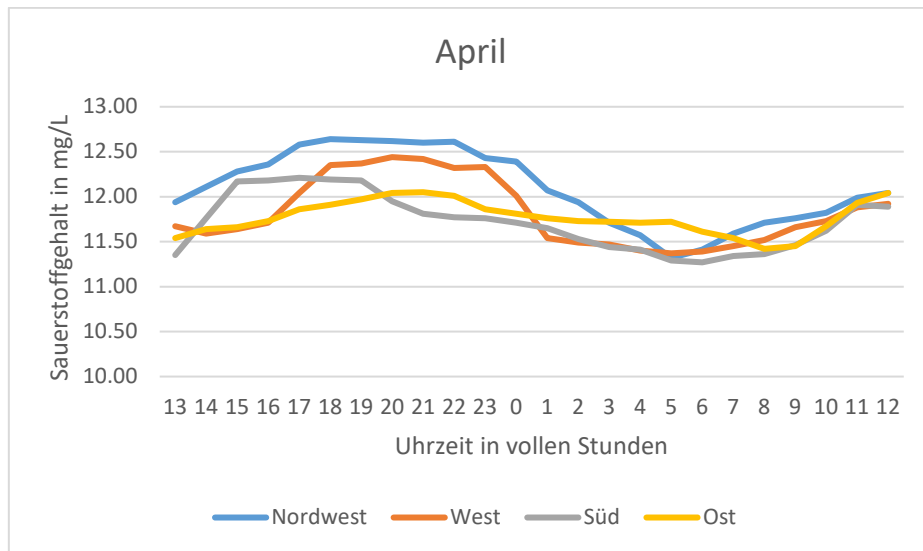


Abbildung 28: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im April eines Jahres.

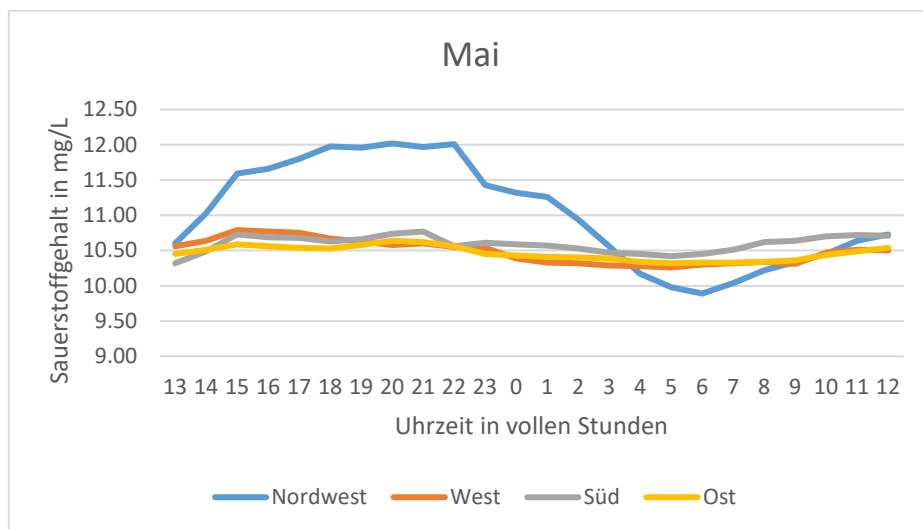


Abbildung 29: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Mai eines Jahres.

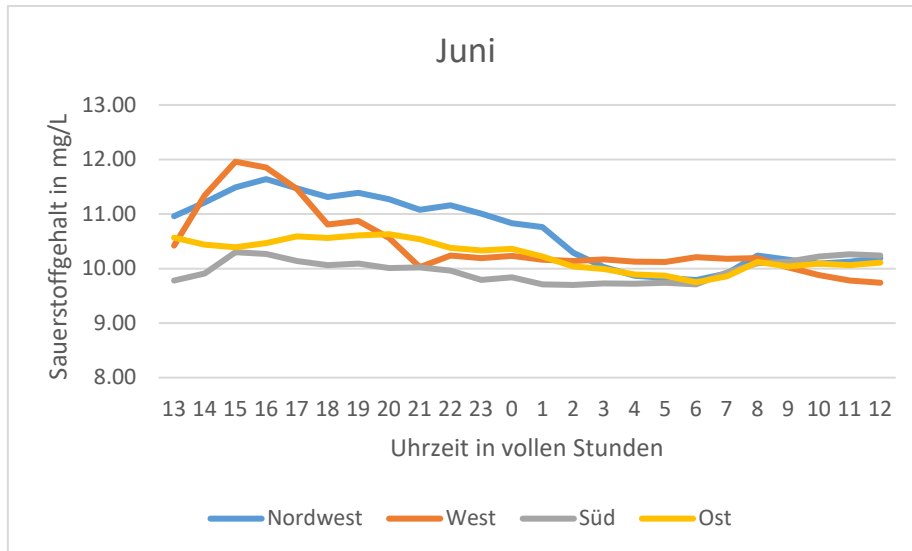


Abbildung 30: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Juni eines Jahres.

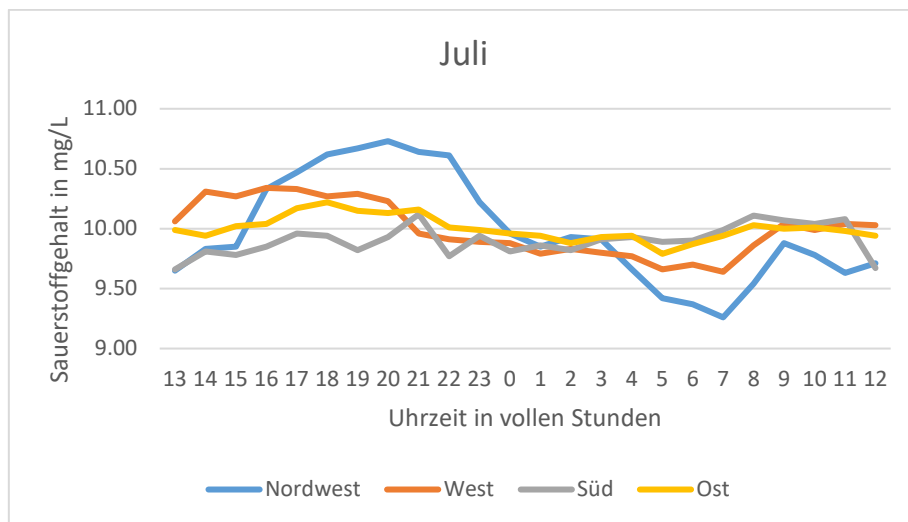


Abbildung 31: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Juli eines Jahres.

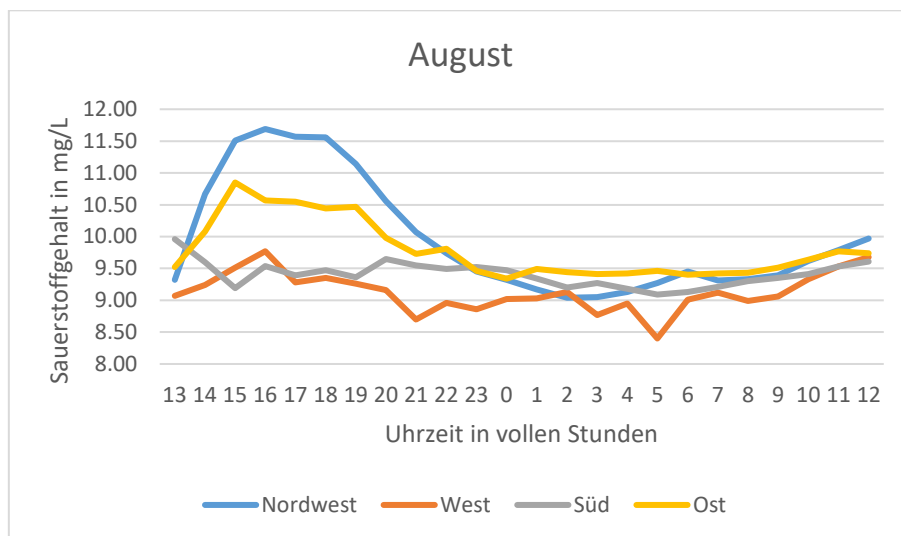


Abbildung 32: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im August eines Jahres.

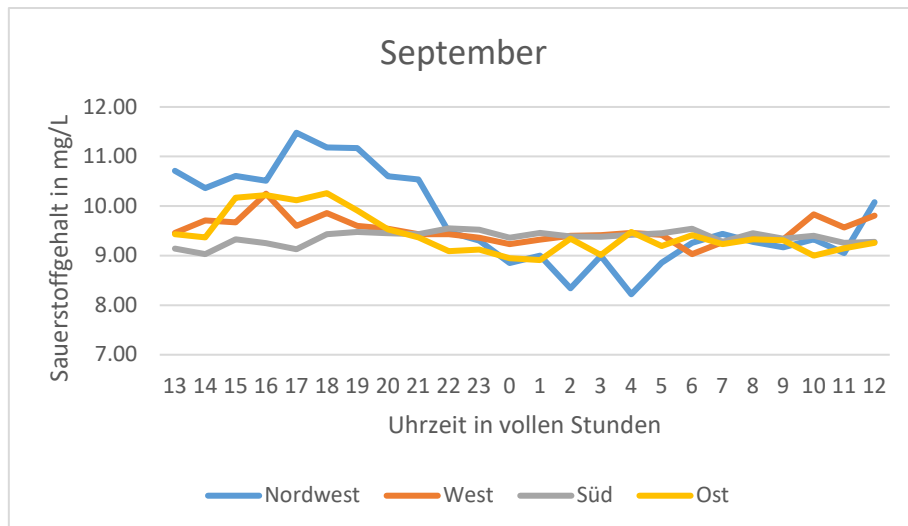


Abbildung 33: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im September eines Jahres.

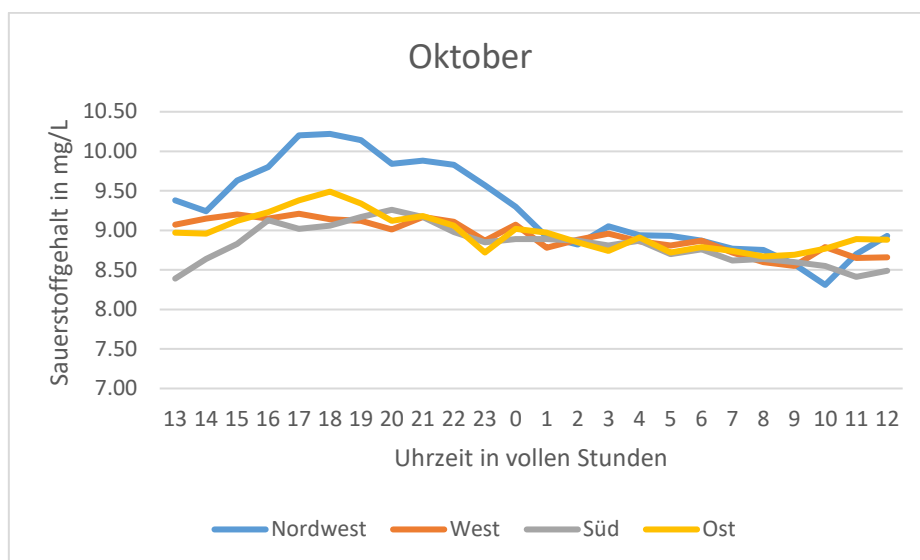


Abbildung 34: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Oktober eines Jahres.

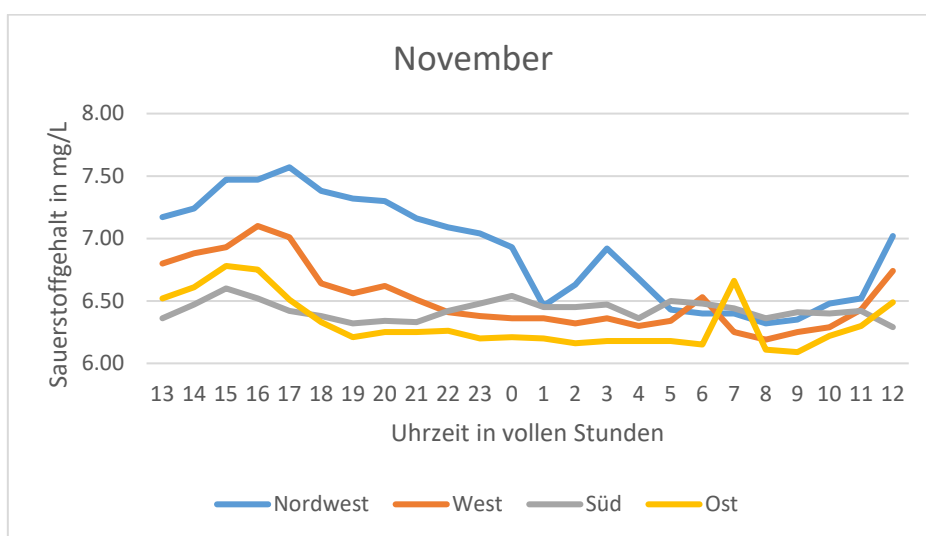


Abbildung 35: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im November eines Jahres.

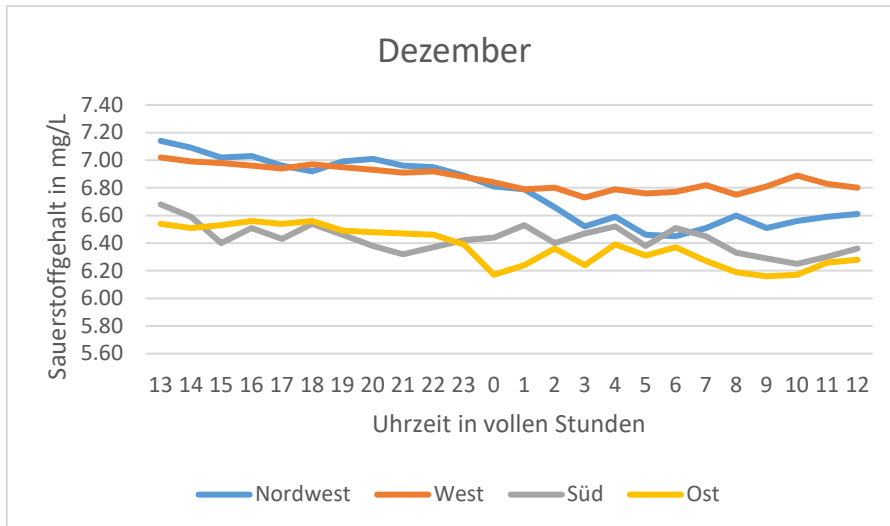


Abbildung 36: Der Tagesgang des Sauerstoffgehalts im Dezember eines Jahres.

10.3.2 Die jahreszeitlichen Verläufe der elektrischen Leitfähigkeit

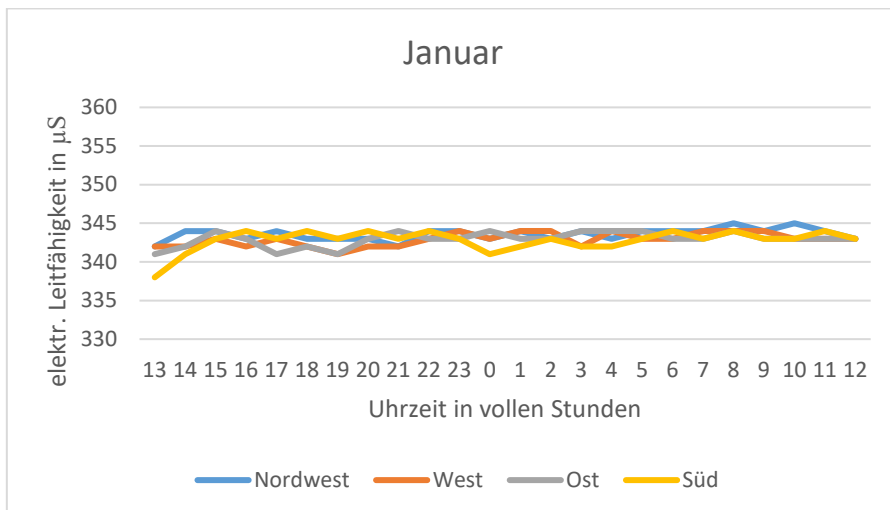


Abbildung 37: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Januar eines Jahres.

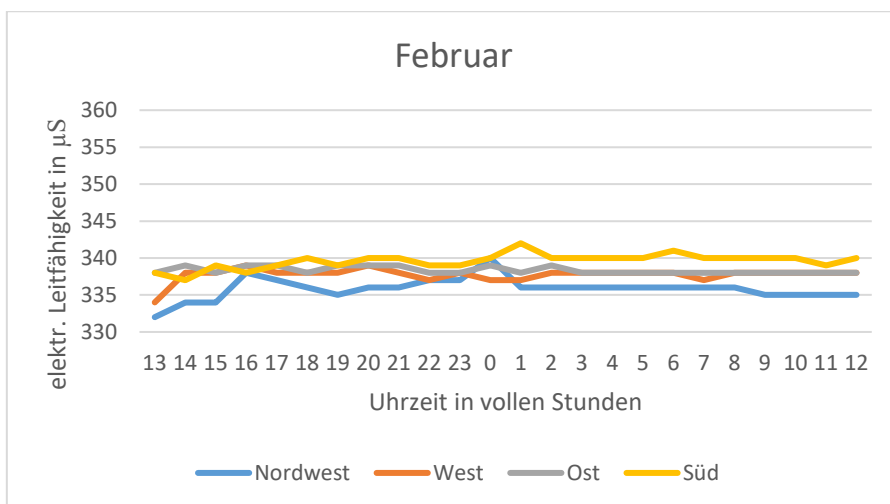


Abbildung 38: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Februar eines Jahres.

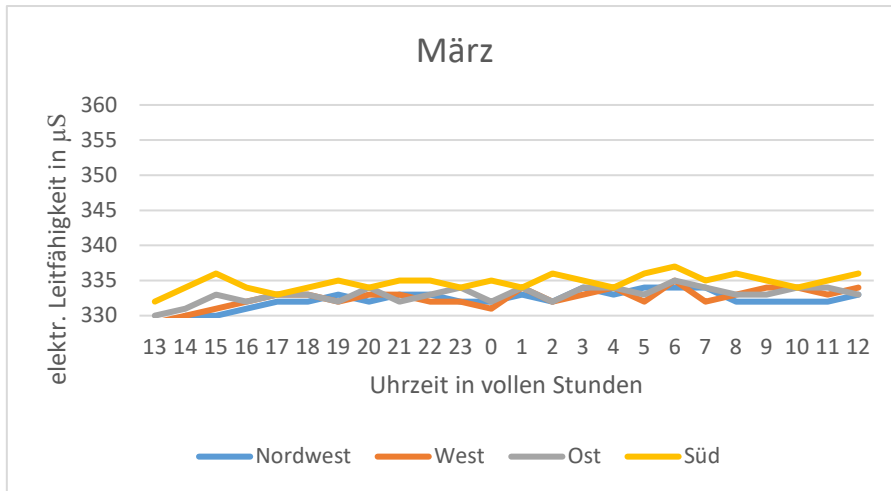


Abbildung 39: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im März eines Jahres.

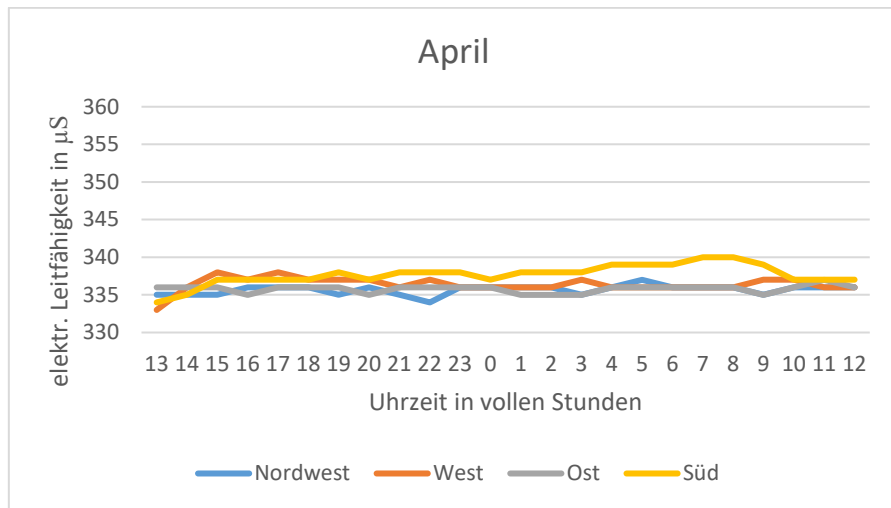


Abbildung 40: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im April eines Jahres.

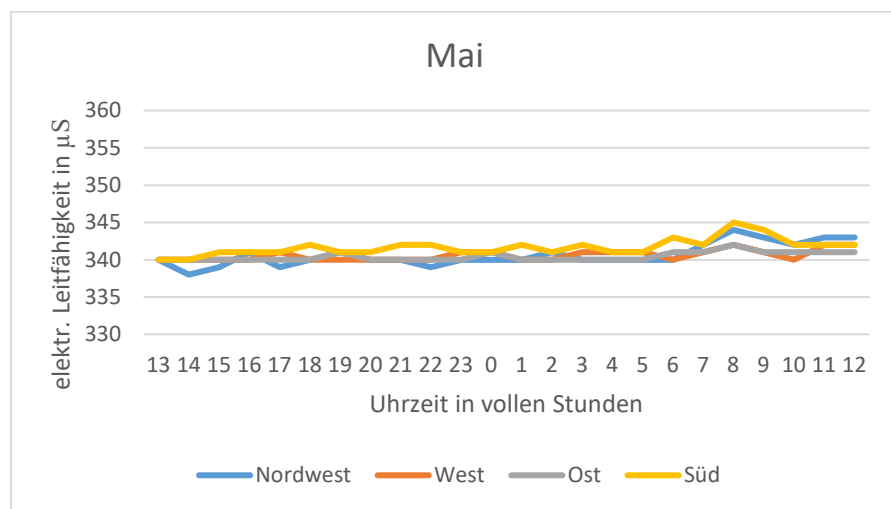


Abbildung 41: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Mai eines Jahres.

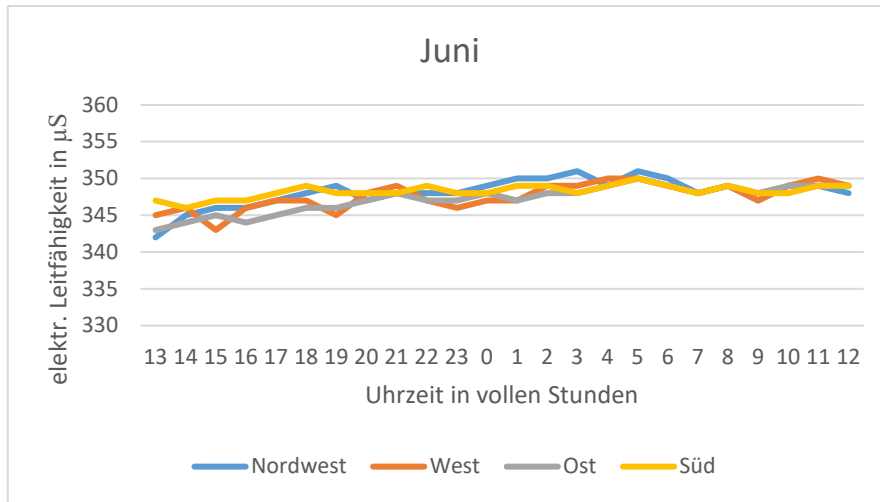


Abbildung 42: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Juni eines Jahres.

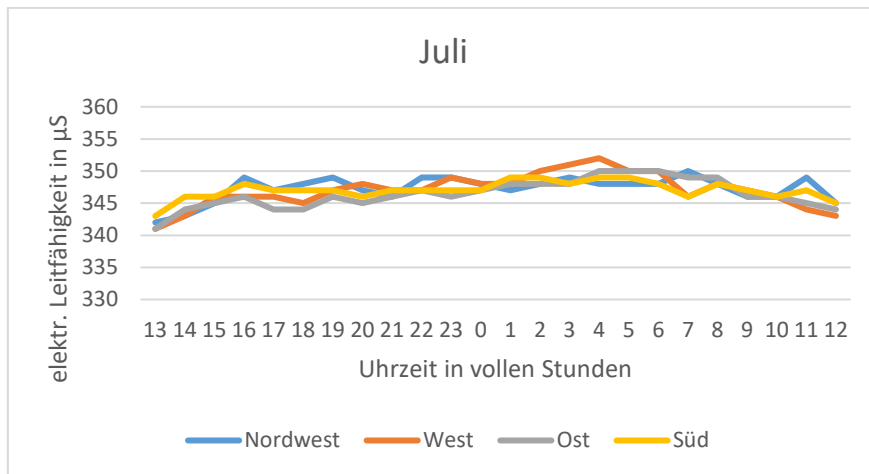


Abbildung 43: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Juli eines Jahres.

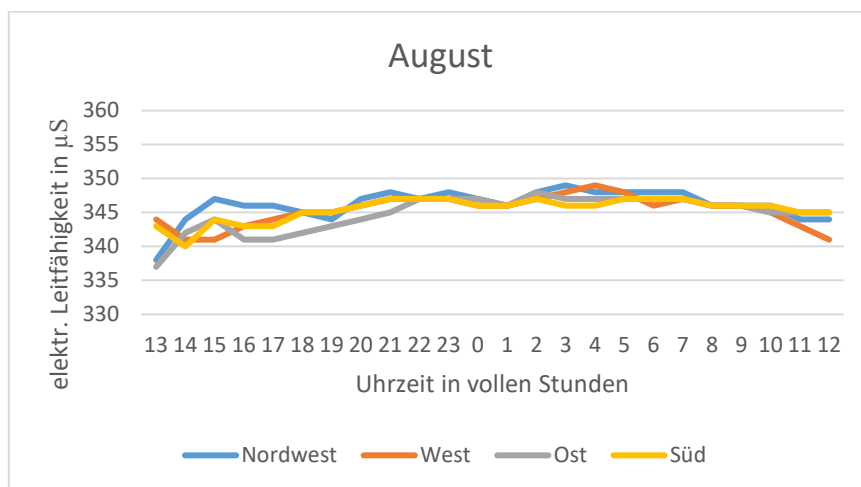


Abbildung 44: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im August eines Jahres.

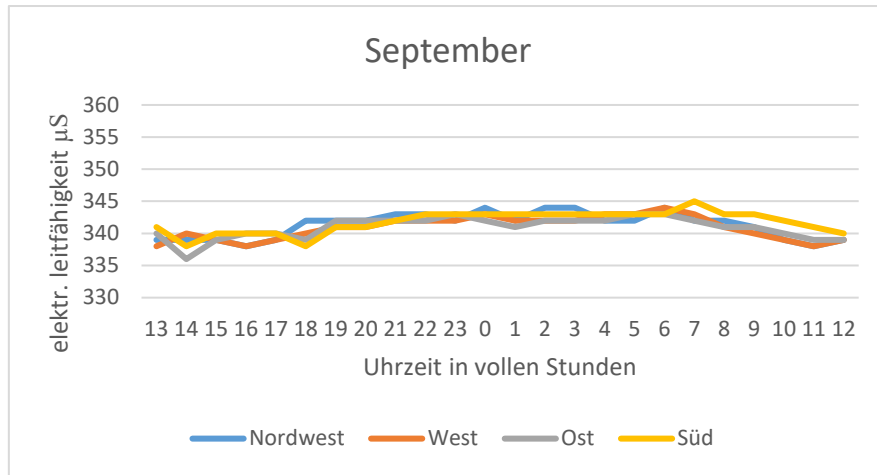


Abbildung 45: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im September eines Jahres.

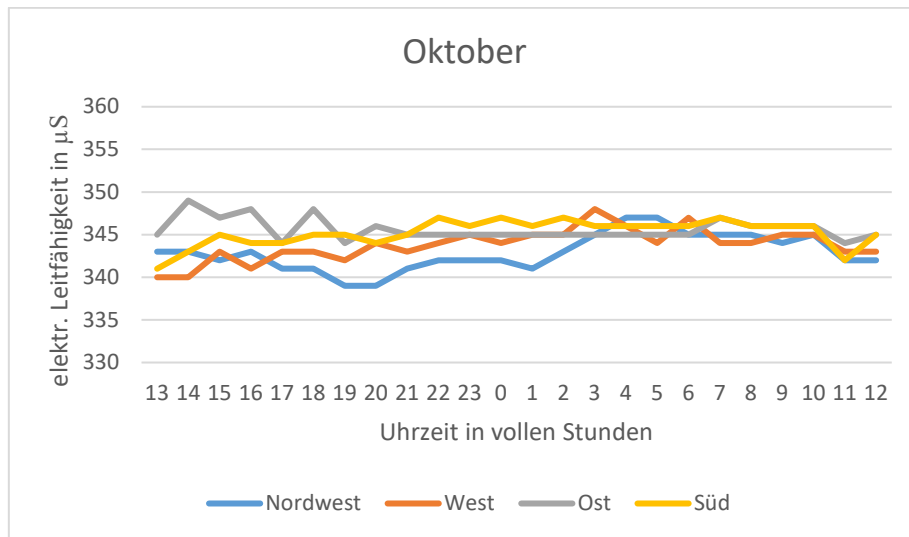


Abbildung 46: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Oktober eines Jahres.

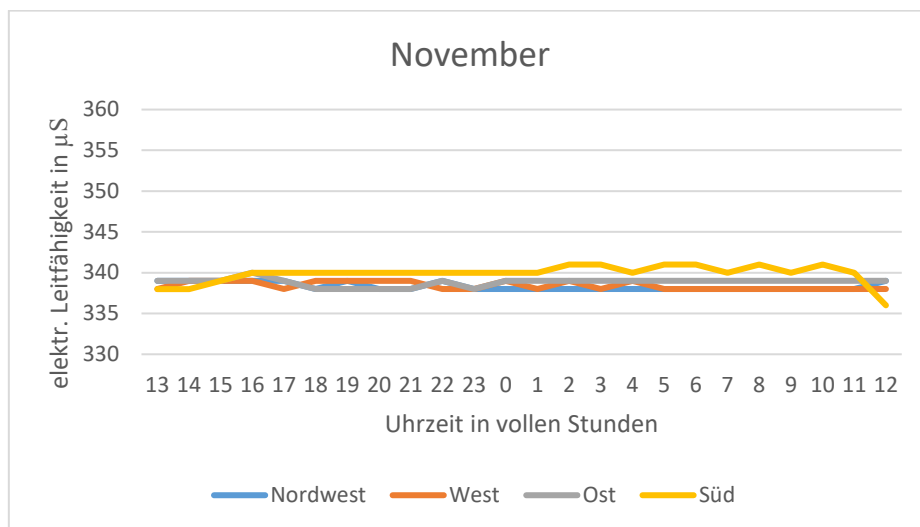


Abbildung 47: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im November eines Jahres.

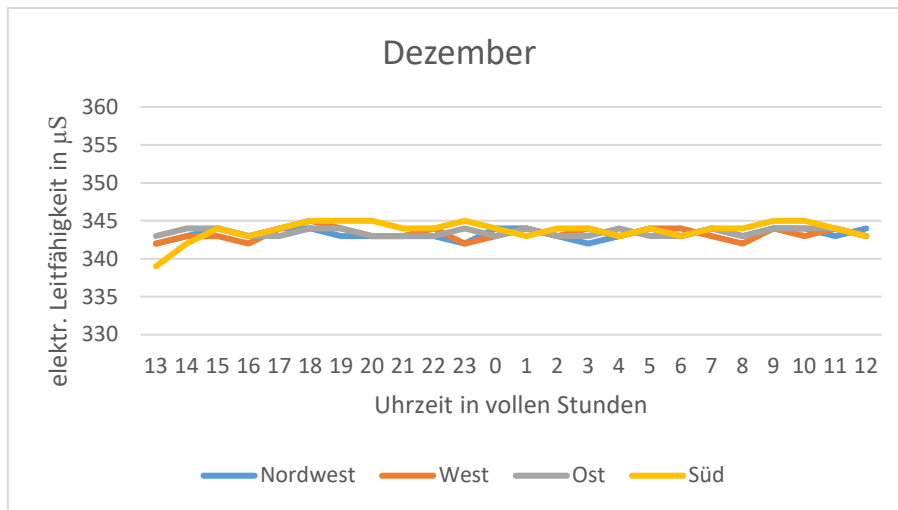


Abbildung 48: Der Tagesgang der elektrischen Leitfähigkeit im Dezember eines Jahres.

10.3.3 Die jahreszeitlichen Verläufe des pH-Werts

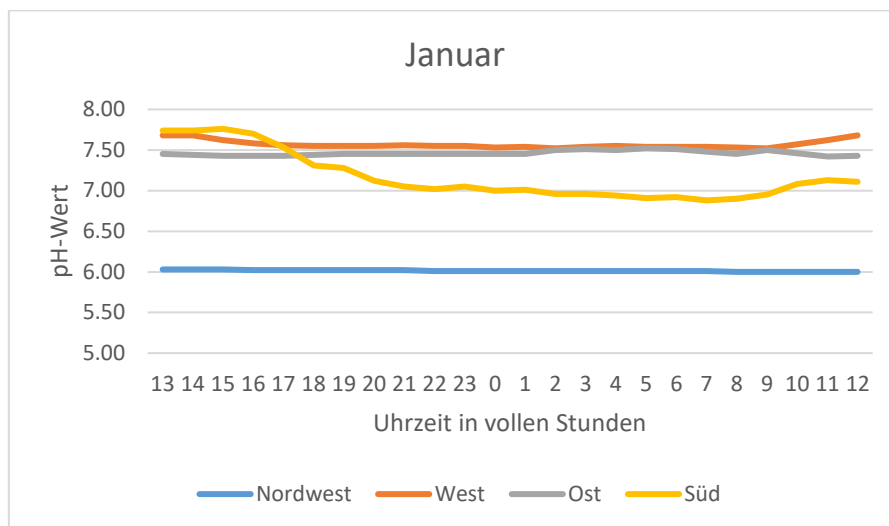


Abbildung 49: Der Tagesgang des pH-Werts im Januar eines Jahres.

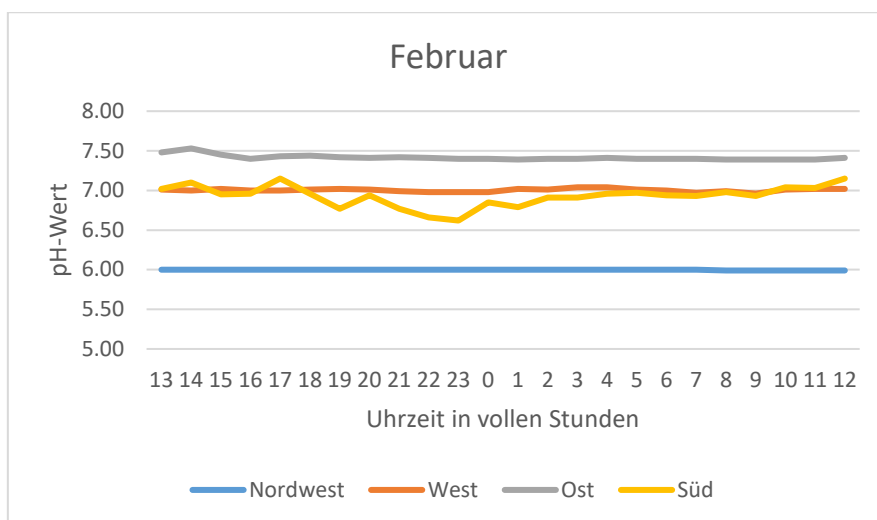


Abbildung 50: Der Tagesgang des pH-Werts im Februar eines Jahres.

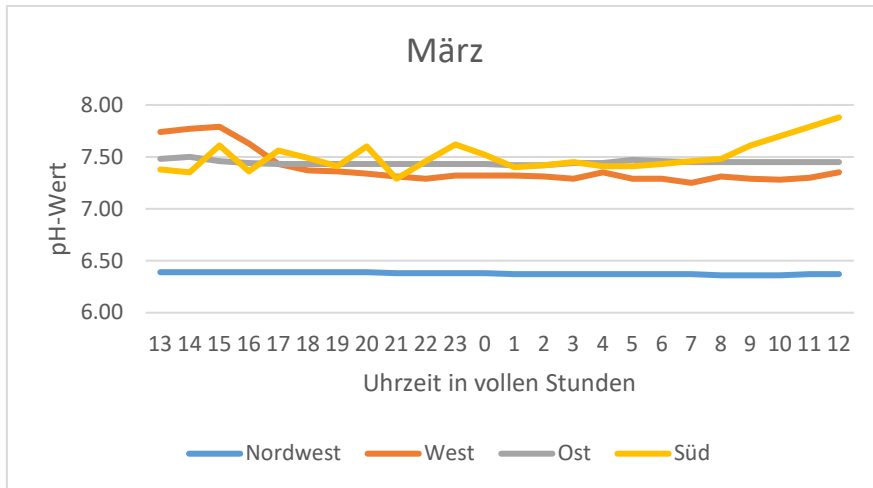


Abbildung 51: Der Tagesgang des pH-Werts im Februar eines Jahres

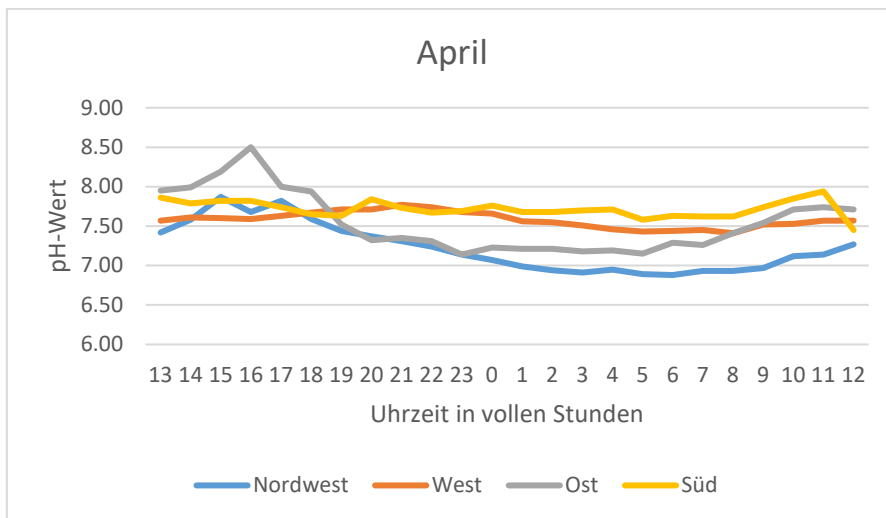


Abbildung 52: Der Tagesgang des pH-Werts im April eines Jahres.

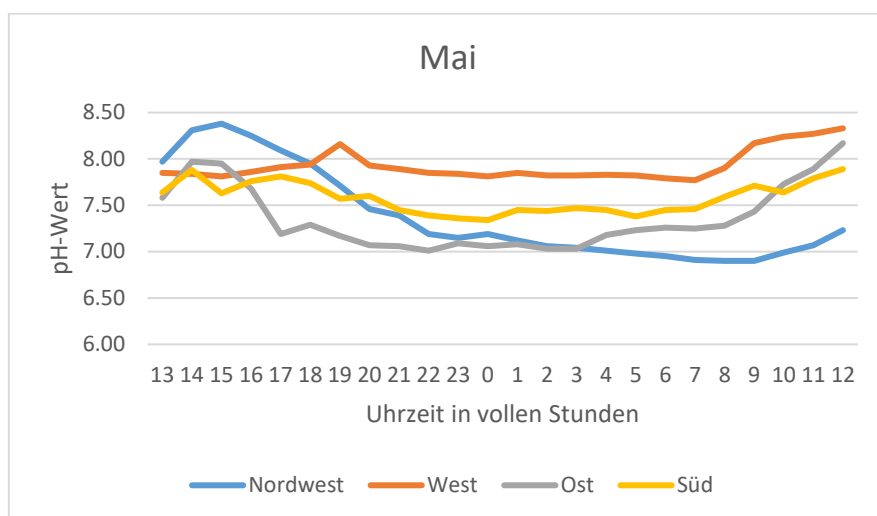


Abbildung 53: Der Tagesgang des pH-Werts im Mai eines Jahres.

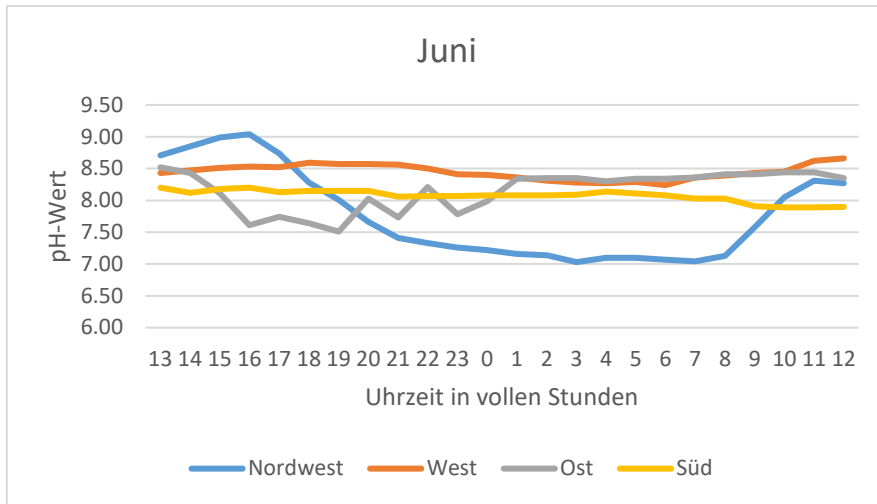


Abbildung 54: Der Tagesgang des pH-Werts im Juni eines Jahres.

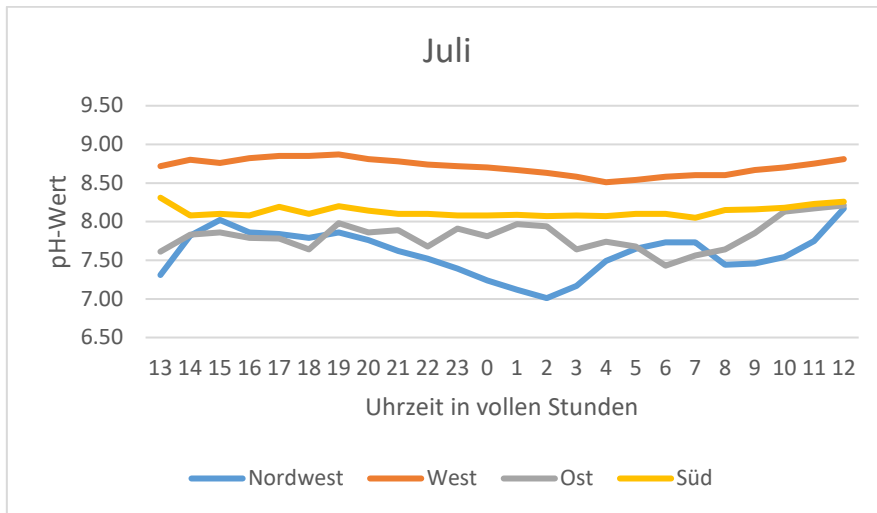


Abbildung 55: Der Tagesgang des pH-Werts im Juli eines Jahres.

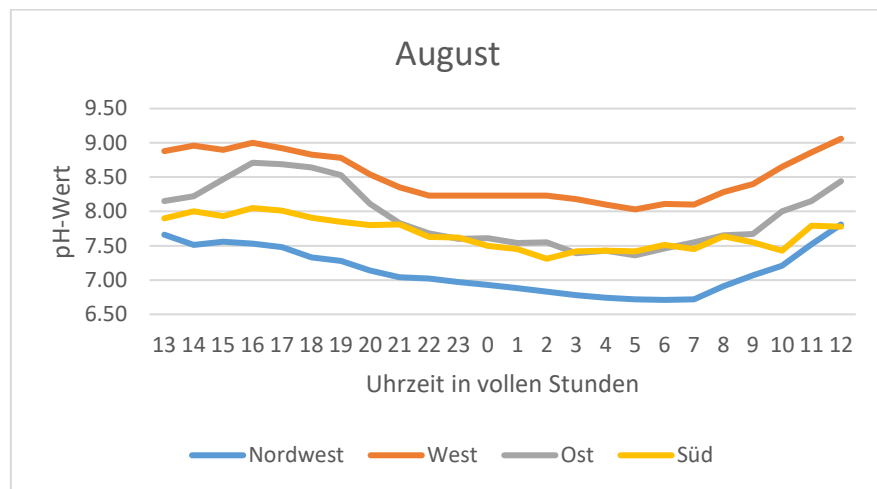


Abbildung 56: Der Tagesgang des pH-Werts im August eines Jahres.

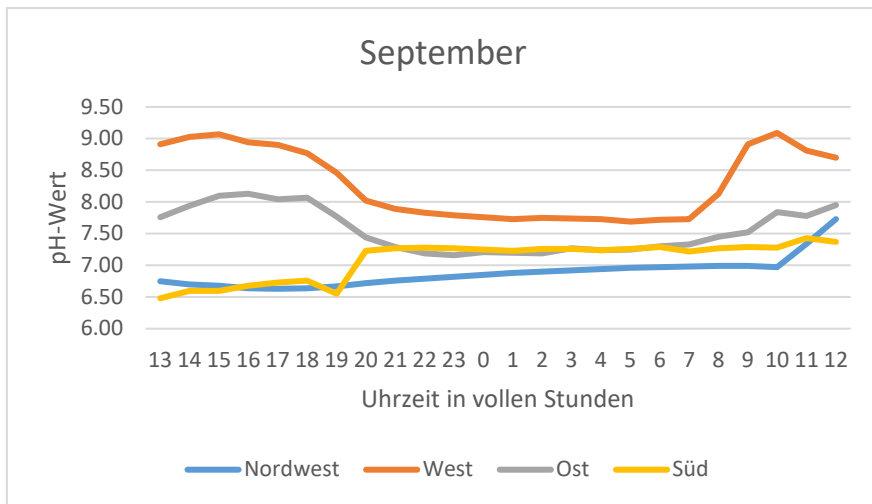


Abbildung 57: Der Tagesgang des pH-Werts im September eines Jahres.

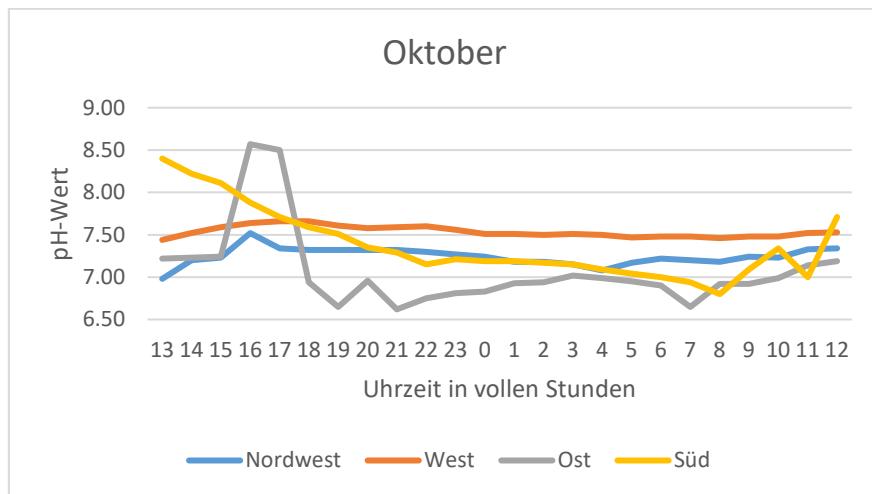


Abbildung 58: Der Tagesgang des pH-Werts im Oktober eines Jahres.

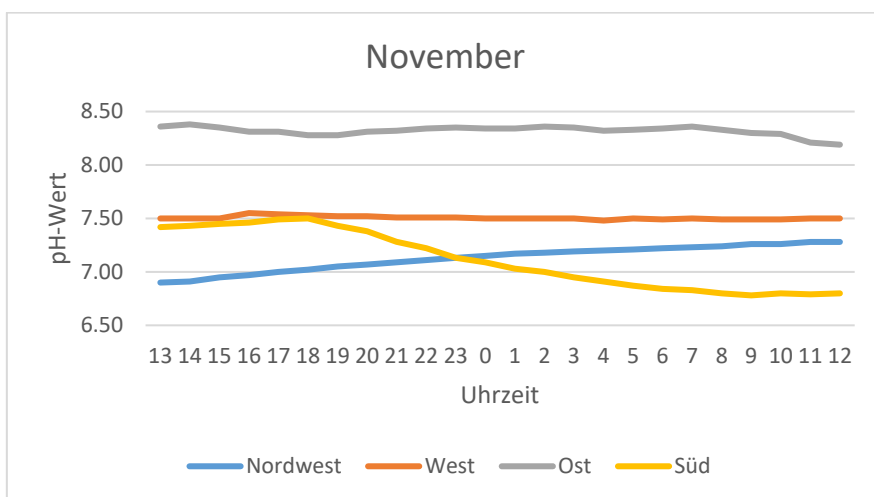


Abbildung 59: Der Tagesgang des pH-Werts im November eines Jahres.

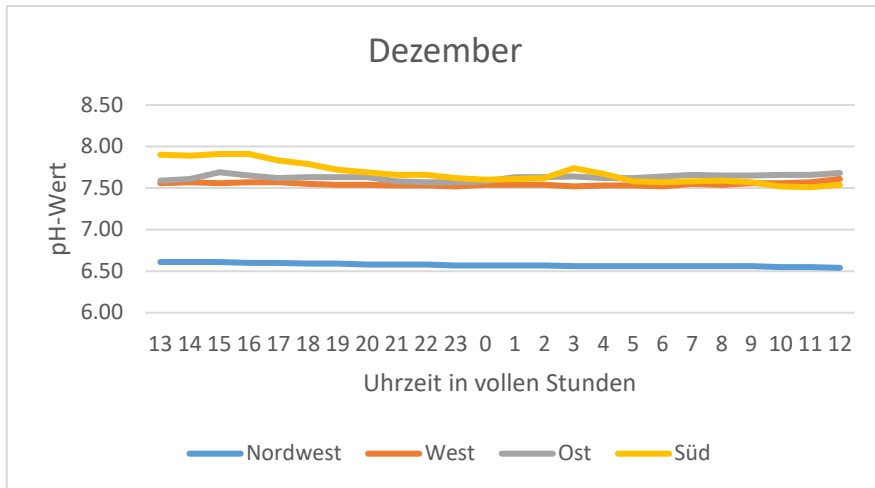


Abbildung 60: Der Tagesgang des pH-Werts im Dezember eines Jahres.

10.3.4 Die jahreszeitlichen Verläufe der Temperatur

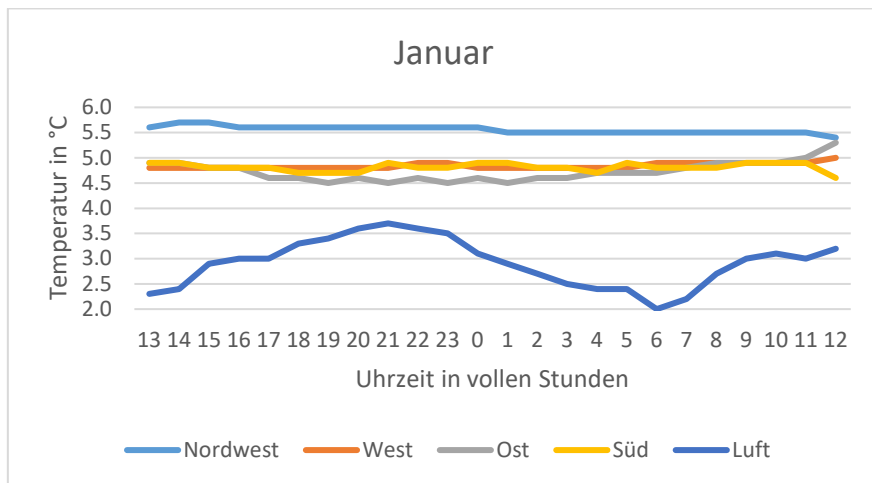


Abbildung 61: Der Tagesgang der Temperaturen im Januar eines Jahres.

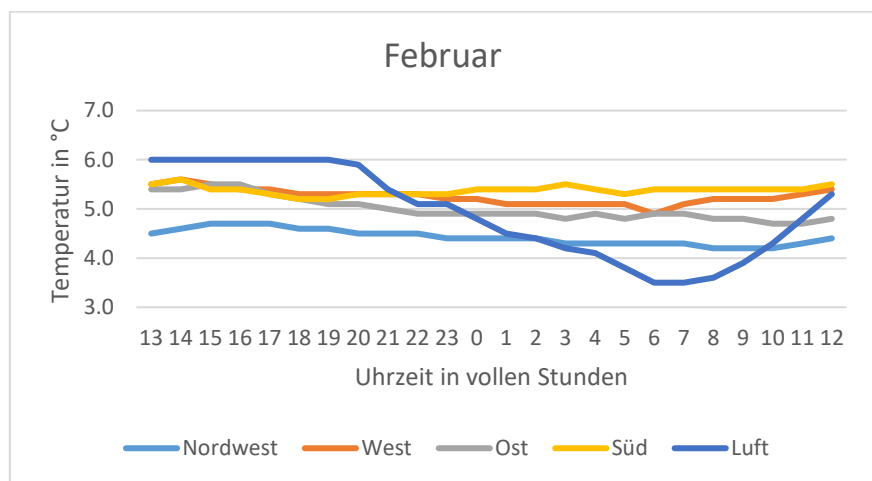


Abbildung 62: Der Tagesgang der Temperaturen im Februar eines Jahres.

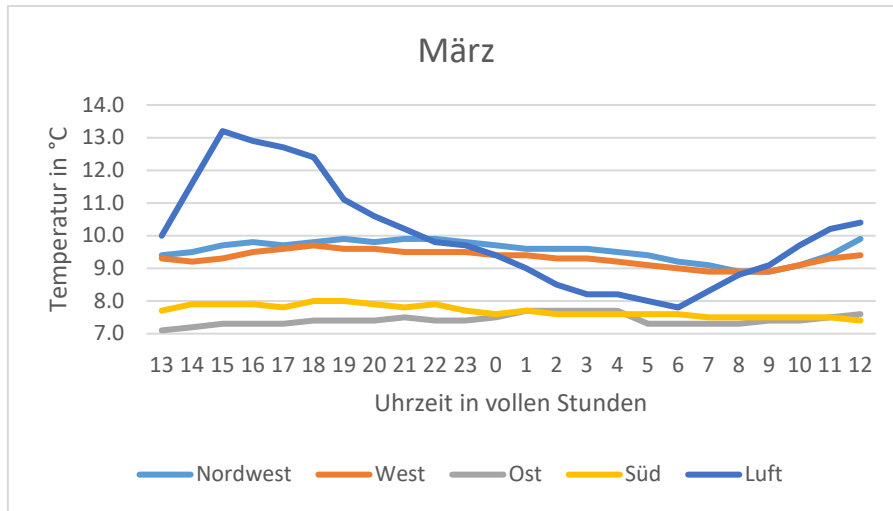


Abbildung 63: Der Tagesgang der Temperaturen im März eines Jahres.

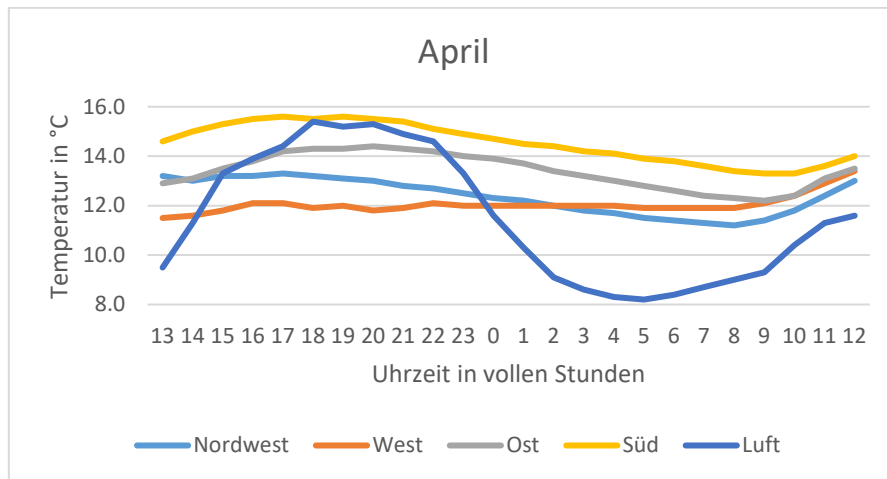


Abbildung 64: Der Tagesgang der Temperaturen im April eines Jahres.

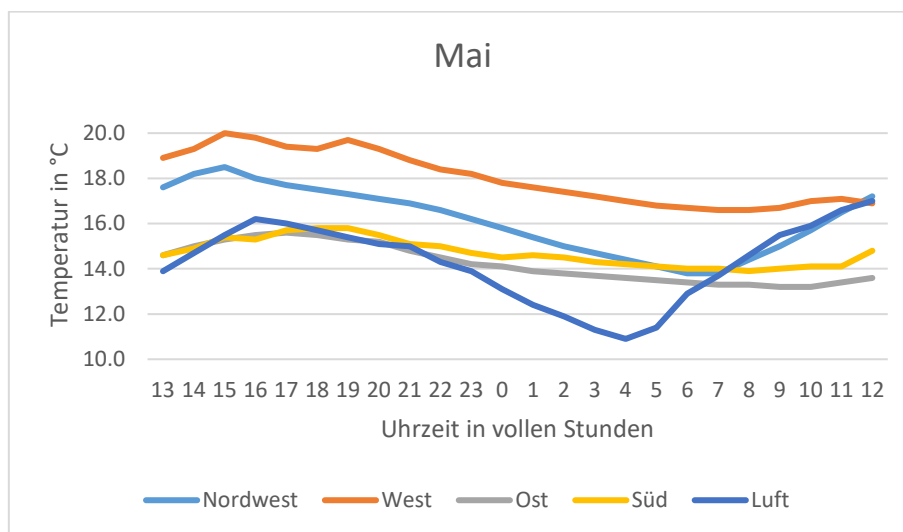


Abbildung 65: Der Tagesgang der Temperaturen im Mai eines Jahres.

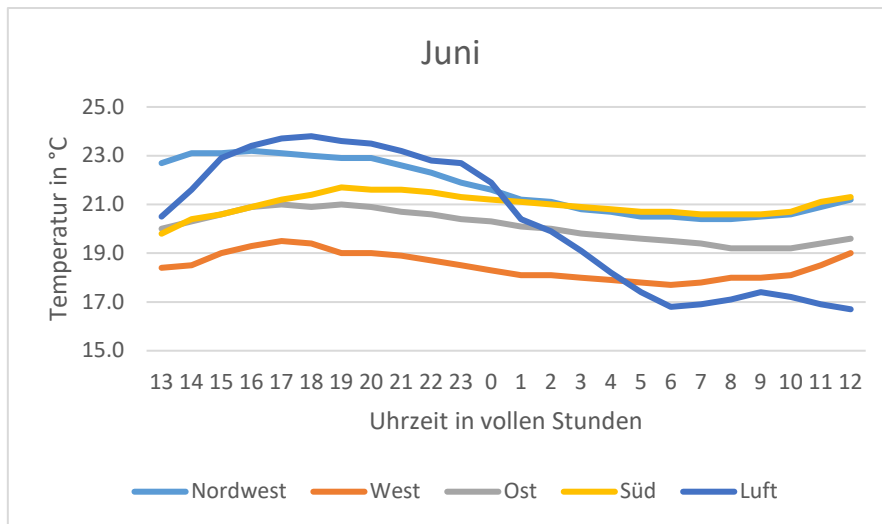


Abbildung 66: Der Tagesgang der Temperaturen im Juni eines Jahres.

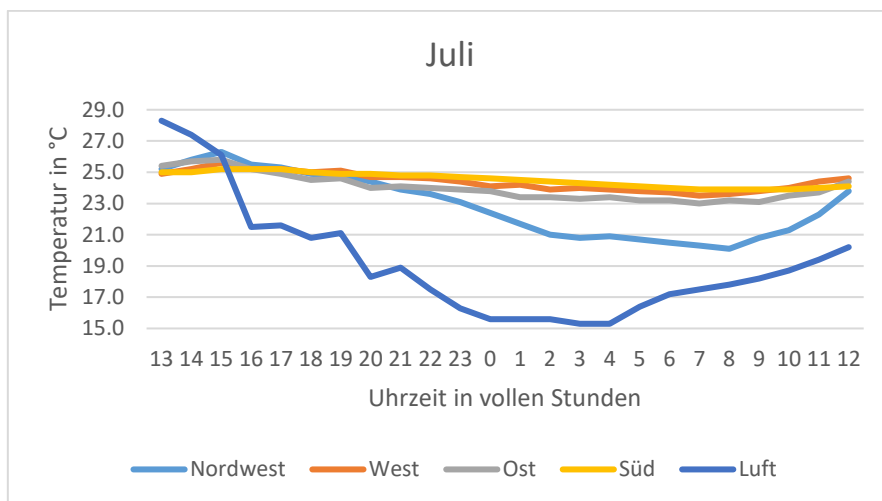


Abbildung 67: Der Tagesgang der Temperaturen im Juli eines Jahres.

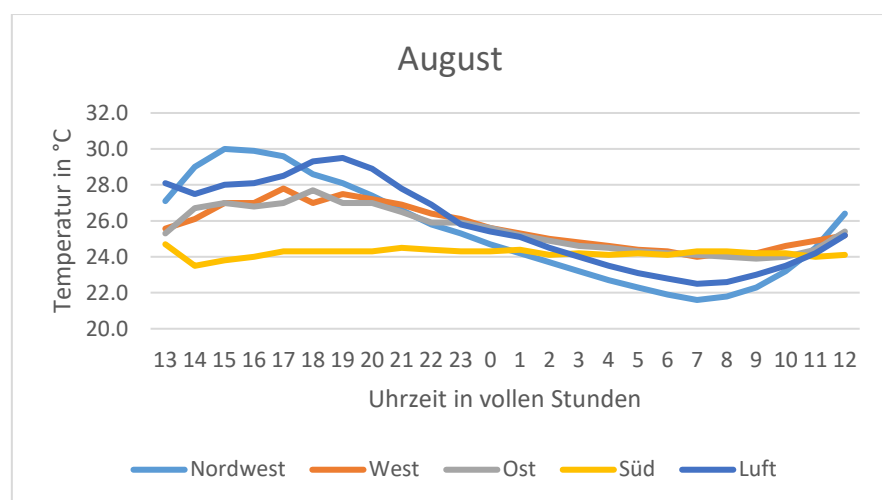


Abbildung 68: Der Tagesgang der Temperaturen im August eines Jahres.

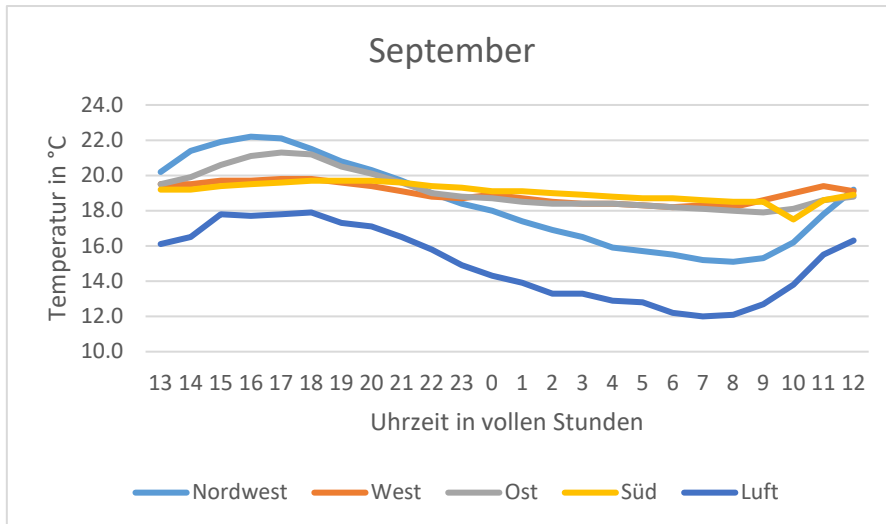


Abbildung 69: Der Tagesgang der Temperaturen im September eines Jahres.

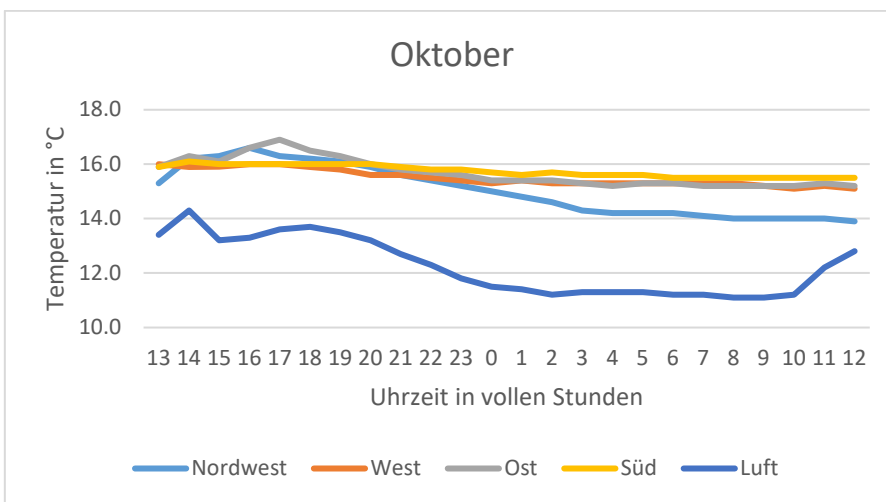


Abbildung 70: Der Tagesgang der Temperaturen im Oktober eines Jahres.

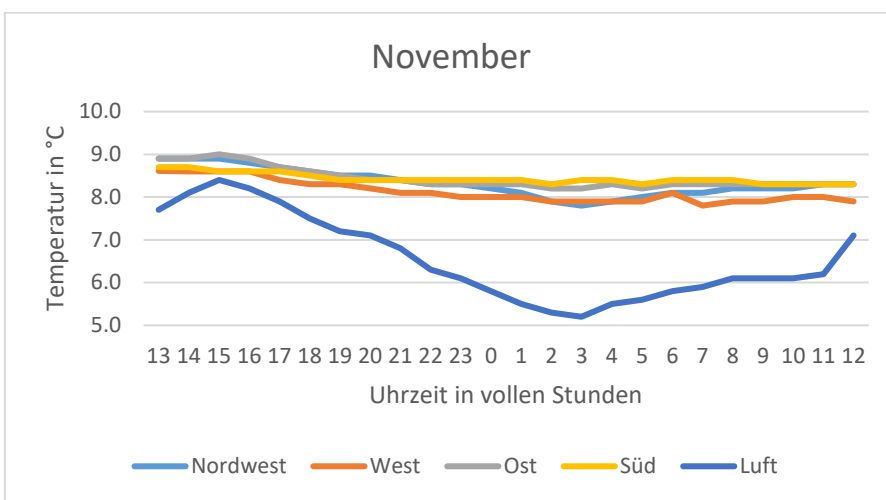


Abbildung 71: Der Tagesgang der Temperaturen im November eines Jahres.

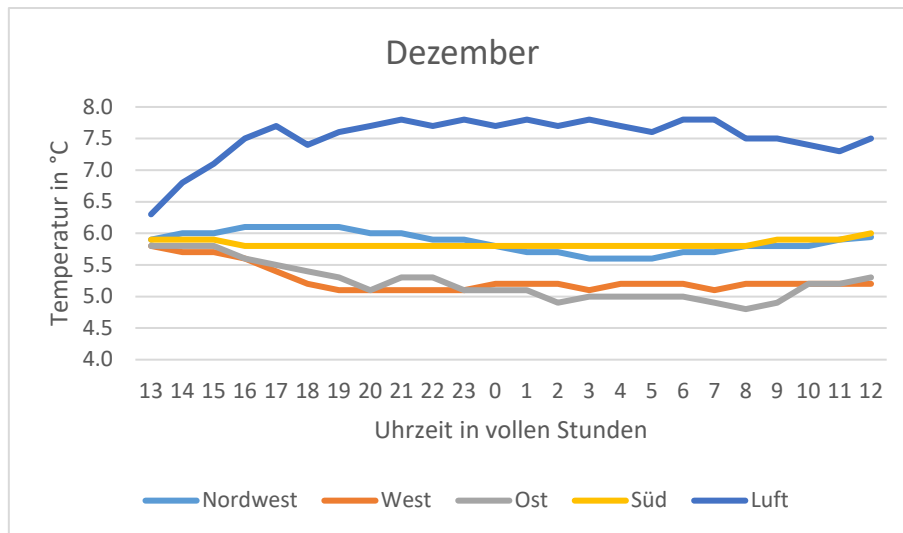


Abbildung 72: Der Tagesgang der Temperaturen im November eines Jahres.

10.4 Die tabellierten Werte der einzelnen Parameter

10.4.1 Die Sauerstoffgehalte des GHMs im Jahresgang

Die nachfolgenden Tabellen enthalten jeweils die Gehalte der einzelnen Messpunkte, die durch die jeweilige Uferseite mit Nord, Süd, West und Ost abgekürzt sind gegen die Uhrzeit in vollen Stunden aufgetragen.

Tabelle 10: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Januar des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	9.03	8.54	8.94	8.96
14	9.06	8.57	8.96	8.99
15	9.07	8.61	8.97	9.01
16	9.02	8.64	9.02	9.04
17	9.03	8.75	9.09	9.02
18	9.01	8.77	9.14	9.07
19	9.08	8.69	9.12	9.06
20	9.09	8.72	9.07	9.00
21	9.11	8.70	9.05	8.99
22	9.07	8.59	9.11	8.97
23	9.00	8.63	9.01	8.98
0	9.02	8.68	8.97	9.02
1	9.06	8.59	8.99	9.03
2	9.05	8.47	8.91	8.96
3	9.03	8.52	8.93	8.94
4	9.03	8.55	8.94	8.88
5	9.04	8.49	8.90	8.87
6	9.06	8.50	8.88	8.95
7	9.03	8.53	8.92	8.93
8	9.01	8.48	8.91	8.95
9	9.04	8.49	8.93	8.92
10	9.01	8.60	8.87	8.84
11	8.93	8.57	8.89	8.82
12	8.99	8.51	8.89	8.86

Tabelle 11: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Februar des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	9.84	9.95	9.75	9.83
14	10.05	9.84	10.01	9.73
15	10.08	9.83	9.89	9.95
16	10.36	9.83	10.09	10.05
17	10.49	9.79	10.04	10.11
18	10.35	9.63	9.94	9.94
19	10.27	9.68	9.92	9.96
20	10.15	9.68	9.99	9.95
21	10.12	9.56	10.07	9.95
22	10.08	9.80	9.96	9.96
23	9.98	9.86	9.77	9.97
0	10.02	9.86	9.94	9.94
1	10.00	9.76	9.91	9.87
2	9.89	9.76	9.86	9.84
3	9.91	9.73	9.91	9.86
4	9.82	9.78	9.94	9.88
5	9.89	9.69	9.79	9.85
6	9.81	9.72	9.87	9.86
7	9.86	9.71	9.87	9.87
8	9.80	9.69	9.79	9.85
9	9.74	9.67	9.85	9.86
10	9.75	9.69	9.82	9.90
11	9.77	9.67	9.72	9.88
12	9.82	9.72	9.81	9.88

Tabelle 12: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im März des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	10.70	11.02	10.56	10.30
14	10.77	10.95	10.59	10.41
15	10.82	10.77	10.63	10.56
16	10.93	10.99	10.72	10.69
17	11.14	11.06	10.87	10.70
18	11.25	11.03	10.93	10.72
19	11.27	11.07	10.91	10.67
20	11.31	11.14	10.95	10.75
21	11.34	11.11	10.95	10.74
22	11.41	11.01	10.88	10.79
23	11.29	10.91	10.82	10.68
0	11.17	10.89	10.84	10.65
1	11.03	10.88	10.77	10.69
2	10.93	10.81	10.71	10.71
3	10.89	10.80	10.74	10.68
4	10.83	10.77	10.69	10.74
5	10.76	10.79	10.70	10.70
6	10.71	10.79	10.66	10.71
7	10.69	10.83	10.73	10.74
8	10.76	10.92	10.74	10.86
9	10.79	10.97	10.76	10.88
10	10.83	10.94	10.71	10.89
11	10.86	11.02	10.79	10.84
12	10.89	11.01	10.80	10.93

Tabelle 13: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im April des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	11.94	11.67	11.35	11.54
14	12.11	11.59	11.76	11.64
15	12.28	11.64	12.17	11.66
16	12.36	11.71	12.18	11.73
17	12.58	12.04	12.21	11.86
18	12.64	12.35	12.19	11.91
19	12.63	12.37	12.18	11.97
20	12.62	12.44	11.95	12.04
21	12.60	12.42	11.81	12.05
22	12.61	12.32	11.77	12.01
23	12.43	12.33	11.76	11.86
0	12.39	12.01	11.71	11.81
1	12.07	11.54	11.65	11.76
2	11.94	11.49	11.53	11.73
3	11.71	11.47	11.44	11.72
4	11.57	11.40	11.41	11.71
5	11.32	11.37	11.29	11.72
6	11.41	11.39	11.27	11.61
7	11.59	11.45	11.34	11.54
8	11.71	11.52	11.36	11.42
9	11.76	11.66	11.46	11.45
10	11.82	11.73	11.62	11.67
11	11.99	11.88	11.91	11.93
12	12.04	11.92	11.89	12.04

Tabelle 14: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Mai des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	10.60	10.56	10.32	10.45
14	11.03	10.64	10.49	10.51
15	11.59	10.79	10.73	10.59
16	11.66	10.77	10.69	10.56
17	11.80	10.75	10.68	10.54
18	11.98	10.67	10.63	10.53
19	11.96	10.63	10.66	10.58
20	12.02	10.58	10.74	10.64
21	11.97	10.60	10.77	10.62
22	12.01	10.55	10.56	10.56
23	11.43	10.54	10.61	10.45
0	11.32	10.39	10.59	10.43
1	11.26	10.33	10.57	10.41
2	10.94	10.32	10.53	10.40
3	10.56	10.29	10.47	10.39
4	10.17	10.28	10.45	10.34
5	9.98	10.26	10.42	10.32
6	9.89	10.30	10.45	10.33
7	10.04	10.32	10.51	10.33
8	10.22	10.34	10.62	10.34
9	10.34	10.31	10.64	10.36
10	10.45	10.47	10.70	10.44
11	10.64	10.51	10.72	10.49
12	10.73	10.50	10.71	10.54

Tabelle 15: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Juni des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	10.96	10.42	9.78	10.57
14	11.21	11.34	9.91	10.44
15	11.49	11.96	10.30	10.39
16	11.64	11.85	10.27	10.47
17	11.47	11.46	10.14	10.59
18	11.31	10.81	10.06	10.56
19	11.39	10.87	10.09	10.61
20	11.27	10.56	10.01	10.63
21	11.08	10.03	10.02	10.54
22	11.16	10.24	9.96	10.38
23	11.01	10.19	9.79	10.33
0	10.83	10.23	9.84	10.36
1	10.76	10.16	9.71	10.22
2	10.29	10.14	9.70	10.04
3	10.03	10.17	9.73	9.99
4	9.87	10.13	9.72	9.89
5	9.83	10.12	9.74	9.87
6	9.79	10.21	9.71	9.75
7	9.91	10.18	9.93	9.86
8	10.24	10.19	10.10	10.12
9	10.16	10.02	10.13	10.04
10	10.09	9.88	10.22	10.09
11	10.13	9.78	10.26	10.06
12	10.19	9.74	10.24	10.11

Tabelle 16: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Juli des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	9.65	10.06	9.66	9.99
14	9.83	10.31	9.81	9.94
15	9.85	10.27	9.78	10.02
16	10.33	10.34	9.85	10.04
17	10.47	10.33	9.96	10.17
18	10.62	10.27	9.94	10.22
19	10.67	10.29	9.82	10.15
20	10.73	10.23	9.93	10.13
21	10.64	9.96	10.12	10.16
22	10.61	9.91	9.77	10.01
23	10.22	9.89	9.94	9.99
0	9.96	9.88	9.81	9.96
1	9.85	9.79	9.86	9.94
2	9.93	9.83	9.82	9.88
3	9.91	9.80	9.91	9.93
4	9.66	9.77	9.93	9.94
5	9.42	9.66	9.89	9.79
6	9.37	9.70	9.90	9.87
7	9.26	9.64	9.99	9.94
8	9.54	9.86	10.11	10.03
9	9.88	10.04	10.07	10.00
10	9.78	9.99	10.04	10.01
11	9.63	10.04	10.08	9.98
12	9.71	10.03	9.67	9.94

Tabelle 17: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im August des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	9.32	9.07	9.96	9.52
14	10.67	9.24	9.60	10.08
15	11.51	9.51	9.19	10.85
16	11.69	9.77	9.54	10.57
17	11.57	9.28	9.39	10.55
18	11.56	9.35	9.47	10.44
19	11.14	9.26	9.36	10.47
20	10.56	9.16	9.65	9.98
21	10.07	8.70	9.55	9.73
22	9.74	8.96	9.49	9.81
23	9.45	8.86	9.52	9.46
0	9.32	9.02	9.47	9.34
1	9.17	9.03	9.34	9.49
2	9.04	9.13	9.20	9.44
3	9.05	8.77	9.27	9.41
4	9.13	8.95	9.18	9.42
5	9.27	8.40	9.09	9.46
6	9.45	9.01	9.13	9.40
7	9.31	9.12	9.21	9.42
8	9.33	8.99	9.30	9.43
9	9.39	9.06	9.35	9.51
10	9.62	9.33	9.41	9.64
11	9.79	9.53	9.53	9.77
12	9.97	9.68	9.61	9.74

Tabelle 18: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im September des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	10.71	9.46	9.14	9.43
14	10.36	9.71	9.03	9.37
15	10.61	9.67	9.33	10.17
16	10.51	10.25	9.25	10.22
17	11.48	9.60	9.13	10.12
18	11.18	9.86	9.43	10.26
19	11.17	9.60	9.48	9.91
20	10.60	9.54	9.45	9.53
21	10.54	9.43	9.43	9.37
22	9.48	9.43	9.55	9.09
23	9.30	9.36	9.52	9.12
0	8.85	9.23	9.36	8.95
1	9.00	9.32	9.46	8.91
2	8.34	9.40	9.39	9.34
3	8.99	9.41	9.38	9.01
4	8.22	9.46	9.42	9.48
5	8.86	9.42	9.45	9.19
6	9.26	9.03	9.54	9.41
7	9.44	9.27	9.28	9.23
8	9.28	9.41	9.45	9.33
9	9.17	9.33	9.34	9.31
10	9.33	9.83	9.40	9.00
11	9.05	9.57	9.26	9.15
12	10.08	9.81	9.28	9.26

Tabelle 19: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Oktober des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	9.38	9.07	8.39	8.97
14	9.24	9.15	8.64	8.96
15	9.63	9.20	8.83	9.12
16	9.80	9.15	9.13	9.23
17	10.20	9.21	9.02	9.38
18	10.22	9.14	9.06	9.49
19	10.14	9.12	9.17	9.34
20	9.84	9.01	9.26	9.12
21	9.88	9.17	9.17	9.18
22	9.83	9.11	8.98	9.06
23	9.57	8.87	8.85	8.72
0	9.30	9.07	8.89	9.02
1	8.92	8.78	8.89	8.97
2	8.82	8.88	8.87	8.85
3	9.05	8.96	8.81	8.74
4	8.94	8.86	8.87	8.91
5	8.93	8.81	8.70	8.72
6	8.87	8.87	8.76	8.79
7	8.77	8.72	8.62	8.74
8	8.75	8.60	8.64	8.67
9	8.57	8.55	8.60	8.69
10	8.31	8.79	8.55	8.77
11	8.70	8.65	8.41	8.89
12	8.93	8.66	8.49	8.88

Tabelle 20: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im November des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.17	6.80	6.36	6.52
14	7.24	6.88	6.47	6.61
15	7.47	6.93	6.60	6.78
16	7.47	7.10	6.52	6.75
17	7.57	7.01	6.42	6.51
18	7.38	6.64	6.38	6.33
19	7.32	6.56	6.32	6.21
20	7.30	6.62	6.34	6.25
21	7.16	6.51	6.33	6.25
22	7.09	6.41	6.42	6.26
23	7.04	6.38	6.48	6.20
0	6.93	6.36	6.54	6.21
1	6.46	6.36	6.45	6.20
2	6.63	6.32	6.45	6.16
3	6.92	6.36	6.47	6.18
4	6.68	6.30	6.36	6.18
5	6.43	6.34	6.50	6.18
6	6.40	6.53	6.48	6.15
7	6.40	6.25	6.44	6.66
8	6.32	6.19	6.36	6.11
9	6.35	6.25	6.41	6.09
10	6.48	6.29	6.40	6.22
11	6.52	6.43	6.42	6.30
12	7.02	6.74	6.29	6.49

Tabelle 21: Gemittelte Sauerstoffgehalte des GHMs in mg/L im Dezember des Jahresgangs.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.14	7.02	6.68	6.54
14	7.09	6.99	6.59	6.51
15	7.02	6.98	6.40	6.53
16	7.03	6.96	6.51	6.56
17	6.96	6.94	6.43	6.54
18	6.92	6.97	6.54	6.56
19	6.99	6.95	6.46	6.49
20	7.01	6.93	6.38	6.48
21	6.96	6.91	6.32	6.47
22	6.95	6.92	6.37	6.46
23	6.89	6.88	6.42	6.39
0	6.81	6.84	6.44	6.17
1	6.79	6.79	6.53	6.24
2	6.66	6.80	6.40	6.36
3	6.52	6.73	6.47	6.24
4	6.59	6.79	6.52	6.39
5	6.46	6.76	6.38	6.31
6	6.45	6.77	6.51	6.37
7	6.51	6.82	6.45	6.27
8	6.60	6.75	6.33	6.19
9	6.51	6.81	6.29	6.16
10	6.56	6.89	6.25	6.17
11	6.59	6.83	6.30	6.26
12	6.61	6.80	6.36	6.28

10.4.2 Die Werte der elektrischen Leitfähigkeit des GHMs im Jahresgang

Tabelle 22: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Januar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	342	342	341	338
14	344	342	342	341
15	344	343	344	343
16	343	342	343	344
17	344	343	341	343
18	343	342	342	344
19	343	341	341	343
20	343	342	343	344
21	342	342	344	343
22	344	343	343	344
23	344	344	343	343
0	343	343	344	341
1	344	344	343	342
2	343	344	343	343
3	344	342	344	342
4	343	344	344	342
5	344	343	344	343
6	344	343	343	344
7	344	344	343	343
8	345	344	344	344
9	344	344	343	343
10	345	343	343	343
11	344	343	343	344
12	343	343	343	343

Tabelle 23: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Februar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	332	334	338	338
14	334	338	339	337
15	334	338	338	339
16	338	339	339	338
17	337	338	339	339
18	336	338	338	340
19	335	338	339	339
20	336	339	339	340
21	336	338	339	340
22	337	337	338	339
23	337	338	338	339
0	340	337	339	340
1	336	337	338	342
2	336	338	339	340
3	336	338	338	340
4	336	338	338	340
5	336	338	338	340
6	336	338	338	341
7	336	337	338	340
8	336	338	338	340
9	335	338	338	340
10	335	338	338	340
11	335	338	338	339
12	335	338	338	340

Tabelle 24: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im März eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	327	329	330	332
14	330	330	331	334
15	330	331	333	336
16	331	332	332	334
17	332	333	333	333
18	332	333	333	334
19	333	332	332	335
20	332	333	334	334
21	333	333	332	335
22	333	332	333	335
23	332	332	334	334
0	332	331	332	335
1	333	334	334	334
2	332	332	332	336
3	334	333	334	335
4	333	334	334	334
5	334	332	333	336
6	334	335	335	337
7	334	332	334	335
8	332	333	333	336
9	332	334	333	335
10	332	334	334	334
11	332	333	334	335
12	333	334	333	336

Tabelle 25: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im April eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	335	333	336	334
14	335	336	336	335
15	335	338	336	337
16	336	337	335	337
17	336	338	336	337
18	336	337	336	337
19	335	337	336	338
20	336	337	335	337
21	335	336	336	338
22	334	337	336	338
23	336	336	336	338
0	336	336	336	337
1	336	336	335	338
2	336	336	335	338
3	335	337	335	338
4	336	336	336	339
5	337	336	336	339
6	336	336	336	339
7	336	336	336	340
8	336	336	336	340
9	335	337	335	339
10	336	337	336	337
11	336	336	337	337
12	336	336	336	337

Tabelle 26: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Mai eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	340	340	340	340
14	338	340	340	340
15	339	340	340	341
16	341	340	340	341
17	339	341	340	341
18	340	340	340	342
19	341	340	341	341
20	340	340	340	341
21	340	340	340	342
22	339	340	340	342
23	340	341	340	341
0	340	341	341	341
1	340	340	340	342
2	341	340	340	341
3	340	341	340	342
4	340	341	340	341
5	340	341	340	341
6	340	340	341	343
7	342	341	341	342
8	344	342	342	345
9	343	341	341	344
10	342	340	341	342
11	343	342	341	342
12	343	342	341	342

Tabelle 27: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Juni eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	342	345	343	347
14	345	346	344	346
15	346	343	345	347
16	346	346	344	347
17	347	347	345	348
18	348	347	346	349
19	349	345	346	348
20	347	348	347	348
21	348	349	348	348
22	348	347	347	349
23	348	346	347	348
0	349	347	348	348
1	350	347	347	349
2	350	349	348	349
3	351	349	348	348
4	349	350	349	349
5	351	350	350	350
6	350	349	349	349
7	348	348	348	348
8	349	349	349	349
9	347	347	348	348
10	349	349	349	348
11	349	350	349	349
12	348	349	349	349

Tabelle 28: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Juli eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	342	341	341	343
14	343	343	344	346
15	345	346	345	346
16	349	346	346	348
17	347	346	344	347
18	348	345	344	347
19	349	347	346	347
20	347	348	345	346
21	346	347	346	347
22	349	347	347	347
23	349	349	346	347
0	348	348	347	347
1	347	348	348	349
2	348	350	348	349
3	349	351	348	348
4	348	352	350	349
5	348	350	350	349
6	348	350	350	348
7	350	346	349	346
8	348	348	349	348
9	346	347	346	347
10	346	346	346	346
11	349	344	345	347
12	345	343	344	345

Tabelle 29: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im August eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	338	344	337	343
14	344	341	342	340
15	347	341	344	344
16	346	343	341	343
17	346	344	341	343
18	345	345	342	345
19	344	345	343	345
20	347	346	344	346
21	348	347	345	347
22	347	347	347	347
23	348	347	347	347
0	347	346	347	346
1	346	346	346	346
2	348	347	348	347
3	349	348	347	346
4	348	349	347	346
5	348	348	347	347
6	348	346	347	347
7	348	347	347	347
8	346	346	346	346
9	346	346	346	346
10	346	345	345	346
11	344	343	345	345
12	344	341	345	345

Tabelle 30: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im September eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	339	338	340	341
14	339	340	336	338
15	339	339	339	340
16	338	338	340	340
17	339	339	340	340
18	342	340	339	338
19	342	341	342	341
20	342	341	342	341
21	343	342	342	342
22	343	342	342	343
23	342	342	343	343
0	344	343	342	343
1	342	342	341	343
2	344	342	342	343
3	344	342	342	343
4	342	343	342	343
5	342	343	343	343
6	344	344	343	343
7	342	343	342	345
8	342	341	341	343
9	341	340	341	343
10	339	339	340	342
11	338	338	339	341
12	339	339	339	340

Tabelle 31: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Oktober eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	343	340	345	341
14	343	340	349	343
15	342	343	347	345
16	343	341	348	344
17	341	343	344	344
18	341	343	348	345
19	339	342	344	345
20	339	344	346	344
21	341	343	345	345
22	342	344	345	347
23	342	345	345	346
0	342	344	345	347
1	341	345	345	346
2	343	345	345	347
3	345	348	345	346
4	347	346	345	346
5	347	344	345	346
6	345	347	345	346
7	345	344	347	347
8	345	344	346	346
9	344	345	346	346
10	345	345	346	346
11	342	343	344	342
12	342	343	345	345

Tabelle 32: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im November eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	339	338	339	338
14	339	339	339	338
15	339	339	339	339
16	339	339	340	340
17	339	338	339	340
18	338	339	338	340
19	339	339	338	340
20	338	339	338	340
21	338	339	338	340
22	339	338	339	340
23	338	338	338	340
0	338	339	339	340
1	338	338	339	340
2	338	339	339	341
3	338	338	339	341
4	338	339	339	340
5	338	338	339	341
6	338	338	339	341
7	338	338	339	340
8	338	338	339	341
9	338	338	339	340
10	338	338	339	341
11	338	338	339	340
12	339	338	339	336

Tabelle 33: Gemittelte Werte der elektr. Leitfähigkeit des GHMs in μS im Dezember eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	342	342	343	339
14	343	343	344	342
15	344	343	344	344
16	343	342	343	343
17	344	344	343	344
18	344	345	344	345
19	343	344	344	345
20	343	343	343	345
21	343	343	343	344
22	343	344	343	344
23	342	342	344	345
0	344	343	343	344
1	344	344	344	343
2	343	343	343	344
3	342	344	343	344
4	343	343	344	343
5	344	344	343	344
6	343	344	343	343
7	344	343	344	344
8	343	342	343	344
9	344	344	344	345
10	344	343	344	345
11	343	344	344	344
12	344	343	343	343

10.4.3 Die pH-Werte des GHMs im Jahresgang

Tabelle 34: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Januar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.03	7.68	7.45	7.74
14	6.03	7.68	7.44	7.74
15	6.03	7.62	7.43	7.76
16	6.02	7.58	7.43	7.70
17	6.02	7.56	7.43	7.53
18	6.02	7.55	7.44	7.31
19	6.02	7.55	7.45	7.28
20	6.02	7.55	7.45	7.12
21	6.02	7.56	7.45	7.05
22	6.01	7.55	7.45	7.02
23	6.01	7.55	7.45	7.05
0	6.01	7.53	7.45	7.00
1	6.01	7.54	7.45	7.01
2	6.01	7.52	7.50	6.96
3	6.01	7.54	7.51	6.96
4	6.01	7.55	7.50	6.94
5	6.01	7.54	7.52	6.91
6	6.01	7.54	7.51	6.92
7	6.01	7.54	7.48	6.88
8	6.00	7.53	7.45	6.90
9	6.00	7.52	7.50	6.95
10	6.00	7.57	7.46	7.08
11	6.00	7.62	7.42	7.13
12	6.00	7.68	7.43	7.11

Tabelle 35: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Februar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.00	7.01	7.48	7.02
14	6.00	7.00	7.53	7.10
15	6.00	7.02	7.45	6.95
16	6.00	7.00	7.40	6.96
17	6.00	7.00	7.43	7.15
18	6.00	7.01	7.44	6.96
19	6.00	7.02	7.42	6.77
20	6.00	7.01	7.41	6.94
21	6.00	6.99	7.42	6.77
22	6.00	6.98	7.41	6.66
23	6.00	6.98	7.40	6.62
0	6.00	6.98	7.40	6.85
1	6.00	7.02	7.39	6.79
2	6.00	7.01	7.40	6.91
3	6.00	7.04	7.40	6.91
4	6.00	7.04	7.41	6.96
5	6.00	7.01	7.40	6.97
6	6.00	7.00	7.40	6.94
7	6.00	6.97	7.40	6.93
8	5.99	6.99	7.39	6.98
9	5.99	6.96	7.39	6.93
10	5.99	7.01	7.39	7.04
11	5.99	7.02	7.39	7.03
12	5.99	7.02	7.41	7.15

Tabelle 36: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im März eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.39	7.74	7.48	7.38
14	6.39	7.77	7.50	7.35
15	6.39	7.79	7.46	7.61
16	6.39	7.63	7.44	7.36
17	6.39	7.43	7.43	7.56
18	6.39	7.37	7.43	7.49
19	6.39	7.36	7.43	7.41
20	6.39	7.34	7.43	7.60
21	6.38	7.31	7.43	7.29
22	6.38	7.29	7.43	7.46
23	6.38	7.32	7.43	7.62
0	6.38	7.32	7.43	7.52
1	6.37	7.32	7.42	7.40
2	6.37	7.31	7.42	7.42
3	6.37	7.29	7.44	7.45
4	6.37	7.35	7.44	7.41
5	6.37	7.29	7.47	7.41
6	6.37	7.29	7.46	7.43
7	6.37	7.25	7.45	7.46
8	6.36	7.31	7.45	7.48
9	6.36	7.29	7.45	7.61
10	6.36	7.28	7.45	7.70
11	6.37	7.30	7.45	7.79
12	6.37	7.35	7.45	7.88

Tabelle 37: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im April eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.42	7.57	7.95	7.86
14	7.58	7.61	7.99	7.79
15	7.87	7.60	8.19	7.82
16	7.68	7.59	8.50	7.82
17	7.82	7.63	8.00	7.74
18	7.59	7.67	7.94	7.65
19	7.44	7.71	7.52	7.63
20	7.37	7.71	7.32	7.84
21	7.31	7.77	7.35	7.73
22	7.24	7.74	7.31	7.67
23	7.14	7.68	7.14	7.69
0	7.07	7.66	7.23	7.76
1	6.99	7.56	7.21	7.68
2	6.94	7.55	7.21	7.68
3	6.91	7.51	7.18	7.70
4	6.95	7.46	7.19	7.71
5	6.89	7.43	7.15	7.58
6	6.88	7.44	7.29	7.63
7	6.93	7.45	7.26	7.62
8	6.93	7.41	7.41	7.62
9	6.97	7.52	7.54	7.74
10	7.12	7.53	7.71	7.85
11	7.14	7.57	7.74	7.94
12	7.27	7.57	7.71	7.45

Tabelle 38: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Mai eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.97	7.85	7.58	7.64
14	8.31	7.84	7.97	7.88
15	8.38	7.81	7.95	7.63
16	8.25	7.86	7.68	7.76
17	8.09	7.91	7.19	7.81
18	7.95	7.94	7.29	7.74
19	7.71	8.16	7.17	7.57
20	7.46	7.93	7.07	7.60
21	7.39	7.89	7.06	7.45
22	7.19	7.85	7.01	7.39
23	7.15	7.84	7.09	7.36
0	7.19	7.81	7.06	7.34
1	7.12	7.85	7.08	7.45
2	7.06	7.82	7.03	7.44
3	7.04	7.82	7.03	7.47
4	7.01	7.83	7.18	7.45
5	6.98	7.82	7.23	7.38
6	6.95	7.79	7.26	7.45
7	6.91	7.77	7.25	7.46
8	6.90	7.90	7.28	7.59
9	6.90	8.17	7.43	7.71
10	6.99	8.24	7.73	7.64
11	7.07	8.27	7.89	7.79
12	7.23	8.33	8.17	7.89

Tabelle 39: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Juni eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	8.71	8.43	8.52	8.20
14	8.85	8.47	8.43	8.12
15	8.99	8.51	8.11	8.18
16	9.04	8.53	7.61	8.20
17	8.74	8.52	7.74	8.13
18	8.28	8.59	7.64	8.15
19	8.01	8.57	7.51	8.15
20	7.66	8.57	8.03	8.15
21	7.41	8.56	7.73	8.06
22	7.33	8.50	8.21	8.07
23	7.26	8.41	7.78	8.07
0	7.22	8.40	7.99	8.08
1	7.16	8.36	8.34	8.08
2	7.14	8.31	8.35	8.08
3	7.03	8.28	8.35	8.09
4	7.10	8.27	8.30	8.14
5	7.10	8.29	8.34	8.11
6	7.07	8.24	8.34	8.08
7	7.04	8.36	8.36	8.03
8	7.13	8.39	8.41	8.03
9	7.58	8.43	8.41	7.91
10	8.05	8.45	8.44	7.89
11	8.31	8.62	8.44	7.89
12	8.27	8.66	8.35	7.90

Tabelle 40: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Juli eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.31	8.72	7.61	8.31
14	7.82	8.80	7.83	8.08
15	8.02	8.76	7.86	8.10
16	7.86	8.82	7.79	8.08
17	7.84	8.85	7.78	8.19
18	7.79	8.85	7.64	8.10
19	7.86	8.87	7.98	8.20
20	7.76	8.81	7.86	8.14
21	7.62	8.78	7.89	8.10
22	7.52	8.74	7.68	8.10
23	7.39	8.72	7.91	8.08
0	7.24	8.70	7.81	8.08
1	7.12	8.67	7.97	8.09
2	7.01	8.63	7.94	8.07
3	7.17	8.58	7.64	8.08
4	7.49	8.51	7.74	8.07
5	7.65	8.54	7.68	8.10
6	7.73	8.58	7.43	8.10
7	7.73	8.60	7.56	8.05
8	7.44	8.60	7.64	8.15
9	7.46	8.67	7.85	8.16
10	7.54	8.70	8.13	8.18
11	7.75	8.75	8.17	8.23
12	8.17	8.81	8.21	8.26

Tabelle 41: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im August eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	7.66	8.88	8.15	7.90
14	7.51	8.96	8.22	8.00
15	7.56	8.90	8.47	7.93
16	7.53	9.00	8.71	8.05
17	7.48	8.92	8.69	8.01
18	7.33	8.83	8.64	7.91
19	7.28	8.78	8.53	7.85
20	7.14	8.54	8.11	7.80
21	7.04	8.35	7.83	7.81
22	7.02	8.23	7.68	7.63
23	6.97	8.23	7.60	7.62
0	6.93	8.23	7.61	7.50
1	6.88	8.23	7.54	7.45
2	6.83	8.23	7.55	7.31
3	6.78	8.18	7.39	7.42
4	6.74	8.10	7.43	7.43
5	6.72	8.03	7.36	7.42
6	6.71	8.11	7.46	7.51
7	6.72	8.10	7.55	7.45
8	6.91	8.28	7.65	7.64
9	7.07	8.40	7.67	7.55
10	7.21	8.65	8.00	7.43
11	7.52	8.86	8.15	7.79
12	7.81	9.06	8.44	7.78

Tabelle 42: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im September eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.75	8.91	7.76	6.48
14	6.70	9.03	7.94	6.60
15	6.68	9.07	8.10	6.60
16	6.64	8.94	8.13	6.68
17	6.63	8.90	8.04	6.73
18	6.64	8.77	8.07	6.76
19	6.67	8.46	7.77	6.55
20	6.72	8.02	7.44	7.23
21	6.76	7.89	7.29	7.27
22	6.79	7.83	7.19	7.28
23	6.82	7.79	7.16	7.27
0	6.85	7.76	7.21	7.25
1	6.88	7.73	7.20	7.23
2	6.90	7.75	7.19	7.26
3	6.92	7.74	7.27	7.26
4	6.94	7.73	7.24	7.24
5	6.96	7.69	7.25	7.26
6	6.97	7.72	7.30	7.29
7	6.98	7.73	7.33	7.22
8	6.99	8.13	7.45	7.27
9	6.99	8.91	7.52	7.29
10	6.97	9.09	7.84	7.28
11	7.34	8.81	7.78	7.43
12	7.73	8.70	7.95	7.37

Tabelle 43: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Oktober eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.98	7.44	7.22	8.40
14	7.20	7.52	7.23	8.22
15	7.23	7.59	7.24	8.11
16	7.52	7.64	8.57	7.88
17	7.34	7.66	8.50	7.71
18	7.32	7.66	6.94	7.59
19	7.32	7.61	6.65	7.51
20	7.32	7.58	6.96	7.35
21	7.32	7.59	6.62	7.29
22	7.30	7.60	6.75	7.15
23	7.27	7.56	6.81	7.21
0	7.24	7.51	6.83	7.19
1	7.18	7.51	6.93	7.19
2	7.18	7.50	6.94	7.17
3	7.15	7.51	7.02	7.15
4	7.08	7.50	6.99	7.09
5	7.17	7.47	6.95	7.04
6	7.22	7.48	6.90	7.00
7	7.20	7.48	6.65	6.94
8	7.18	7.46	6.92	6.80
9	7.24	7.48	6.92	7.09
10	7.23	7.48	6.99	7.34
11	7.33	7.52	7.14	7.00
12	7.34	7.53	7.19	7.71

Tabelle 44: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im November eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.90	7.50	8.36	7.42
14	6.91	7.50	8.38	7.43
15	6.95	7.50	8.35	7.45
16	6.97	7.55	8.31	7.46
17	7.00	7.54	8.31	7.49
18	7.02	7.53	8.28	7.50
19	7.05	7.52	8.28	7.43
20	7.07	7.52	8.31	7.38
21	7.09	7.51	8.32	7.28
22	7.11	7.51	8.34	7.22
23	7.13	7.51	8.35	7.13
0	7.15	7.50	8.34	7.09
1	7.17	7.50	8.34	7.03
2	7.18	7.50	8.36	7.00
3	7.19	7.50	8.35	6.95
4	7.20	7.48	8.32	6.91
5	7.21	7.50	8.33	6.87
6	7.22	7.49	8.34	6.84
7	7.23	7.50	8.36	6.83
8	7.24	7.49	8.33	6.80
9	7.26	7.49	8.30	6.78
10	7.26	7.49	8.29	6.80
11	7.28	7.50	8.21	6.79
12	7.28	7.50	8.19	6.80

Tabelle 45: Die gemittelten pH-Werte des GHMs im Dezember eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost
13	6.61	7.56	7.59	7.90
14	6.61	7.57	7.61	7.89
15	6.61	7.56	7.69	7.91
16	6.60	7.57	7.65	7.91
17	6.60	7.57	7.62	7.83
18	6.59	7.55	7.63	7.79
19	6.59	7.54	7.63	7.72
20	6.58	7.54	7.63	7.69
21	6.58	7.53	7.58	7.66
22	6.58	7.53	7.57	7.66
23	6.57	7.52	7.57	7.62
0	6.57	7.54	7.58	7.60
1	6.57	7.54	7.63	7.61
2	6.57	7.54	7.63	7.62
3	6.56	7.52	7.64	7.74
4	6.56	7.53	7.62	7.67
5	6.56	7.53	7.62	7.58
6	6.56	7.52	7.64	7.57
7	6.56	7.55	7.66	7.58
8	6.56	7.54	7.65	7.59
9	6.56	7.56	7.65	7.57
10	6.55	7.56	7.66	7.52
11	6.55	7.57	7.66	7.51
12	6.54	7.61	7.68	7.54

10.4.4 Die Wasser- und Lufttemperaturen des GHMs im Jahrgang

Tabelle 46: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Januar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	5.6	4.8	4.9	4.9	2.3
14	5.7	4.8	4.9	4.9	2.4
15	5.7	4.8	4.8	4.8	2.9
16	5.6	4.8	4.8	4.8	3.0
17	5.6	4.8	4.6	4.8	3.0
18	5.6	4.8	4.6	4.7	3.3
19	5.6	4.8	4.5	4.7	3.4
20	5.6	4.8	4.6	4.7	3.6
21	5.6	4.8	4.5	4.9	3.7
22	5.6	4.9	4.6	4.8	3.6
23	5.6	4.9	4.5	4.8	3.5
0	5.6	4.8	4.6	4.9	3.1
1	5.5	4.8	4.5	4.9	2.9
2	5.5	4.8	4.6	4.8	2.7
3	5.5	4.8	4.6	4.8	2.5
4	5.5	4.8	4.7	4.7	2.4
5	5.5	4.8	4.7	4.9	2.4
6	5.5	4.9	4.7	4.8	2.0
7	5.5	4.9	4.8	4.8	2.2
8	5.5	4.9	4.9	4.8	2.7
9	5.5	4.9	4.9	4.9	3.0
10	5.5	4.9	4.9	4.9	3.1
11	5.5	4.9	5.0	4.9	3.0
12	5.4	5.0	5.3	4.6	3.2

Tabelle 47: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Februar eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	4.5	5.5	5.4	5.5	6.0
14	4.6	5.6	5.4	5.6	6.0
15	4.7	5.5	5.5	5.4	6.0
16	4.7	5.4	5.5	5.4	6.0
17	4.7	5.4	5.3	5.3	6.0
18	4.6	5.3	5.2	5.2	6.0
19	4.6	5.3	5.1	5.2	6.0
20	4.5	5.3	5.1	5.3	5.9
21	4.5	5.3	5.0	5.3	5.4
22	4.5	5.3	4.9	5.3	5.1
23	4.4	5.2	4.9	5.3	5.1
0	4.4	5.2	4.9	5.4	4.8
1	4.4	5.1	4.9	5.4	4.5
2	4.4	5.1	4.9	5.4	4.4
3	4.3	5.1	4.8	5.5	4.2
4	4.3	5.1	4.9	5.4	4.1
5	4.3	5.1	4.8	5.3	3.8
6	4.3	4.9	4.9	5.4	3.5
7	4.3	5.1	4.9	5.4	3.5
8	4.2	5.2	4.8	5.4	3.6
9	4.2	5.2	4.8	5.4	3.9
10	4.2	5.2	4.7	5.4	4.3
11	4.3	5.3	4.7	5.4	4.8
12	4.4	5.4	4.8	5.5	5.3

Tabelle 48: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im März eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	9.4	9.3	7.1	7.7	10.0
14	9.5	9.2	7.2	7.9	11.6
15	9.7	9.3	7.3	7.9	13.2
16	9.8	9.5	7.3	7.9	12.9
17	9.7	9.6	7.3	7.8	12.7
18	9.8	9.7	7.4	8.0	12.4
19	9.9	9.6	7.4	8.0	11.1
20	9.8	9.6	7.4	7.9	10.6
21	9.9	9.5	7.5	7.8	10.2
22	9.9	9.5	7.4	7.9	9.8
23	9.8	9.5	7.4	7.7	9.7
0	9.7	9.4	7.5	7.6	9.4
1	9.6	9.4	7.7	7.7	9.0
2	9.6	9.3	7.7	7.6	8.5
3	9.6	9.3	7.7	7.6	8.2
4	9.5	9.2	7.7	7.6	8.2
5	9.4	9.1	7.3	7.6	8.0
6	9.2	9.0	7.3	7.6	7.8
7	9.1	8.9	7.3	7.5	8.3
8	8.9	8.9	7.3	7.5	8.8
9	8.9	8.9	7.4	7.5	9.1
10	9.1	9.1	7.4	7.5	9.7
11	9.4	9.3	7.5	7.5	10.2
12	9.9	9.4	7.6	7.4	10.4

Tabelle 49: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im April eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	13.2	11.5	12.9	14.6	9.5
14	13.0	11.6	13.1	15.0	11.3
15	13.2	11.8	13.5	15.3	13.3
16	13.2	12.1	13.8	15.5	13.9
17	13.3	12.1	14.2	15.6	14.4
18	13.2	11.9	14.3	15.5	15.4
19	13.1	12.0	14.3	15.6	15.2
20	13.0	11.8	14.4	15.5	15.3
21	12.8	11.9	14.3	15.4	14.9
22	12.7	12.1	14.2	15.1	14.6
23	12.5	12.0	14.0	14.9	13.3
0	12.3	12.0	13.9	14.7	11.6
1	12.2	12.0	13.7	14.5	10.3
2	12.0	12.0	13.4	14.4	9.1
3	11.8	12.0	13.2	14.2	8.6
4	11.7	12.0	13.0	14.1	8.3
5	11.5	11.9	12.8	13.9	8.2
6	11.4	11.9	12.6	13.8	8.4
7	11.3	11.9	12.4	13.6	8.7
8	11.2	11.9	12.3	13.4	9.0
9	11.4	12.1	12.2	13.3	9.3
10	11.8	12.4	12.4	13.3	10.4
11	12.4	12.9	13.1	13.6	11.3
12	13.0	13.4	13.5	14.0	11.6

Tabelle 50: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Mai eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	17.6	18.9	14.6	14.6	13.9
14	18.2	19.3	15.0	14.9	14.7
15	18.5	20.0	15.3	15.4	15.5
16	18.0	19.8	15.5	15.3	16.2
17	17.7	19.4	15.6	15.7	16.0
18	17.5	19.3	15.5	15.8	15.7
19	17.3	19.7	15.3	15.8	15.4
20	17.1	19.3	15.2	15.5	15.1
21	16.9	18.8	14.8	15.1	15.0
22	16.6	18.4	14.5	15.0	14.3
23	16.2	18.2	14.2	14.7	13.9
0	15.8	17.8	14.1	14.5	13.1
1	15.4	17.6	13.9	14.6	12.4
2	15.0	17.4	13.8	14.5	11.9
3	14.7	17.2	13.7	14.3	11.3
4	14.4	17.0	13.6	14.2	10.9
5	14.1	16.8	13.5	14.1	11.4
6	13.8	16.7	13.4	14.0	12.9
7	13.8	16.6	13.3	14.0	13.7
8	14.4	16.6	13.3	13.9	14.6
9	15.0	16.7	13.2	14.0	15.5
10	15.7	17.0	13.2	14.1	15.9
11	16.5	17.1	13.4	14.1	16.6
12	17.2	16.9	13.6	14.8	17.0

Tabelle 51: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Juni eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	22.7	18.4	20.0	19.8	20.5
14	23.1	18.5	20.3	20.4	21.6
15	23.1	19.0	20.6	20.6	22.9
16	23.2	19.3	20.9	20.9	23.4
17	23.1	19.5	21.0	21.2	23.7
18	23.0	19.4	20.9	21.4	23.8
19	22.9	19.0	21.0	21.7	23.6
20	22.9	19.0	20.9	21.6	23.5
21	22.6	18.9	20.7	21.6	23.2
22	22.3	18.7	20.6	21.5	22.8
23	21.9	18.5	20.4	21.3	22.7
0	21.6	18.3	20.3	21.2	21.9
1	21.2	18.1	20.1	21.1	20.4
2	21.1	18.1	20.0	21.0	19.9
3	20.8	18.0	19.8	20.9	19.1
4	20.7	17.9	19.7	20.8	18.2
5	20.5	17.8	19.6	20.7	17.4
6	20.5	17.7	19.5	20.7	16.8
7	20.4	17.8	19.4	20.6	16.9
8	20.4	18.0	19.2	20.6	17.1
9	20.5	18.0	19.2	20.6	17.4
10	20.6	18.1	19.2	20.7	17.2
11	20.9	18.5	19.4	21.1	16.9
12	21.2	19.0	19.6	21.3	16.7

Tabelle 52: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Juli eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	25.2	24.9	25.4	25.0	28.3
14	25.8	25.2	25.7	25.0	27.4
15	26.3	25.6	25.8	25.2	26.1
16	25.5	25.2	25.2	25.2	21.5
17	25.3	25.2	24.9	25.2	21.6
18	24.9	25.0	24.5	25.0	20.8
19	24.8	25.1	24.6	24.9	21.1
20	24.4	24.7	24.0	24.9	18.3
21	23.9	24.7	24.1	24.8	18.9
22	23.6	24.6	24.0	24.8	17.5
23	23.1	24.4	23.9	24.7	16.3
0	22.4	24.1	23.8	24.6	15.6
1	21.7	24.2	23.4	24.5	15.6
2	21.0	23.9	23.4	24.4	15.6
3	20.8	24.0	23.3	24.3	15.3
4	20.9	23.9	23.4	24.2	15.3
5	20.7	23.8	23.2	24.1	16.4
6	20.5	23.7	23.2	24.0	17.2
7	20.3	23.5	23.0	23.9	17.5
8	20.1	23.6	23.2	23.9	17.8
9	20.8	23.8	23.1	23.9	18.2
10	21.3	24.0	23.5	23.9	18.7
11	22.3	24.4	23.7	24.0	19.4
12	23.8	24.6	24.4	24.1	20.2

Tabelle 53: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im August eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	27.1	25.6	25.3	24.7	28.1
14	29.0	26.1	26.7	23.5	27.5
15	30.0	27.0	27.0	23.8	28.0
16	29.9	27.0	26.8	24.0	28.1
17	29.6	27.8	27.0	24.3	28.5
18	28.6	27.0	27.7	24.3	29.3
19	28.1	27.5	27.0	24.3	29.5
20	27.4	27.2	27.0	24.3	28.9
21	26.6	26.9	26.5	24.5	27.8
22	25.8	26.4	25.9	24.4	26.9
23	25.3	26.1	25.9	24.3	25.8
0	24.7	25.6	25.6	24.3	25.4
1	24.2	25.3	25.2	24.4	25.1
2	23.7	25.0	24.9	24.1	24.5
3	23.2	24.8	24.6	24.2	24.0
4	22.7	24.6	24.5	24.1	23.5
5	22.3	24.4	24.3	24.2	23.1
6	21.9	24.3	24.2	24.1	22.8
7	21.6	24.0	24.1	24.3	22.5
8	21.8	24.2	24.0	24.3	22.6
9	22.3	24.2	23.9	24.2	23.0
10	23.2	24.6	24.0	24.2	23.5
11	24.5	24.9	24.4	24.0	24.2
12	26.4	25.2	25.4	24.1	25.2

Tabelle 54: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im September eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	20.2	19.5	19.5	19.2	16.1
14	21.4	19.5	19.9	19.2	16.5
15	21.9	19.7	20.6	19.4	17.8
16	22.2	19.7	21.1	19.5	17.7
17	22.1	19.8	21.3	19.6	17.8
18	21.5	19.8	21.2	19.7	17.9
19	20.8	19.6	20.5	19.7	17.3
20	20.3	19.4	20.1	19.7	17.1
21	19.7	19.1	19.6	19.6	16.5
22	19.0	18.8	19.0	19.4	15.8
23	18.4	18.7	18.8	19.3	14.9
0	18.0	18.9	18.7	19.1	14.3
1	17.4	18.7	18.5	19.1	13.9
2	16.9	18.5	18.4	19.0	13.3
3	16.5	18.4	18.4	18.9	13.3
4	15.9	18.4	18.4	18.8	12.9
5	15.7	18.3	18.3	18.7	12.8
6	15.5	18.2	18.2	18.7	12.2
7	15.2	18.3	18.1	18.6	12.0
8	15.1	18.2	18.0	18.5	12.1
9	15.3	18.6	17.9	18.5	12.7
10	16.2	19.0	18.1	17.5	13.8
11	17.8	19.4	18.6	18.6	15.5
12	19.2	19.1	18.8	18.9	16.3

Tabelle 55: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Oktober eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	15.3	16.0	15.9	15.9	13.4
14	16.2	15.9	16.3	16.1	14.3
15	16.3	15.9	16.1	16.0	13.2
16	16.6	16.0	16.6	16.0	13.3
17	16.3	16.0	16.9	16.0	13.6
18	16.2	15.9	16.5	16.0	13.7
19	16.1	15.8	16.3	16.0	13.5
20	15.9	15.6	16.0	16.0	13.2
21	15.6	15.6	15.8	15.9	12.7
22	15.4	15.5	15.7	15.8	12.3
23	15.2	15.4	15.6	15.8	11.8
0	15.0	15.3	15.4	15.7	11.5
1	14.8	15.4	15.4	15.6	11.4
2	14.6	15.3	15.4	15.7	11.2
3	14.3	15.3	15.3	15.6	11.3
4	14.2	15.3	15.2	15.6	11.3
5	14.2	15.3	15.3	15.6	11.3
6	14.2	15.3	15.3	15.5	11.2
7	14.1	15.3	15.2	15.5	11.2
8	14.0	15.3	15.2	15.5	11.1
9	14.0	15.2	15.2	15.5	11.1
10	14.0	15.1	15.2	15.5	11.2
11	14.0	15.2	15.3	15.5	12.2
12	13.9	15.1	15.2	15.5	12.8

Tabelle 56: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im November eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	8.9	8.6	8.9	8.7	7.7
14	8.9	8.6	8.9	8.7	8.1
15	8.9	8.6	9.0	8.6	8.4
16	8.8	8.6	8.9	8.6	8.2
17	8.7	8.4	8.7	8.6	7.9
18	8.6	8.3	8.6	8.5	7.5
19	8.5	8.3	8.5	8.4	7.2
20	8.5	8.2	8.4	8.4	7.1
21	8.4	8.1	8.4	8.4	6.8
22	8.3	8.1	8.3	8.4	6.3
23	8.3	8.0	8.3	8.4	6.1
0	8.2	8.0	8.3	8.4	5.8
1	8.1	8.0	8.3	8.4	5.5
2	7.9	7.9	8.2	8.3	5.3
3	7.8	7.9	8.2	8.4	5.2
4	7.9	7.9	8.3	8.4	5.5
5	8.0	7.9	8.2	8.3	5.6
6	8.1	8.1	8.3	8.4	5.8
7	8.1	7.8	8.3	8.4	5.9
8	8.2	7.9	8.3	8.4	6.1
9	8.2	7.9	8.3	8.3	6.1
10	8.2	8.0	8.3	8.3	6.1
11	8.3	8.0	8.3	8.3	6.2
12	8.3	7.9	8.3	8.3	7.1

Tabelle 57: Die gemittelten Temperaturen des GHMs in °C im Dezember eines Jahres.

	Nordwest	West	Süd	Ost	Luft
13	5.9	5.8	5.8	5.9	6.3
14	6.0	5.7	5.8	5.9	6.8
15	6.0	5.7	5.8	5.9	7.1
16	6.1	5.6	5.6	5.8	7.5
17	6.1	5.4	5.5	5.8	7.7
18	6.1	5.2	5.4	5.8	7.4
19	6.1	5.1	5.3	5.8	7.6
20	6.0	5.1	5.1	5.8	7.7
21	6.0	5.1	5.3	5.8	7.8
22	5.9	5.1	5.3	5.8	7.7
23	5.9	5.1	5.1	5.8	7.8
0	5.8	5.2	5.1	5.8	7.7
1	5.7	5.2	5.1	5.8	7.8
2	5.7	5.2	4.9	5.8	7.7
3	5.6	5.1	5.0	5.8	7.8
4	5.6	5.2	5.0	5.8	7.7
5	5.6	5.2	5.0	5.8	7.6
6	5.7	5.2	5.0	5.8	7.8
7	5.7	5.1	4.9	5.8	7.8
8	5.8	5.2	4.8	5.8	7.5
9	5.8	5.2	4.9	5.9	7.5
10	5.8	5.2	5.2	5.9	7.4
11	5.9	5.2	5.2	5.9	7.3
12	5.9	5.2	5.3	6.0	7.5

11. Kurzlebenslauf des Doktoranden

11.1 Persönliches

Geburtsdatum/-ort 01.11.1994/ Langenhagen
Nationalität deutsch

11.2 Ausbildung

seit 04/2019 **PROMOTION** (Bereich Gewässerökologie)

10/2019 – 03/2022 **MASTER OF EDUCATION** (Biologie und Chemie)
Abschlussnote: 1,2 – Leibniz Universität Hannover

10/2016 – 02/2019 **MASTER OF SCIENCE** (Landschaftswissenschaften)
Abschlussnote: 1,2 – Leibniz Universität Hannover

10/2013 – 09/2016 **BACHELOR OF SCIENCE** (Biologie und Chemie)
Abschlussnote: 1,9 – Leibniz Universität Hannover

09/2005 – 06/2013 **ABITUR**
Abschlussnote: 2,3 (Leistungsfächer: Geschichte, Englisch, Politik)
Gymnasium Langenhagen

11.3 Beruflicher Werdegang

04/2019 – 08/2022 **WISSENSCHAFTLICHER MITARBEITER**
Bereich Gewässer- & Vegetationsökologie
Institut für Geobotanik der Leibniz Universität Hannover

01/2018 – 03/2018 **ÖKOLOGISCHES PRAKTIKUM**
Forschende Tätigkeiten in Reservaten des Amazonas-Regenwaldes &
auf den Galápagos-Inseln in Ecuador

04/2015 – 03/2019 **STUDENTISCHE HILFSKRAFT**
Institut für Geobotanik
- Tutor in den Bereichen Botanik und Gewässerökologie
- Unterstützung bei Lehrveranstaltungen

02/2015 – 03/2015 **BETRIEBSPRAKTIKUM**
Schreibers Aquaristik
- Pflege von Korallen aus dem indopazifischen Raum

11.4 Bisherige Publikation(en)

PIKOS, T. (2020): Ökologische Differenzierung limnischer und fluviatiler Lebensräume an der Leine bei Garbsen in der Region Hannover. – In: Naturhistorica – Berichte der naturhistorischen Gesellschaft Hannover **162**: S. 105-131.