



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Physikalisch-chemische Untersuchungen der Fische,
Niederösterreich“

verfasst von / submitted by

Florian Karl Czurda

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 423 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UniStG
UF Chemie UniStG
UF Biologie und Umweltkunde UniStG

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Franz Jirsa, Privatdoz.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Diplomarbeit sowie während des Studiums unterstützt und motiviert haben.

Zu allererst möchte ich mich bei Herrn Mag. Dr. Franz Jirsa bedanken, der mir bei der Themenfindung, der praktischen Arbeit und der Niederschrift als Betreuer freundlich und tatkräftig zur Seite stand.

Weiters bedanke ich mich hiermit bei Christof Plessl, Marko Klaic und Christiane Christian die mich auf das Arbeiten mit den Analysegeräten einschulten und darüber hinaus, gemeinsam mit Nico Valiente, James Outa, Daniel Stifter, Philipp Pirkwieser, Martin Friedrich Sigmund und Claudia Ellemunter für eine sehr angenehme Atmosphäre im Labor sorgten.

Außerdem gilt mein Dank Frau Iva Nikolic, die mich bei der Probenahme unterstützte, Frau Mag. Brigitte Schmidt, die die Bestimmung der submersen Wasserpflanzen übernahm und Herrn Ferdinand Lindebner, der mir sein Auto für die Probenahme zur Verfügung gestellt hat.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern Karl und Therese, meinen Geschwistern Fabian und Laura Czurda sowie meiner Freundin Anna Hofmarcher, die immer ein offenes Ohr für meine Anliegen hatten.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	3
1. EINLEITUNG	7
1.1. SCHWERMETALLE IN DER UMWELT	7
1.1.1. <i>Schwermetalle im Sediment</i>	8
1.1.2. <i>Schadwirkungen auf Wasserpflanzen</i>	9
1.2. UNTERSUCHTE SCHWERMETALLE	11
1.2.1. <i>Titan, Ti</i>	11
1.2.2. <i>Chrom, Cr</i>	11
1.2.3. <i>Mangan, Mn</i>	12
1.2.4. <i>Eisen, Fe</i>	13
1.2.5. <i>Nickel, Ni</i>	14
1.2.6. <i>Kupfer, Cu</i>	15
1.2.7. <i>Zink</i>	16
1.2.8. <i>Silber, Ag</i>	17
1.2.9. <i>Cadmium, Cd</i>	17
1.2.10. <i>Quecksilber, Hg</i>	18
1.2.11. <i>Blei, Pb</i>	19
1.3. ALLGEMEINE WASSERPARAMETER	21
1.3.1. <i>pH-Wert</i>	21
1.3.2. <i>Elektrische Leitfähigkeit</i>	21
1.3.3. <i>Temperatur</i>	21
1.3.4. <i>Sauerstoffgehalt</i>	21
1.3.5. <i>Alkalinität</i>	22
1.3.6. <i>Alkalimetalle: Natrium, Kalium</i>	22
1.3.7. <i>Erdalkalimetalle: Magnesium, Calcium</i>	22
1.3.8. <i>Gelöste Anionen Chlorid, Sulfat</i>	23
1.3.9. <i>Stickstoffspezies: Ammonium, Nitrit, Nitrat</i>	23
1.3.10. <i>Gelöster gebundener Stickstoff (DN)</i>	23
1.3.11. <i>Gelöster organischer Kohlenstoff/ Dissolved organic Carbon (DOC)</i>	23
1.4. MOTIVATION	25
2. MATERIAL UND METHODEN	26
2.1. UNTERSUCHUNGSGEBIET: DIE FISCHA	26
2.2. PROBENAHMESTELLEN	27
2.2.1. <i>Haschendorf: 47°53'12,9" N 16°20'31,0" E; Seehöhe 230m (Abbildung 2)</i>	28
2.2.2. <i>Alte Fischa: 47°55'25.2"N 16°22'00.8"E, Seehöhe: 215m (Abbildung 3)</i>	29
2.2.3. <i>Neue Fischa: 47°55'25.2"N 16°22'00.8"E; Seehöhe: 213m (Abbildung 4)</i>	29
2.2.4. <i>Weigelsdorf: 47°57'12.8"N 16°24'42.4"E; Seehöhe: 202m (Abbildung 5)</i>	30
2.2.5. <i>Mitterndorf: 47°59'56.7"N 16°28'12.3"E; Seehöhe: 185m (Abbildung 6)</i>	30
2.2.6. <i>Gramatneusiedl: 48°01'28.9"N 16°30'10.6"E; Seehöhe: 177m (Abbildung 7)</i>	31
2.2.7. <i>Schwadorf: 48°04'21.2"N 16°35'25.6"E; Seehöhe: 161m (Abbildung 8)</i>	31
2.2.8. <i>Fischamend: 48°07'08.2"N 16°36'36.7"E; Seehöhe: 151m (Abbildung 9)</i>	32
2.3. UNTERSUCHTE WASSERPFLANZEN	32
2.3.1. <i>Chara fragilis</i>	32
2.3.2. <i>Fontinalis antipyretica</i>	32
2.3.3. <i>Cladophora sp.</i>	33
2.3.4. <i>Potamogeton obtusifolius</i>	33
2.3.5. <i>Myriophyllum spicatum</i>	33
2.4. PROBENAHME	34

2.4.1. Allgemeine Wasserparameter	34
2.4.2. Schwermetallbestimmung in Kompartimenten der Fische	34
2.5. PROBENAUFBEREITUNG IM LABOR	35
2.5.1. Allgemeine Wasserparameter	35
2.5.2. Schwermetallbestimmung	35
2.6. CHEMISCHE ANALYSE	36
2.6.1. Spektroskopie: Grundlagen	36
2.6.2. Allgemeine Wasserparameter	39
2.6.3. Schwermetallbestimmung in Kompartimenten der Fische	41
3. ERGEBNISSE	44
3.1. ALLGEMEINE WASSERPARAMETER	44
3.2. GELÖSTER ORGANISCHER KOHLENSTOFF (DOC)	48
3.3. STICKSTOFFSPEZIES: AMMONIUM, NITRIT, NITRAT, GELÖSTER GEBUNDENER STICKSTOFF	49
3.4. GELÖSTE ANIONEN: SULFAT, CHLORID, PHOSPHAT	52
3.5. GELÖSTE KATIONEN: NATRIUM, KALIUM, MAGNESIUM, CALCIUM	53
3.6. SCHWERMETALLE	55
4.6.1. Schwermetalle im Sediment	55
3.6.2. Schwermetalle in Wasserpflanzen	62
3.6.3. Quecksilber im Flusswasser	67
4. DISKUSSION	68
4.1. FLUSSWASSER	68
4.2. SEDIMENT	70
4.3. SUBMERSE WASSERPFLANZEN	71
5. CONCLUSIO	74
6. LITERATURVERZEICHNIS	75
7. ZUSAMMENFASSUNG	78
8. ABSTRACT	79
9. ANHANG	80
ANALYTISCHE DATEN	80

1. Einleitung

1.1. Schwermetalle in der Umwelt

Als Schwermetalle bezeichnet man laut Bliefert (1994) solche Metalle, die eine Dichte von $>5\text{g/cm}^3$ aufweisen. Sie können in den drei Kompartimenten Luft, Wasser und Boden in verschiedenen Spezies vorkommen und vor allem im Boden eine Persistenz ausbilden (Bliefert, 1994, S. 336). Es gibt essentielle Elemente wie Eisen, Zink und Kupfer die lebensnotwendig für Organismen sind und Elemente, die für Lebewesen nicht von Bedeutung sind, wie Cadmium, Quecksilber und Blei. Sobald Lebewesen allerdings erhöhten Konzentrationen von Schwermetallen ausgesetzt sind, können nicht nur toxische, sondern auch essentielle Schwermetalle Schädwirkungen haben. Dazu gehören unter anderem Stoffwechselstörungen und Wachstumshemmungen (Fent, 2003, S. 51).

In Oberflächengewässer findet man unterschiedliche Faktoren vor, die über die chemische Zusammensetzung dieser Ökosysteme entscheiden. Geologischer Einfluss ist durch Böden und Gesteine gegeben, die in direktem Kontakt mit dem Wasser stehen. Temperatur und Niederschlag wirken ebenso auf Oberflächengewässer ein, als auch die biologischen Faktoren Fauna und Flora. Wassertiefe sowie Fließgeschwindigkeit, temporale Faktoren durch den jahreszeitlichen Verlauf, Tag- Nacht- Gänge, Stagnations- beziehungsweise Zirkulationsphasen und anthropogene Faktoren durch die Einleitung flüssiger, gasförmiger und fester Stoffe sind entscheidend für den Chemismus von Oberflächengewässer (Fiedler&Rösler, 1993, S. 102).

In Ökosystemen treten Metalle in unterschiedlichen Spezies in Erscheinung. Sowohl in gebundener Form an Partikel als auch als schwerlösliche Salze, aber auch in Lösungen als freie Aquo- Ionen oder in Komplexen. Das Verhalten von Schwermetallen in der Umwelt und deren Aufnahme in Organismen hängt unter anderem von den Faktoren pH- Wert, Alkalinität und der Konzentration anorganischer und organischer Liganden im Medium ab. Nach diesen Parametern richtet sich die Konzentration an freien Metall- Ionen, die für die Toxizität verantwortlich sind (Fent, 2003, S. 54).

Die Verteilung der möglichen chemischen Spezies eines Metalls in unterschiedlichen Bindungsformen, insbesondere in Komplexen mit verschiedenen Liganden in Lösung oder

verschiedenen Redoxzuständen und Bindungen in festen Phasen, hat eine starke Auswirkung auf im Wasser lebende Organismen (Sigg&Stumm,2011, S.191).

Der Eintrag von Schwermetallen in die Umwelt ist einerseits natürlich bedingt, beispielsweise durch Erosion und Vulkanismus, aber andererseits auch anthropogen durch die Verbrennung von Kohle und anderen fossilen Brennstoffen sowie durch Emissionen aus der metallurgischen Industrie. Diese anthropogenen Schwermetallausstöße in die Umwelt übersteigen den Eintrag aus natürlichen Quellen und machen sich vor allem bei Schwermetallen und anderen Spurenelementen wie Arsen, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink, Blei und Quecksilber bemerkbar (Sigg&Stumm, 2011, S.424).

Einträge von Schwermetallen in Gewässer können auf unterschiedliche Weise stattfinden. Quecksilber und Blei können als flüchtige Spezies bei Verbrennungsprozessen in die Atmosphäre und über atmosphärische Niederschläge in die Gewässer gelangen. Häusliche Abwässer mit Kupfer- und Zinkinstallationen oder auch Blei aus älteren Installationen stellen Eintragswege von Schwermetallen in Gewässer dar. Im ländlichen Raum können Metalle, die in Düngern und anderen landwirtschaftlichen Produkten enthalten sind, durch Abschwemmung aus Böden in die Gewässer gelangen (Sigg&Stumm,2011, S.425).

Ins Gewässer eingetragene Schwermetalle können auf unterschiedliche Weise reagieren. Schwermetalle können als schwerlösliche Niederschläge in das Sediment eingelagert und somit schwer zugänglich für Lebewesen sein oder aber auch durch Adsorption an Schwebstoffe weitertransportiert werden. Je nach aktuellen Bedingungen im Gewässer können Schwermetalle auch echt gelöst in ionischer Form, aber auch in Verbindung mit organischen Liganden wie Huminsäuren vorliegen (Hock&Elstner, 1995, S.144).

1.1.1. Schwermetalle im Sediment

Schwermetalle werden oft im Boden und in Sedimenten angereichert. In den meisten Fällen sind Tonteilchen oder Huminstoffe für diese Anreicherung verantwortlich, da sie eine feste Bindung mit Schwermetallen eingehen können und somit eine Auswaschung verhindern. Oft haben Minerale und Huminstoffe geladene Oberflächen, die Metall- Ionen binden können. Durch die unterschiedliche stoffliche Zusammensetzung der Bestandteile des Bodens kann keine einheitliche Form angegeben werden, in der Schwermetalle an feste Phasen von Böden und Sedimenten binden. Schwermetalle können ionogene, austauschbare sowie adsorptive als auch schwerlösliche Bindungsformen mit Boden- oder Sedimentbestandteilen eingehen.

Zu einer Freisetzung dieser gebundenen Schwermetalle können Reaktionen mit Protonen führen. Durch zunehmende Versauerung können auch fester gebundene Schwermetalle in Lösung gehen (Bliefert, 2002, S.358).

Sedimente können für den Wasserkörper einerseits Senken oder aber auch Quellen für Metalle darstellen. Der Austausch von Metallen an der Schnittstelle Sediment-Wasserkörper ist von physikalischen, chemischen als auch biologischen Faktoren abhängig, die wiederum Speziation, Löslichkeit und Konzentrationsgradienten steuern (Pardue et al, 1995).

1.1.2. Schadwirkungen auf Wasserpflanzen

Wasserpflanzen leben dauernd oder meistens im Wasser und sind entweder völlig oder größtenteils untergetaucht. Während der Vegetationsperiode tauchen sie ganz ins Wasser ein oder schwimmen mit ihren Blättern an der Wasseroberfläche, wo sie blühen und fruchten können (Krausch, 1996, S.10).

Die von Menschen verursachten Veränderungen des Wasserchemismus haben einschneidende Folgen auf die Makrophyten Vegetationen in Gewässern. Durch gesetzliche Bestimmungen ist die Einleitung von Giftstoffen in Gewässer zwar zurückgegangen, aber die Belastung mit Pflanzennährstoffen wie Phosphor und Stickstoff aus Industrie, Haushalten und der Landwirtschaft, hat ein enormes Ausmaß angenommen und den Großteil der mitteleuropäischen Gewässer erreicht. Eutrophierung der Gewässer führt auf indirektem Wege zu einer Zurückdrängung der Wasserpflanzen. Das Überangebot an Nährstoffen führt zu einer Massenentwicklung von kleinen, frei im Wasser schwebenden Algen, dem sogenannten Phytoplankton. Eine dadurch entstehende Trübung der Gewässer, vermindert die notwendige Lichtzufuhr für Wasserpflanzen und macht sich durch eine Wachstumsminderung der Wasserpflanzen bemerkbar (Krausch, 1996, S.23).

Verschiedene Schwermetalle finden in Pflanzen Verwendung als Spurenelemente und können bei erhöhten Konzentrationen auch toxisch auf die Pflanze einwirken. Genaue Aussagen, in welchen Konzentrationen sie zu Mangel- oder Toxizitätserscheinungen führen, können nicht getroffen werden. Der Einfluss der Konzentration hängt überwiegend von der Bioverfügbarkeit des Metalls für den beeinflussenden Lebensprozess ab. Die Toxizität tritt meist durch die Anreicherung innerhalb eines Organismus in Erscheinung. Wasserpflanzen können Schwermetalle sowohl aus dem Boden als auch vom umgebenden Wasser in verschiedener Weise aufnehmen. Bei Algen werden Schwermetalle überwiegend mittels

Kationenaustauschprozessen aufgenommen (Hock, 1995, S.144). Ein Versuch an der Diatomee *Phaeodactylon tricornutum* zeigte, dass Zink zuerst an der Zellmembran adsorbiert wurde und anschließend durch kontrollierte Diffusion in die Zelle gelangt, wo es an Proteine bindet (Davies et al, 1973). Bei Makrophyten kann eine Aufnahme, sofern vorhanden, über Wurzeln, Sprossachse als auch Blätter stattfinden. Im Gegensatz zu den Algen sind bei Makrophyten physiologisch als auch umweltrelevante Faktoren für die Aufnahme von Schwermetallen entscheidend (Hock,1995,S.145).

Pflanzenwachstum ist auch temperaturabhängig was dazu führt, dass bei höheren Temperaturen die Biomasseproduktion ansteigt.

1.2. Untersuchte Schwermetalle

1.2.1. Titan, Ti

Titan nimmt mit einem Massenanteil von 0,41% in der Erdhülle die 10. Stelle der Elementhäufigkeit ein und kann somit ebenso zu den auf der Erde sehr häufig vorkommenden Elementen gezählt werden. Durch die guten physikalischen Eigenschaften, wie hohe mechanische Festigkeit bei geringer Dichte, hohe Schmelztemperatur, geringe thermische Ausdehnung sowie Korrosionsbeständigkeit, ist Titan ein wichtiger Werkstoff in der Industrie. Der Großteil des erzeugten Titans wird allerdings in der Pigmentindustrie in Form von Titanoxid eingesetzt. Titan nimmt als Übergangsmetall alle Oxidationsstufen von –I bis +IV ein. Die Korrosionsbeständigkeit von Titan als unedles Metall entsteht durch die Bildung einer dünnen zusammenhängenden Oxidschicht, die sich bereits bei Raumtemperatur ausbildet (Binder, 1999, S.667).

Für den menschlichen Organismus hat Titan keine biologische Bedeutung und ist ausgesprochen ungiftig. Man geht jedoch von einer stimulierenden Wirkung für den Körper aus, wodurch sich ein Tagesbedarf von 0,8mg ergibt, der über die Nahrungsaufnahme gedeckt ist (Binder, 1999, S.673).

1.2.2. Chrom, Cr

Chrom ist mit einem Massenanteil in der Erdhülle von 0,019% ein Element, das häufig auf der Erde vorkommt. In der Elementhäufigkeit steht Chrom an 20. Stelle und ist somit häufiger als Zink und Kupfer. In der Erdkruste bis 16 km ist das Metall mit 122g/ t Gestein vertreten. Chrom ist ein bläulich glänzendes Schwermetall, das bei höchster Reinheit sehr zäh und gut dehnbar ist. Bei Verunreinigungen mit Wasserstoff beziehungsweise Sauerstoff ist es das härteste aller Gebrauchsmetalle. Bei Standardbedingungen ist Chrom äußerst widerstandsfähig. Es oxidiert weder an feuchter Luft noch im Wasser und verbrennt erst bei höheren Temperaturen. Als Übergangsmetall nimmt Chrom in seinen Verbindungen alle Oxidationsstufen von –II bis +VI ein. Verwendung findet Chrom als Legierungsmetall, wo es in Form von Ferrochrom als nichtrostender hitzebeständiger Stahl dient (Binder, 1999, S.160).

Chrom ist als essentielles Spurenelement für den Menschen vor allem für den Glukosestoffwechsel von Bedeutung. Der tägliche Bedarf beträgt zirka 1 mg und wird über

die Nahrungsaufnahme gedeckt. In metallischer Form ist es aufgrund der schweren Lösbarkeit ungefährlich, jedoch kann es in Form löslicher Chromverbindungen sehr giftig auf Mensch und Tier wirken. Im Gegensatz zu Cr(III)- Verbindungen, die aufgrund der schlechten Resorbierbarkeit kaum giftig sind, wirken Cr(VI) Verbindungen vor allem als Oxid (letale Dosis 0,6g) überaus giftig auf den Menschen. Sie rufen chronische Verätzungen der Haut sowie der Schleimhäute hervor und verursachen schlecht heilende Geschwüre als auch Magen-, Darm-, Leber- und Nierenschäden (Binder, 1999, S. 165).

Angesichts der unterschiedlichen Auswirkungen für den Menschen bei Kontakt mit Chromspezies kann man mit analytischen Mitteln nur schwer herausfinden um welche Chromspezies es sich bei der Exposition handelt. Abschätzungen können allerdings mithilfe von Emissionsdaten, Transportverhalten, Persistenz und Transformation der jeweiligen Chromspezies getroffen werden (Barnowski, 2001).

1.2.3. Mangan, Mn

Mangan zählt ebenso zu den relativ häufigen Elementen auf der Erde. Mit einem berechneten Massenanteil von 0,085% steht das Metall an 14. Stelle der Elementhäufigkeit und ist nach Eisen das zweithäufigste Schwermetall. In den obersten 16 km der Erdkruste ist Mangan mit 1,06 kg/ t Gestein vertreten. Als Spurenelement tritt Mangan in fast allen Böden in Erscheinung. Hier wird es in kleinen Mengen von Pflanzen aufgenommen und gelangt dadurch auch in den tierischen und menschlichen Organismus. Eisenhaltige Mineralwässer können einen Mangangehalt von bis zu 0,5g Mn/L aufweisen. Im Reinzustand ist Mangan ein silberweißes, paramagnetisches, sehr hartes und sprödes Schwermetall, das in Legierungen Verwendung findet. In Verbindungen kann Mangan alle Oxidationsstufen von -III bis +VII einnehmen, wobei +II die beständigste Stufe darstellt. Wasserlösliche Mangan-Verbindungen sind das Acetat, Nitrat, Sulfat wohingegen das Carbonat, Fluorid, die Oxide und Phosphate im Wasser unlöslich bis schwerlöslich sind. Verwendung findet Mangan in Form von austenitischen Manganhartstählen als Baggerzähne, Brechbacken, Schienen, Weichen und Gewindebohrer (Binder, 1999, S.373).

Mangan zählt zu den sieben Spurenelementen, die nach derzeitigem Wissenstand für alle Spezies essentiell sind. Vor allem bei der Stoffwechselregulation spielt Mangan als Aktivator von Enzymen und bei der Atmungskettenphosphorylierung und Biosynthese von Cholesterin eine entscheidende Rolle. Der Tagesbedarf an Mangan beläuft sich für den Menschen auf 5 mg und wird über die Nahrungsaufnahme gedeckt. Im Gegensatz zu den meisten Mangan-

Verbindungen, welche bei oraler Aufnahme ungefährlich sind, können Permanganate durch ihre starke Oxidationskraft schwere innere Verletzungen herbeiführen (Binder, 1999, S.379).

1.2.4. Eisen, Fe

Eisen zählt zu den sehr häufigen Elementen und rangiert mit einem Massenanteil von 4,7% in der Erdhülle an 4. Stelle der Elementhäufigkeit. Eisen ist nach Aluminium das zweithäufigste Metall auf der Erde. In der Erdkruste bis 16 km Tiefe ist Eisen mit 51 kg/t Gestein vorhanden. Je tiefer man sich bewegt, desto höher wird der Eisenanteil im Gestein, was auf die Annahme zurückzuführen ist, dass das Erdinnere zu 90 % aus Eisen und 10 % Nickel besteht. In Reinform ist Eisen ein silberweißes, glänzendes, dehnbares, relativ weiches Schwermetall, das bei Rotglut erweicht und gut schmiedbar und schweißbar ist. Als typisches Übergangsmetall bildet Eisen fast alle Oxidationsstufen von –II bis +VI, wobei +II und +III die wichtigsten und stabilsten Konfigurationen darstellen. An feuchter Luft und in Sauerstoff-beziehungsweise Kohlendioxid- haltigem Wasser wird Eisen unter Bildung von Rost alias Eisen(III)-oxidhydrat $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ beziehungsweise $\text{FeO}(\text{OH})$, oxidiert. Die entstehende Oxidschicht ist weich und porös, was dazu führt, dass die Korrosion ungehindert fortschreiten kann. Eisen bildet zahlreiche Fe(II)- und Fe(III)- Verbindungen, die schwer löslich in Wasser sind. Im Gegensatz zu reinem Eisen, welches nur geringe Anwendung in der Pulvermetallurgie Anwendung findet, stellen Eisenlegierungen mit unterschiedlichen Metallen und Nichtmetallen das technisch wichtigste Gebrauchsmetall dar (Binder, 1999, S.194).

Eisen stellt in weiten Teilen der Ozeane den limitierenden Faktor für die Primärproduktion des Phytoplanktons dar und hat dadurch einen Einfluss auf den globalen Kohlenstoffkreislauf und folglich auch auf die Entfernung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre (Coale, Johnson et al 1996).

Eisen zählt zu den sieben lebenswichtigen Spurenelementen für den menschlichen und tierischen Organismus. Es wird zur Produktion des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin benötigt, welcher im Blut als Sauerstofftransporter fungiert. Des Weiteren wird Eisen als Sauerstoffspeicher im Muskelfarbstoff Myoglobin und als Oxidationsmittel in Enzymen, wie Cytochrom, Peroxidasen und Katalase, eingesetzt. Der tägliche Eisenbedarf für den Menschen beträgt 6- 40 mg. Ein Mangel entsteht durch häufigen Blutverlust und ernährungsbedingte ungenügende Zufuhr. Bemerkbar macht sich die Unterversorgung durch

verkleinerte Erythrozyten und einen geringeren Hämoglobingehalt eines jeden Erythrozyten. Eine für den Menschen letale Dosis beträgt 7- 35g Eisen, wohingegen Vergiftungen bereits bei 200 mg in Erscheinung treten (Binder, 1999, S.205).

1.2.5. Nickel, Ni

Nickel zählt zu den relativ häufigen Elementen auf der Erde und belegt mit einem Massenanteil von 0,015% in der Erdhülle den 21. Platz der Elementhäufigkeit. In der Erdkruste bis 16 km Tiefe ist das Schwermetall mit 99 g/t vertreten. Mit zunehmender Tiefe erhöht sich der Nickelgehalt, was darauf zurückzuführen ist, dass der Erdkern zu 90 % Eisen und 10 % Nickel besteht. Nickel ist ein silberweißes, stark glänzendes Schwermetall, das als guter Wärme- und elektrischer Leiter dient und in der Stahlveredelung verwendet wird. Es bildet in Verbindungen alle Oxidationsstufen von $-I$ bis $+VI$, wobei $+II$ die stabilste Konfiguration darstellt. Nickel dient als Korrosionsschutz von Eisenteilen. Es ist sehr stabil gegen Luft, Sauerstoff, Wasser und viele organische Substanzen. Wasserlösliche $Ni(II)$ -Verbindungen sind die Halogenide NiX_2 ($X=Cl, Br, I$), das Hydroxid, Nitrat und Sulfat. Unlöslich bis schwer löslich in Wasser sind das Carbonat, Fluorid, Oxid und das Sulfid (Binder, 1999, S.421).

Nickel zählt zu den zwölf Spurenelementen von denen die Funktion im menschlichen Organismus nicht eindeutig geklärt ist. Vermutet wird eine Wirkung auf den Kohlenhydratstoffwechsel und eine aktivierende Wirkung auf einige Enzyme und Hormone. Der tägliche Bedarf liegt bei 0,3 mg – 0,5 mg und wird über die Nahrungsaufnahme gedeckt. Nickel und seine Verbindungen sowie Salze können akute Vergiftungen und chronische Schäden verursachen. Einatmung von Nickelstäuben führt zu entzündlichen Reaktionen an Schleimhäuten und am Respirationstrakt (Binder, 1999, S.427).

In aquatischen Systemen kann es oberhalb von Nickelkonzentrationen von 30 $\mu g/L$ zu Schädigungen der Wasserorganismen kommen. Die Bioverfügbarkeit des Nickles kann allerdings durch eine Erhöhung der Wasserhärte infolge von Gesteinsverwitterung drastisch reduziert werden und somit der Ökotoxizität des Nickels entgegenwirken (Roostai et al., 2002).

1.2.6. Kupfer, Cu

Kupfer zählt ebenso zu den häufig auf der Erde vorkommenden Elementen. Der berechnete Massenanteil in der Erdhülle beträgt 0,01% und somit liegt Kupfer an 25. Stelle in der Elementhäufigkeit. In der Erdkruste bis 16 km Tiefe ist Kupfer mit 68 g/t Gestein vertreten. Kupfer ist ein hellrotes, ziemlich hartes, sehr zähes, schmiedbares und gut dehnbares Schwermetall. Es besitzt eine gute thermische sowie elektrische Leitfähigkeit und ist neben Gold das einzige farbige Metall. Das Halbedelmetall ist an trockener Luft äußerst beständig und widerstandsfähig. An der Luft oxidiert es oberflächlich allmählich zu rotem Cu(I)-Oxid, welches fest am Metall haftet und mit der Zeit zu grauschwarzem Cu(II)-Oxid umgewandelt wird. Feuchte Luft in Gegenwart von Kohlendioxid führt zu grünem basischen Carbonat $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, auch als Patina bekannt, welche vor weiterer Oxidation schützt. Wasserlösliche Kupferverbindungen sind Acetat, Nitrat, Sulfat und die Halogenide. Unlöslich bis schwerlöslich in Wasser sind das Carbonat, Hydroxid und die Oxide sowie Sulfide. Verwendung findet Kupfer vor allem in der Elektroindustrie als Leitungsmaterial, aber durch seine hohe Luftbeständigkeit auch in der Apparat- und Maschinenindustrie (Binder, 1999, S.332).

Vom im Wasser gelösten Kupfer kann ausschließlich jener Anteil als bioverfügbar und physiologisch wirksam betrachtet werden, der als Ion vorhanden ist. Wenn im Gewässer ein pH-Wert von 8 vorherrscht, so liegt das Gleichgewicht für Kupferhydroxid zu 98,4% auf der undissoziierten Seite und zu 1,6 % auf der ionischen, bioverfügbaren Seite (Müller et al., 2003).

Kupfer zählt zu den lebenswichtigen Spurenelementen, die im Organismus in intrazellulären Enzymen enthalten sind. Über die Nahrung werden täglich 1,5 mg – 1,6mg aufgenommen, wobei nur 1 mg – 2 mg tatsächlich resorbiert werden. Ein Mangel führt im menschlichen Körper zu mikrozytärer Anämie und zu Wachstumsstörungen. In Pflanzen ist Kupfer Bestandteil von Katalysatoren und ist essentiell bei der Chlorophyllsynthese. Auf Mikroorganismen (Bakterien, Algen, Pilze) wirken geringe Mengen Kupfer bereits stark toxisch, wodurch Kupfermünzen und Türklinken aus Kupfer keinen Nährboden darstellen (Binder, 1999, S.340).

1.2.7. Zink

Zink ist ein relativ häufiges Metall auf der Erde. Der berechnete Massenanteil in der Erdhülle beträgt 0,012% und somit liegt Zink an 24. Stelle der Elementhäufigkeit. In der Erdkruste bis 16 km Tiefe findet sich 76 g Zink pro Tonne Krustengestein. Zink taucht häufig mit den Elementen Blei, Cadmium und Kupfer auf und findet sich in Spuren in den meisten Böden sowie Pflanzen und Tieren wieder. In Reinform ist Zink ein bläulich-glänzendes Schwermetall, das an frischen Schnittflächen stark glänzend erscheint. In Verbindungen nimmt Zink ausschließlich die Oxidationsstufe +II ein. An feuchter, kohlendioxidhaltiger Luft bildet Zink eine Schutzschicht aus, die das Metall vor Korrosion bewahrt. Durch diese Schicht ist Zink auch beständig gegen kaltes Wasser, wohingegen heißes Wasser zu einer Wasserstoffentwicklung führt. Wasserlösliche Verbindungen stellen das Acetat, Chlorid, Bromid, Nitrat sowie das Sulfat dar. Schwerlösliche bis unlösliche Verbindungen sind das Carbonat, Chromat, Cyanid, Fluorid, Hydroxid, Oxid und das Phosphat. Verwendung findet Zink als Korrosionsschutz, im Besonderen zum Verzinken von Eisenblech (Binder, 1999, S.725).

Zink zählt zu den sieben Spurenelementen, die für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen lebenswichtig sind. Sowohl für die Energieaufnahme, als auch für die Funktion von über 200 Enzymen ist Zink von hoher Bedeutung. Besonders wichtig ist Zink für die Synthese, die Speicherung und die Sekretion von Insulin, das wiederum die Glukoseaufnahme in den Muskeln reguliert. Des Weiteren fördert Zink die Regeneration von Gewebe und schützt darüber hinaus die Zellen vor einer Schädigung durch freie Radikale. Der tägliche Bedarf an Zink beträgt für den Menschen zwischen 15- 40 mg und wird über die Nahrungsaufnahme, vor allem durch Fisch, Fleisch und Milch gedeckt. Ein Mangel entsteht durch körperliche Belastung und macht sich durch Müdigkeit, Konzentrationsstörung sowie einer Schwächung des Immunsystems bemerkbar. Durch die Aufbewahrung saurer Lebensmittel in Zinkgefäßen, können größere Mengen Zink in die Nahrung gelangen und zu akuten Vergiftungen mit Symptomen, wie beispielsweise Übelkeit und schmerzhafte Entzündungen des Verdauungstraktes, führen. Das Metall ist jedoch als gering toxisch einzustufen mit einer letalen Dosis von 6g Zn^{2+} (Binder, 1999, S.732).

1.2.8. Silber, Ag

Silber zählt zu den seltenen Elementen und liegt mit einem berechneten Massenanteil von $1,2 \cdot 10^{-5} \%$ in der Erdhülle an 67. Stelle der Elementhäufigkeit. Die Erdkruste bis 16 km Tiefe besteht zu 0,08 g/t Krustengestein daraus. Silber ist ein weißglänzendes, weiches, sehr gut dehnbares Schwermetall und besitzt die höchste thermische als auch elektrische Leitfähigkeit unter allen Elementen. Die wichtigste Oxidationsstufe des edlen Metalls stellt +I dar. Silberverbindungen sind lichtempfindlich und werden deshalb im Labor in dunklen Gefäßen aufbewahrt. Wasserlösliche Silberverbindungen sind das Acetat, Fluorid, Nitrat, und das Bromid. Unlöslich bis schwerlöslich in Wasser sind das Chlorid, Carbonat, Sulfid, Phosphat und die Oxide. Aufgrund seiner Eigenschaften als ausgezeichneter thermischer und elektrischer Leiter sowie seiner Beständigkeit, ist Silber das meistgeförderte, meist gebrauchte Edelmetall. Der größte Anteil an Silber wird in der Elektrotechnik eingesetzt (Binder, 1999, S.592).

Silber hat keine biologische Bedeutung für den menschlichen Organismus. Eine toxische Dosis ist ab 60 mg und eine letale Dosis ab 1,5- 2 g Silber erreicht. Die Einnahme von AgNO_3 über einen längeren Zeitraum führt zu Schwärzungen der Haut. Diese treten in Erscheinung, weil das Silbersalz langsam vom Darm ins Blut aufgenommen wird und in den Blutgefäßen, den inneren Organen, vor allem aber an belichteten Hautstellen in schwarzes Silbersulfid übergeht. Hierbei treten keine Vergiftungssymptome auf, jedoch lässt sich die Schwärzung nicht mehr entfernen. Silber wirkt stark antiseptisch und im Besonderen Ag^+ - Ionen haben eine stark bakterizide und fungizide Wirkung (Binder, 1999, S.598).

1.2.9. Cadmium, Cd

Cadmium ist mit einem Massenanteil von $3 \cdot 10^{-5} \%$ in der Erdhülle vertreten und liegt damit an 63. Stelle der Elementhäufigkeit. Es zählt somit zu den seltenen Elementen und ist in der Erdkruste bis 16 km Tiefe mit 0,15- 0,3 g Cd/t Krustengestein beteiligt. Da es keine abbauwürdigen Lagerstätten gibt, wird Cadmium am Festland durch Zinkhütten und Eisen-Stahlwerke in den Umlauf gebracht. Cadmium ist ein silberweißes, glänzendes Schwermetall, welches an Luft mit gelblich- grauer Farbe anläuft. Cadmium nimmt in Verbindungen ausschließlich die Oxidationsstufe +II ein. Wasserlösliche Verbindungen stellen das Acetat, Nitrat, Sulfat und die Halogenide CdX_2 ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) dar. Unlöslich bis schwerlöslich sind das Carbonat, Oxid, Selenid, Sulfid und das Tellurid. Verwendung findet Cadmium unter

anderem als Rostschutz für Eisen und als Elektrodenmaterial für Akkumulatoren (Binder, 1999, S.116).

Cadmium und seine Verbindungen sind giftig und können kanzerogen, teratogen und mutagen wirken. Die Giftwirkung ist auf eine Blockierung lebenswichtiger Enzyme zurückzuführen. Die tägliche Aufnahme schwankt von 0,05 mg durch Nahrung und Wasser, bis hin zu 0,1 mg bei Rauchern. Kritisch auf Lebewesen können sich cadmiumhaltige Industrieabwässer, die Cadmium über die Nahrungskette in den tierischen und menschlichen Organismus bringen, auswirken. Eine toxische Dosis ist ab 3- 320 mg und eine letale Dosis ab 1,5- 9 g erreicht. Vergiftungen äußern sich durch eine Reizung der Atemwege bis hin zu Lungenödemen. Die Itai Itai Krankheit ist eine chronische Cadmiumvergiftung, die durch eine Verseuchung von Getreide-, Reis- und Gemüsefeldern hervorgerufen wird. Diese Krankheit äußert sich durch körperlichen Verfall, Nerven- und Hirnschädigung und endet in den meisten Fällen mit dem Tod (Binder, 1999, S.121).

1.2.10. Quecksilber, Hg

Quecksilber zählt zu den selteneren Elementen auf der Erde. Mit einem Massenanteil von $4 \cdot 10^{-5} \%$ in der Erdhülle liegt das Metall an 62. Stelle der Elementhäufigkeit. In der Natur ist Quecksilber häufig als Zinnober (HgS) anzutreffen (Binder, 1999, S.498). Natürliche Emissionen stellen Vulkanausbrüche, durch die jährlich 100 bis 800 Tonnen Quecksilber in die Atmosphäre gelangen, dar. Außerdem entweichen 2600 t des Metalls gasförmig aus der Erdkruste, sowie 1500 t aus Oberflächengewässern. Zusätzlich zu den natürlichen Emissionen gelangen 2200 bis 3400 t Quecksilber aus anthropogenen Quellen wie der Erz- und Mineral- Aufbereitung und aus der Zement-, Keramik- und Phosphatindustrie in die Atmosphäre (Bank, 2012, S. 9). In Form von Niederschlägen gelangt Quecksilber anschließend aus der Atmosphäre in die Böden und Gewässer, wo der Mensch damit in Berührung kommt. Quecksilber ist ein silberweißes, stark glänzendes, schweres, diamagnetisches, flüssiges, metallisches Element. Quecksilber ist das einzige, bei Raumtemperatur, flüssige Metall. Es hat einen großen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten, was bedeutet, dass es sich zwischen 0 und 100 °C proportional zur Temperaturänderung ausdehnt. Aufgrund der hohen Oberflächenspannung ist Quecksilber nicht im Stande andere Substanzen zu benetzen. Es hat einen hohen Dampfdruck und tritt im Dampf einatomig auf. Quecksilber nimmt in Verbindungen die

Oxidationsstufen +I und +II ein. Es ist beständig gegen Wasser, Salzlösungen, Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure, löst sich jedoch in oxidierenden Säuren wie Salpetersäure und Königswasser. Quecksilberverbindungen sind überwiegend sehr giftig. Wasserlösliche Verbindungen stellen die Acetate, Cyanide, Nitrate und Hg(+II)- Halogenide dar. Unlöslich sind Hg(I)- Halogenide, Oxide, Sulfide und die Sulfate. Verwendung findet Quecksilber als Kathodenmaterial in der chemischen Industrie bei der Alkalichlorid- Elektrolyse und bei der Batterieerzeugung. Außerdem findet man Quecksilber in der Zahnindustrie und zur Trennung von Metallgemischen in der Metallurgie. Nur ein geringer Teil des Quecksilbers wird für Messgeräte eingesetzt (Binder, 1999, S.498).

Quecksilber hat keine biologische Bedeutung für den Menschen. Mit Ausnahme vom flüssigen Metall sind alle Quecksilberverbindungen extrem giftig und wirken teratogen. Die Quecksilberaufnahme findet hauptsächlich über die Nahrung und über das Trinkwasser statt. Eine toxische Dosis ist mit 0,4 mg und eine letale Dosis mit 150-300 mg erreicht. Die Giftwirkung des Quecksilbers wird durch eine Zell- und Protoplasmaschädigung erreicht, die durch eine Blockierung schwefelhaltiger Enzyme herbeigeführt wird. Symptome sind metallischer Geschmack im Mund, Kopfschmerzen, Tremor, Schwindel, Reizbarkeit, Seh-, Hör-, Sprachstörung und blutiger Brechdurchfall. Chronische Vergiftungserscheinungen äußern sich durch Störungen des zentralen Nervensystems mit Todesfolge. Als tragisches Ereignis sei hier die Minamata Krankheit erwähnt, bei der in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts 1200 Menschen am Verzehr quecksilberhaltiger Fische erkrankten, wobei 55 Menschen in der Folge den Tod erlitten (Binder, 1999, S.504).

1.2.11. Blei, Pb

Blei ist mit einem Massenanteil von $1,8 \cdot 10^{-3} \%$ in der Erdhülle vertreten. Es zählt somit zu den weniger häufigen Elementen auf der Erde und liegt an 35. Stelle der Elementhäufigkeit. Am Aufbau der 16 km tiefen Erdkruste ist Blei mit 14 g/t Krustengestein beteiligt. Blei ist ein blaugraues, gut dehnbares, weiches Schwermetall, das an frischen Schnittflächen bläulich-silberglänzend erscheint. Man kann Blei mit dem Finger ritzen und auf Papier hinterlässt es einen grauen Strich. In Verbindungen kommt Blei mit elektropositiven Partnern mit der Oxidationsstufe –II und mit elektronegativen Partnern mit der Oxidationsstufe +II vor. Das Schwermetall Blei ist ein schwach elektropositives, ziemlich unedles reaktionsfähiges Element. Blei- Oberflächen reagieren an der Luft zu PbO und Pb(OH)₂, das wiederum mit CO₂

am Metall eine Schutzschicht aus schwerlöslichem Carbonat ausbildet und das Metall vor weiterer Oxidation bewahrt. In kohlensaurem Wasser löst sich Blei langsam unter Bildung von $\text{Pb}(\text{HCO}_3)_2$ auf. Hartes, carbonat- beziehungsweise sulfathaltiges Wasser führt zu einer PbCO_3 - beziehungsweise PbSO_4 -Schutzschicht, welche am Metall haftet und vor weiterem Kontakt zum Wasser schützt. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salzsäure schädigen Blei nicht, wohingegen Essigsäure und andere organische Säuren das Metall angreifen können. Bleiverbindungen sind allgemein sehr schwer löslich in Wasser, während Acetate und Nitrate sich im Wasser lösen. Verwendung findet Blei als preisgünstiges Nichteisenmetall in Legierungen und im Strahlenschutz (Binder, 1999, S.80).

Blei hat keine biologische Bedeutung für den Menschen, kann jedoch kanzerogen und teratogen auf ihn einwirken. Das Metall ist schwach toxisch und dient als Ausgangsstoff giftiger Verbindungen, die als Dämpfe oder Stäube eingenommen werden können. Bleivergiftungen äußern sich durch Übelkeit, Erbrechen, bläulich-schwarze Verfärbungen des Zahnfleischs, Magen- Darmkoliken bis hin zu Kreislaufkollaps, Sterilität und Fehlgeburten (Binder, 1999, S.88).

1.3. Allgemeine Wasserparameter

1.3.1. pH-Wert

Säure- Basen- Reaktionen sind ein entscheidender Faktor in der Zusammensetzung von Gewässern. Ein Puffersystem aus CO_2 , HCO_3^- und CO_3^{2-} reguliert die H^+ - Konzentration und hält den pH- Wert von Gewässern im Bereich 6 bis 9. Der pH- Wert hat Einfluss auf alle Reaktionen in wässriger Lösung, wie Löslichkeits-, Komplexbildungs-, Redox- und Sorptionsreaktionen. Darüber hinaus ist der pH- Wert ein wichtiger physiologischer Parameter, der das Wachstum verschiedener Organismen steuert (Sigg&Stumm, 2011, S.43).

1.3.2. Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit eines Gewässers gibt an, wie viel Strom, durch die im Wasser gelösten Ionen, transportiert werden kann (Kölle, 2001, S.53). Sie wird bestimmt durch die Beweglichkeit und der Art von im Wasser gelösten Ionen und hängt somit von deren Größe, Ladung als auch von der Viskosität des Wasserkörpers ab (Höll, 2010, S.58).

Wenn geologisch bedingt keine höheren Salzgehalte in Gewässern vorliegen, so sind erhöhte Leitfähigkeitswerte erste Indizien für eine anthropogene Beeinflussung eines Fließgewässers (Umweltbundesamt-95-122, 1995)

1.3.3. Temperatur

Wasser kann aufgrund der hohen spezifischen Wärmekapazität von 4,186 kJ/kg, im Vergleich zu Luft, mit 1 kJ/kg Temperaturschwankungen gut ausgleichen. Grundwassergerinne zeigen oft gleichmäßige Temperaturen im Jahresverlauf und sind winterwarme Fließgewässer (Pott&Remy, 2000, S.51).

In Gewässern mit starken jahreszeitlichen Temperaturschwankungen nehmen die Wachstumsgeschwindigkeit als auch andere Stoffwechselaktivitäten mit steigender Temperatur exponentiell zu (Uhlmann&Horn, 2001, S.125).

1.3.4. Sauerstoffgehalt

Der gelöste Sauerstoff in Gewässern setzt sich aus dem Sauerstoff- Eintrag aus der Atmosphäre und dem aus der Photosynthese zusammen. In nährstoffreichen flachen

Gewässern mit dichten Beständen an Unterwasserpflanzen kann es zu starken Tag- Nacht-Schwankungen kommen, wobei vor Sonnenaufgang sehr niedrige Sauerstoffgehalte vorherrschen und untertags der Gehalt durch Photosynthese wieder ansteigt (Uhlmann&Horn, 2001, S.140).

1.3.5. Alkalinität

Die Alkalinität beschreibt das Säurebindungsvermögen (SBV) einer Lösung. Bei der Mehrzahl der carbonatdominierten Gewässer bestimmen die Anionen der Kohlensäure CO_3^{2-} und HCO_3^- die Alkalinität einer Probe. Man ermittelt die Alkalinität eines Gewässers mittels Titration einer starken Säure auf den pH-Wert 4,3 (Pohling, 2011, S.283).

Eine Alkalinität zwischen 2 und 5 weist auf eine geringe Schwankung des pH- Wertes und auf ein großes Kohlendioxidreservoir und ein sehr fruchtbares Gewässer hin (Klee, 1991, S.126).

1.3.6. Alkalimetalle: Natrium, Kalium

Die Alkalimetalle Natrium und Kalium bilden einen erheblichen Teil der Erdkruste und haben eine entscheidende Bedeutung für das Leben auf der Erde. Der Anteil an Natrium und Kalium, der aus Gesteinen durch Verwitterungsprozessen in die Gewässer gelangt, ist gering. Er beträgt 2,1 mg/L für Natrium und 1,7 mg/L für Kalium. Höhere Konzentrationen entstehen durch Verfrachtung von Meersalz in Form von Streusalz, Kochsalz, Regeneriersalz und Kalidünger (Kölle, 2001, S.92).

1.3.7. Erdalkalimetalle: Magnesium, Calcium

Magnesium und Calcium bilden gemeinsam 5,8% der Erdkruste und zählen zu den sehr häufig darin vorkommenden Elementen der Erdkruste. Magnesium tritt als Carbonat in Dolomit, in Silikaten, in Tonmineralen und als Sulfat und Chlorid in Salzlagerstätten in Erscheinung. Calcium kommt als Kalk und Dolomit vor und ist außerdem Bestandteil vieler Silikate und Tonminerale. Calcium kann durch Auflösung von Kalk durch CO_2 -haltiges Wasser, Neutralisationsreaktionen und in Form von Calciumchlorid in Lösung gehen und stellt einen wichtigen Wasserinhaltsstoff dar (Kölle, 2001, S.83).

1.3.8. Gelöste Anionen Chlorid, Sulfat

Chlorid stellt das am häufigsten anzutreffende Anion in Gewässern dar. Quellen für Chlorid in Fließgewässern sind Niederschläge, salzführende geologische Schichten, Sedimentgesteine sowie Streusalz (Kölle, 2001, S.123). Sulfat kann durch Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen sowie durch Sulfatfrachten aus kommunalen und industriellen Abwässern in Fließgewässer gelangen (Kölle, 2001, S.133).

1.3.9. Stickstoffspezies: Ammonium, Nitrit, Nitrat

Stickstoff ist in seinen unterschiedlichen Formen ein lebenswichtiger Nährstoff, der allerdings, wenn er in zu hohen Mengen vorliegt, zu einem Schadstoff werden kann. Eine hohe Stickstoffbelastung resultiert überwiegend aus der Intensivierung der Landwirtschaft und der gestiegenen Mobilität. Folgen davon äußern sich in den betreffenden Gebieten durch Auswaschung von Ammonium und Nitrat aus dem Boden in Oberflächen- und Grundwasser. Weiters können Stickstoffverbindungen durch Emissionen in die Atmosphäre gelangen und schließlich über Deposition in terrestrischen und wiederum aquatischen Ökosystemen landen (Fent, 2003, S.8).

In belasteten Gebieten besteht die Gesundheitsgefahr durch Stickstoff für den Menschen darin, dass der rote Blutfarbstoff Hämoglobin durch Nitrit zu Methämoglobin oxidiert wird. Das Methämoglobin ist nicht zum Sauerstofftransport im Blut fähig und wird durch hohe Stickstoffgehalte im Trinkwasser hervorgerufen (Fent, 2004, S.10).

1.3.10. Gelöster gebundener Stickstoff (DN)

Der gelöste gebundene Stickstoff beschreibt den Anteil an Ammonium-, Nitrit-, Nitrat- sowie organischen Verbindungen von Gewässerproben (Shimadzu, 2010 S.17).

1.3.11. Gelöster organischer Kohlenstoff/ Dissolved organic Carbon (DOC)

Organische Komplexbildner haben im Vergleich zu den anorganischen eine höhere Affinität zu Metall- Ionen. Der Anteil des gelösten organischen Kohlenstoffs entspricht dem des Gesamten organischen Kohlenstoffs, der einen 0,45 µm Zellulosefilter passieren konnte. Der Gehalt an gelöstem organischen Kohlenstoff setzt sich aus Huminstoffen und Verbindungen mit relativ kleinen Molmassen, wie Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten, zusammen.

Huminstoffe entstehen durch den unvollständigen mikrobiellen Abbau von pflanzlichem und tierischem Material und können verschiedene hochmolekulare Strukturen einnehmen. Huminstoffe besitzen außerdem die Eigenschaft mit Schwermetallen Komplexe und Chelate zu bilden, die vor allem an Carboxy- und phenolische Hydroxy- Gruppen binden. Vor allem Blei, Kupfer und Eisen haben eine hohe Affinität zu Huminstoffen wohingegen Zink, Nickel, Cadmium, Mangan und Kobalt nur eine geringe Affinität aufweisen (Fent, 2003, S.94).

1.4. Motivation

Da die Mündung der Fischa am Beginn des Nationalparks Donauauen liegt, kann sie als ein bedeutender Fluss sowohl für ihren Nährstoff- und eventuellen Schadstoffeintrag in die Donau, als auch für ihre Aufgabe als ein wichtiges Laichgewässer für aus der Donau aufsteigende Fische betrachtet werden.

Vorangegangene Untersuchungen von Janauer (1982) zeigten, dass die Fischa mit Nitratkonzentrationen von 7,7 mg/L im Sommer und 21,1 mg/L im Winter, relativ hohe Werte aufweist. Janauer (1982) ging davon aus, dass wahrscheinlich das Grundwasser, das durch intensive Landwirtschaft beeinträchtigt wird, für die erhöhten Konzentrationen verantwortlich ist. Die Flächen entlang der Fischa werden auch heute noch landwirtschaftlich genutzt und stellen somit einen Einflussfaktor auf den Chemismus der Fischa dar.

Zur Untersuchung der physikalisch- chemischen Eigenschaften des Flusses, inklusive des Schwermetallgehaltes im Sediment und Biota sollen an acht unterschiedlichen Standorten entlang der Fischa während eines Zeitraumes von drei Monaten regelmäßig Proben entnommen werden. Die Wasserproben werden auf die Parameter pH- Wert, Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung, gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) und gelöste Stickstoffspezies (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamt-Stickstoff) sowie wichtigste Ionen (Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlorid, Sulfat, Karbonate) untersucht. Im Sediment sollen der organische Gehalt sowie der Gehalt an Schwermetallen (Quecksilber, Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, Chrom, Nickel und Silber) bestimmt werden. Dieser soll auch in Proben von Biota (Wasserpflanzen und Biofilm) bestimmt werden.

Anhand der ermittelten Ergebnisse sollen Rückschlüsse auf Wasserqualität sowie den Eintrag und die Verteilung von Nähr- und Schadstoffen in den einzelnen Kompartimenten des Flusses gezogen werden.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet: Die Fischa

Die Fischa ist ein 50km langer Fluss im Osten von Niederösterreich. Sie entspringt im Gemeindegebiet von Haschendorf, in der Nähe von Ebenfurth und mündet in Maria- Ellend in die nördlich gelegene Donau. Das Einzugsgebiet der Fischa beträgt 563,1 km² und erstreckt sich über die Bezirke Wiener Neustadt-Land, Baden, Wien-Umgebung und Bruck an der Leitha (Ebreichsdorf,2017).

Im Quellgebiet bei Haschendorf wird die Fischa aus zwei Tiefquellen des Wiener Beckens herausgedrückt und stellt somit ein Grundwassergerinne dar. Die durchschnittliche Wassermenge im Mündungsbereich bei Fischamend beträgt 7,5 Kubikmeter pro Sekunde (aeiou, 2017).

Als einzig nennenswerte Zubringer gilt die Piesting, welche fast doppelt so lang wie die Fischa ist, jedoch weniger Wasser führt. Die Piesting, als auch die Fischa werden im Mündungsbereich bei Gramatneusiedl, mit der Gewässergüteklasse II beschrieben (Gewässergütekarte NÖ).

Die Fischa entspringt in Haschendorf am südlichen Rande des Wiener Beckens, dem Senkungsfeld zwischen Alpen und Karpaten und verläuft in nordöstlicher Richtung nach Maria- Ellend, wo sie in die Donau mündet. Bis Wienerherberg rinnt die Fischa entlang der von Störungen begrenzten Mitterndorfer Senke. Dieser Graben beherbergt einen der größten Grundwasserspeicher Europas. Er ist durch mächtige Schottermassen gekennzeichnet, die von Flüssen aus der Eiszeit eingetragen wurden. Die Schotterhorizonte werden gegen Norden hin immer geringer, wodurch die undurchlässigen Tertiärsedimente das Grundwasser anstauen und in weiterer Folge Grundwasser an die Oberfläche gelangen kann (Isometh,2011).

2.2. Probenahmestellen

Entlang der Fischa wurden acht Probenahmestellen festgelegt, die im Zeitraum Oktober 2015 bis Dezember 2015 wöchentlich beprobt wurden. Die Entnahmestellen befanden sich in einem Abstand von maximal 5 km an Stellen die gut zugänglich waren.

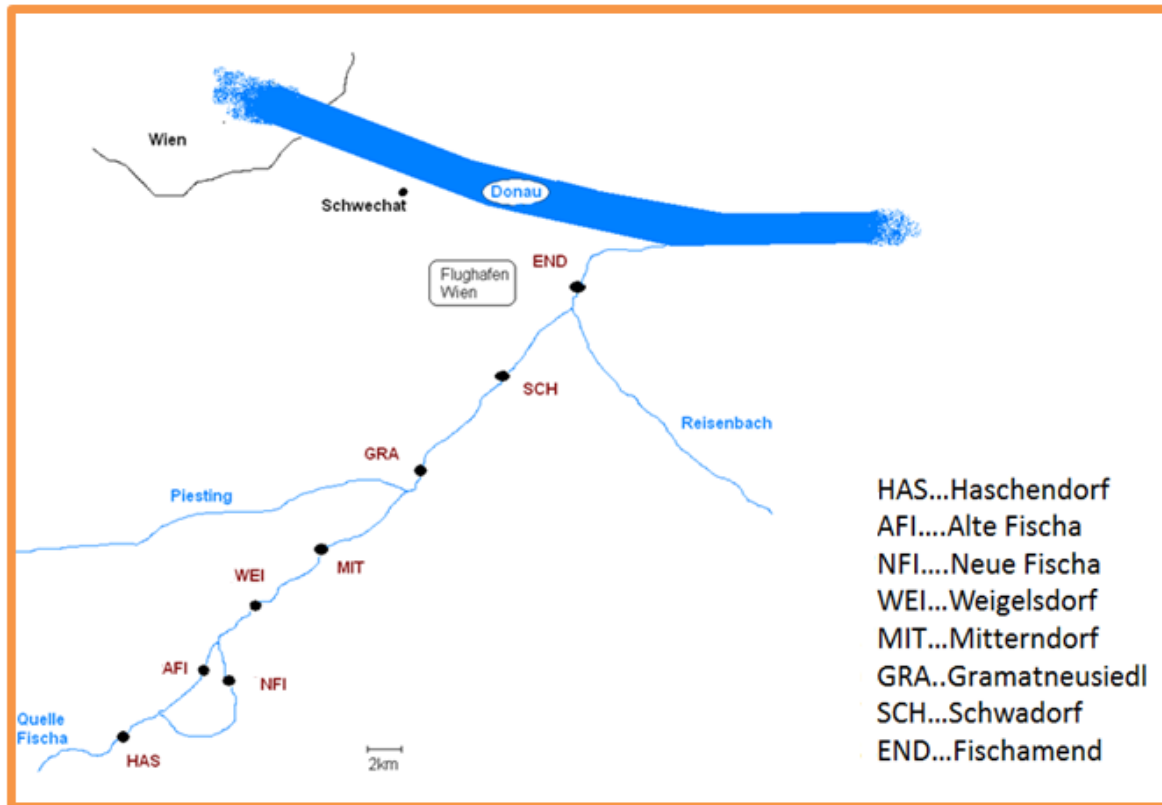


Abbildung 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes; Quelle Österreichkarte: Von Allmen(2017)

Folgender Tabelle sind die Abkürzungen zu entnehmen, die für die jeweiligen Standorte festgelegt wurden:

Tabelle 1: Abkürzungen der Probenahmestellen

Abkürzung	Probenahmestelle
HAS	Haschendorf
AFI	Alte Fischa
NFI	Neue Fischa
WEI	Weigelsdorf
MIT	Mitterndorf
GRA	Gramatneusiedl
SCH	Schwadorf
END	Fischamend

2.2.1.Haschendorf: 47°53'12,9" N 16°20'31,0" E; Seehöhe 230m (Abbildung 2)

Die erste Entnahmestelle befindet sich circa 2km nach der Quelle bei der Straßenbrücke in Haschendorf.

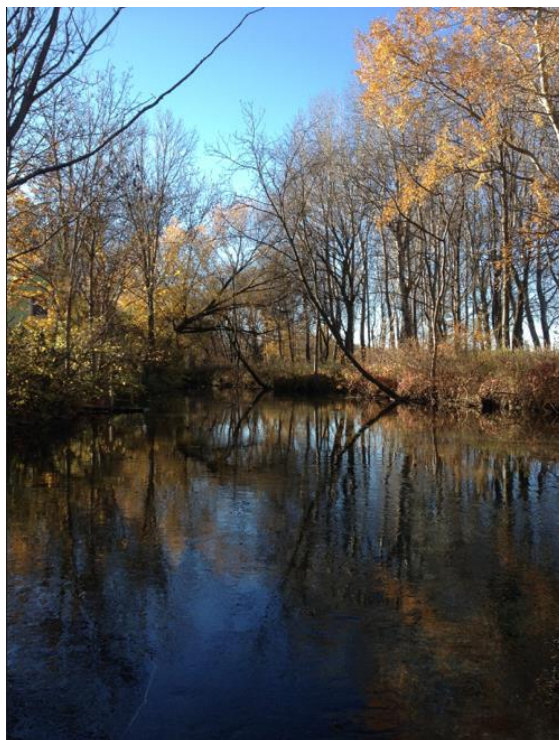


Abbildung 2: Probenahmestelle Haschendorf (HAS)

2.2.2. Alte Fischa: 47°55'25.2"N 16°22'00.8"E, Seehöhe: 215m (Abbildung 3)

Nach Haschendorf gabelt sich die Fischa in die Alte Fischa und die Neue Fischa bevor sie vor Weigelsdorf wieder zusammenfindet.



Abbildung 3: Probenahmestelle Alte Fischa (AFI)

2.2.3. Neue Fischa: 47°55'25.2"N 16°22'00.8"E; Seehöhe: 213m (Abbildung 4)

Diese Probenahmestelle befindet sich direkt neben der Bundesstraße 60 an der Neuen Fischa.



Abbildung 4: Probenahmestelle Neue Fischa (NFI)

2.2.4. Weigelsdorf: 47°57'12.8"N 16°24'42.4"E; Seehöhe: 202m (Abbildung 5)

Dieser Standort befindet sich in etwa 3km nach der Zusammenführung von Alter und Neuer Fischa.



Abbildung 5: Probenahmestelle Neue Fischa (NFI)

2.2.5. Mitterndorf: 47°59'56.7"N 16°28'12.3"E; Seehöhe: 185m (Abbildung 6)

An dieser Probenahmestelle wurde eine Begradigung des Flussbetts der Fischa durchgeführt.



Abbildung 6: Probenahmestelle Mitterndorf an der Fischa (MIT)

2.2.6. Gramatneusiedl: 48°01'28.9"N 16°30'10.6"E; Seehöhe: 177m (Abbildung 7)

Diese Probenahmestelle befindet sich 1km nach der Einmündung der Piesting in die Fischa in der Ortschaft Gramatneusiedl.



Abbildung 7: Probenahmestelle Gramatneusiedl (GRA)

2.2.7. Schwadorf: 48°04'21.2"N 16°35'25.6"E; Seehöhe: 161m (Abbildung 8)

Dieser Standort befindet sich in einer Entfernung von 1km zum Flughafen Wien- Schwechat in der Gemeinde Schwadorf.

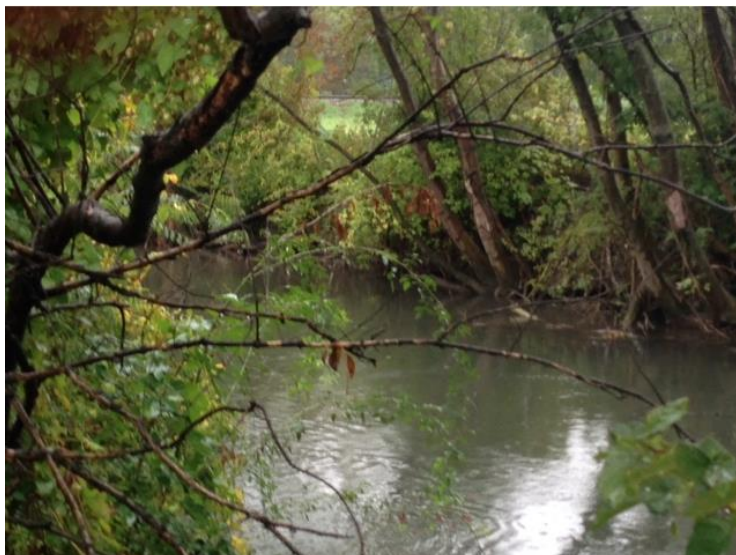


Abbildung 8: Probenahmestelle Schwadorf (SCH)

2.2.8. Fischamend: 48°07'08.2"N 16°36'36.7"E; Seehöhe: 151m (Abbildung 9)

Die letzte Entnahmestelle befindet sich kurz vor der Einmündung in den Nationalpark Donauauen, wo die Fischa einen alten Donauarm zur Entwässerung in die Donau nützt.



Abbildung 9: Probenahmestelle Fischamend (END)

2.3. Untersuchte Wasserpflanzen

2.3.1. *Chara fragilis*

C. fragilis, die Zerbrechliche Armleuchteralge, ist eine robuste Wasserpflanze, die mittelgroß und vielgestaltig ist. Die Sprosse haben eine sehr glatte Rinde ohne Stacheln oder hervortretende Warzen. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt in nährstoffarmen bis mäßig nährstoffreichen Seen bis in Tiefen von 10 m, dort findet man *C. fragilis* meist häufig (Krausch, 1996, S. 50).

2.3.2. *Fontinalis antipyretica*

F. antipyretica ist ein dunkelgrünes Laubmoos mit bis zu 30 cm langen, im Wasser flutenden, verzweigten, scharf dreikantig beblätterten Sprossen. Die Blätter sind 3-6 mm lang, ganzrandig, nervenlos, oval zugespitzt und kielig gefaltet. Diese ausdauernde Wasserpflanze findet man häufig an Quellen sowie an schnellfließenden kühlen und klaren Gewässern. *F.*

antipyretica ist empfindlich gegen Verschmutzung und man trifft es häufig in Wassermoos-Gesellschaften an (Krausch, 1996, S.99).

2.3.3. *Cladophora* sp.

Cladophora sp. bezeichnet eine Algengattung. Kennzeichnend für diese Wasserpflanzen ist die fädig, verzweigte Erscheinung. *Cladophora* ist die häufigste Fadenalge und bildet bei hellem, warmem Wetter und erhöhtem Phosphat- sowie Nitratgehalt dichte Bestände in Gewässern aus (Greenhalgh&Ovenden, 2010, S.40).

2.3.4. *Potamogeton obtusifolius*

P. obtusifolius ist eine Wasserpflanze mit dünnem Wurzelstock und 30-100 cm langen, sparrig verzweigten Stängeln. Die stumpfen Blätter sind alle untergetaucht, bandförmig, 3-nervig, 2-8 cm lang und 1-3 mm breit und besitzen eine kleine Stachelspitze. Die Ähren sind dichtblütig und eiförmig hinausgehoben. Die Blütezeit dieser ausdauernden Wasserpflanze ist von Juni bis August. *P. obtusifolius* findet man häufig in stehenden, zumeist kleineren Gewässern mit mäßig nährstoffreichem, meist klarem Wasser auf humosen Schlammböden (Krausch, 1996, S.126).

2.3.5. *Myriophyllum spicatum*

M. spicatum ist eine untergetauchte Wasserpflanze mit 40-275 cm langen, mäßig verzweigtem Stängel. Die einfach gefiederten Blätter mit 13 bis 38 borstigen Fiederzipfeln sind in meist vierzähligen Quirlen an den oft rötlich gefärbten Sprossen angeordnet. Die Blüten sind unscheinbar rötlich und gelblich, teils männlich, teils weiblich und sitzen an der Spitze der Sprosse in einem 4-16 cm langen, über den Wasserspiegel gehobenen ährigen Blütenstand. Die Blütezeit dieser ausdauernden Wasserpflanze reicht von Juni bis August. Man findet sie häufig in stehenden und fließenden nährstoffärmeren bis nährstoffreichen Gewässern in Tiefen von 50-500 cm mit einem Optimum zwischen 150-200cm Wassertiefe über Schlamm-, Sand-, und Torfböden. *M. spicatum* ist unempfindlich gegen mäßige Verschmutzung und daher auch noch in Gewässern mit geringer Sichttiefe anzutreffen. Durch ihre Salztoleranz wächst sie auch in brackigen Gewässern (Krausch, 1996, S. 144).

2.4. Probenahme

Alle für die Untersuchungen herangezogenen Gefäße und Geräte, wurden vor der Probenahme mit Millipore- Wasser gereinigt. Weiters wurden Einwegnitrilhandschuhe zur Entnahme von Sediment und Wasserpflanzen verwendet, um die Reinheit der Proben zu gewähren. An jeder Probenahmestelle wurden Proben von Flusswasser, Sediment und so vorhandenen Wasserpflanzen entnommen.

2.4.1. Allgemeine Wasserparameter

Die Bestimmung von Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Sauerstoffsättigung erfolgte vor Ort mit mobilen Messgeräten. Hierzu wurde ein PET-Gefäß mehrmals mit Flusswasser gespült und anschließend das Flusswasser auf die genannten Parameter untersucht.

Zur Bestimmung von Säurebindungsvermögen, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Sulfat, Chlorid, gelöstem Stickstoff und gelöstem organischem Kohlenstoff wurde Flusswasser entnommen und durch einen 0,45 µm Celluloseacetat-Filter in DURAN- Flaschen gepumpt.

Für die Bestimmung von Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium mittels Flammen-AAS wurden 50 mL der filtrierten Probe mit 0,5 mL 69% HNO₃ (TraceSELECT®, Fa. Fluka) angesäuert.

2.4.2. Schwermetallbestimmung in Kompartimenten der Fische

2.4.2.1. Flusswasser

Für die Bestimmung von Quecksilber im Flusswasser wurden die angesäuerten filtrierten Proben herangezogen.

2.4.2.2. Sediment

Zur Bestimmung der Schwermetalle im Sediment wurden an jedem Standort zwei Proben im Abstand von einigen Metern zueinander, in 50 mL Zentrifugen Röhrchen entnommen und zur Weiterverarbeitung ins Labor mitgenommen.

2.4.2.3. Wasserpflanzen

Die Wasserpflanzen wurden in PE- Weithalsflaschen gegeben und vollständig mit Flusswasser bedeckt. Es wurden ausschließlich submerse Wasserpflanzen zur Schwermetalluntersuchung herangezogen.

2.5. Probenaufbereitung im Labor

2.5.1. Allgemeine Wasserparameter

Die Wasserproben konnten nach der Behandlung bei der Probenahme direkt weiterverarbeitet werden.

2.5.2. Schwermetallbestimmung

2.5.2.1. Sediment

Die Sedimentproben wurden am Tag der Probenahme im Labor vom überstehenden Flusswasser befreit und für mindestens zwei Tage bei -21 °C tiefgefroren. Für weitere zwei Tage erfolgte die Trocknung mittels Gefriertrockner Christ-alpha 2-4 LD plus. Nach der Trocknung wurden die Sedimentproben durch ein 1mm Stahlsieb gesiebt.

Für die Bestimmung der Schwermetalle im Sediment erfolgte ein Aufschluss der Proben. Hierzu wurden zirka 0,5g Sediment auf 4 Dezimalstellen genau in Glasaufschlussröhrchen eingewogen. Anschließend erfolgte die Zugabe von 4,5 mL Millipore- Wasser, 4,5 mL 69% HNO_3 (TraceSELECT®, Fa. Fluka) und 1 mL 30% Wasserstoffperoxid (TraceSELECT®, Fa. Fluka). Die Glasaufschlussröhrchen wurden mit Luftkühlern bestückt und für 2 Stunden bei 130 °C im Thermoblock geleached.

Im Anschluss daran wurden die Aufschlüsse in 20 mL Messkolben überführt und mit Millipore-Wasser aufgefüllt. Danach wurden die Aufschlüsse mit Spritzen aufgezogen und mittels 0,2 µm Spritzenvorsatzfiltern (VWR) in Zentrifugen Röhrchen transferiert. Diese Aufschlüsse dienten zur Untersuchung von Quecksilber mittels Kaltdampf-AAS, Silber und Cadmium mittels Graphitrohr und Titan, Chrom, Mangan, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink und Blei mittels Totalreflexions- Röntgenspektrometer.

2.5.2.2. Wasserpflanzen

Die Proben der Wasserpflanzen wurden am Tag der Probenahme im Labor vom Flusswasser befreit, mit Millipore- Wasser gereinigt und für mindestens zwei Tage bei -21°C tiefgefroren. Die weitere Vorgehensweise war ident mit der Sedimentaufbereitung mit dem Unterschied, dass 0,2 g Pflanzenmaterial auf 4 Dezimalstellen genau eingewogen wurden.

2.6. Chemische Analyse

2.6.1. Spektroskopie: Grundlagen

In der Atomspektroskopie macht man sich die Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit isolierten Atomen zunutze. Resultat dieser Wechselwirkung ist eine Änderung des energetischen Zustandes von den äußeren Elektronen, den Valenzelektronen (Cammann, 2001, 4-29).

Grundlage der Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) ist das Gesetz von Bunsen und Kirchhoff, wonach ein Atom die Strahlung, die es emittiert, auch sehr spezifisch absorbieren kann. Atome, die Strahlung absorbieren, gehen in einen angeregten Zustand über, der nur von sehr kurzer Dauer (10^{-8} Sekunden) ist. Sobald das angeregte Elektron auf sein ursprüngliches Energieniveau zurückfällt, wird genau die absorbierte Energiemenge wieder, in Form von Strahlung derselben Wellenlänge, die zuvor absorbiert wurde, abgegeben. Diese Fluoreszenzstrahlung kann man messen und somit Rückschlüsse auf die Konzentration des gesuchten Elements ziehen (Cammann, 2001, 4-29).

Die Messgröße bei quantitativen Analysen in der AAS ist die Extinktion, welche nach dem Lambert- Beer'schen Gesetz direkt proportional zu der Konzentration der absorbierten Atome im Strahleneingang und der Schichtdicke der durchstrahlten Probe ist (Cammann, 2001, 4-31):

$$A = \varepsilon * c * d$$

A Extinktion [m^2/mol]

ε Elementspezifischer Extinktionskoeffizient [mol/m^3]

c Konzentration [mol/m^3]

d Schichtdicke der Küvette [m]

Ein AAS- Gerät besteht aus einer Strahlungsquelle, die den Startpunkt des Systems darstellt. Diese Strahlungsquelle muss eine möglichst große Intensität (Strahlungsdichte) auf den vom Analyten absorbierbaren Wellenlängen aufweisen. Im Anschluss daran befindet sich eine Atomisierungseinheit, mit der das zu analysierende Element aus der Probe in den gasförmigen, atomaren Zustand überführt wird. Anschließend daran folgt der Monochromator, der die Untergrundintensität niedrig hält und ausschließlich Licht der Wellenlänge des gesuchten Elements passieren lässt. Ein Detektor, der mit einem Signalverstärker an einem Messwertausgeber verbunden ist, bildet den Abschluss dieses Systems (Cammann, 2001, 4-31).

2.6.1.1. Flammentechnik (F-AAS)

Hierbei atomisiert ein Schlitzbrenner, der sowohl einen großen Lichtweg als auch eine hohe Empfindlichkeit gewährleistet, die Probe. Die Flamme weist eine Temperatur zwischen 2000°C - 3000°C auf und sollte bei der jeweiligen Elementwellenlänge, eine geringe Emission von weißem Licht aufweisen. Die Strömungsgeschwindigkeit der Flammengase, sollte zu den vom Zerstäuber erzeugten Aerosolen der Analysenlösung abgestimmt werden, damit eine vollständige Atomisierung der zu analysierenden Elemente gewährleistet werden kann (Cammann, 2001, 4-36).

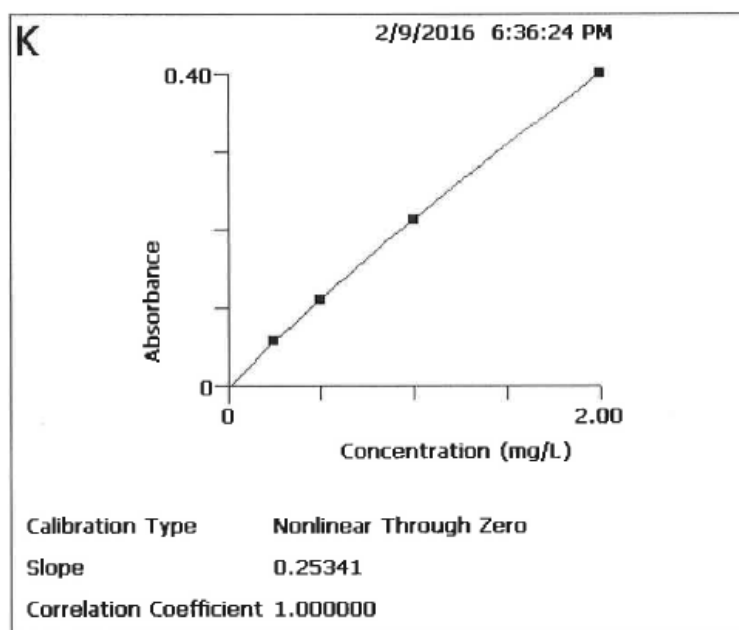


Abbildung 11: Kalibrierkurve von Kalium bis zu einer Konzentration von 2 mg/L

2.6.1.2. Graphitrohr- Technik (GF-AAS)

Mit dieser Methode kann man eine wesentlich niedrigere Nachweisgrenze im ppb Bereich erzielen. Hierbei wird der Aufschluss der Probe in ein elektrisch beheiztes Graphitrohr pipettiert. Es erfolgt eine elektrothermale Verdampfung durch einen programmierten Stromfluss, der am Graphitrohr angelegt ist und die Aufheiz-, Trocken-, Veraschungs- sowie Atomisierungsphase regelt. Durch diese Technik wird die Atomdampf Wolke länger im Strahlengang gehalten und somit wird eine hohe Nachweisempfindlichkeit erzielt (Cammann, 2001, 4-38).

2.6.1.3. Kaltdampf- Technik (CV-AAS)

Diese Methode ist im Speziellen für die quantitative Quecksilberbestimmung von Bedeutung. Hierbei macht man sich die Eigenschaft des Quecksilbers zunutze, dass es bereits bei Raumtemperatur einen hohen Dampfdruck aufweist und sehr leicht aus seinen Verbindungen zu elementarem Quecksilber zu reduzieren ist. Ein Inertgas, das während der Reduktion vorbeiströmt, transportiert das Quecksilber in die Absorptionszelle, in der die Konzentration bei der Spektrallinie 257,3 nm ermittelt wird (Cammann, 2001, 4-46).

2.6.1.4. Totalreflexions- Röntgenfluoreszenzanalyse (TXRFA)

Grundlage dieser Methode ist die Anregung von Atomen durch energiereiche, primäre Röntgenstrahlung. Die angeregten Atome wiederum emittieren Fluoreszenzstrahlung im Röntgenbereich, deren Wellenlänge für jedes Element charakteristisch ist (Cammann, 2001, 4-78).

Durch einen Ein- und Austrittswinkel von $0,1^\circ$ dringt die Anregungsstrahlung bei der TXRFA nicht so tief in die Probenmatrix ein. Zur Fluoreszenz angeregt wird somit nur, die auf einen Probenträger dünn aufgetragene Probe. Diese Fluoreszenzstrahlung wird von einem Halbleiter- Detektor registriert und lässt Multielementanalysen im ppb- Bereich zu (Cammann, 2001, 4-87).

2.6.2. Allgemeine Wasserparameter

2.6.2.1. Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffsättigung, Leitfähigkeit

Die Parameter Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffsättigung und Leitfähigkeit wurden vor Ort mithilfe mobiler Messgeräte bestimmt.

2.6.2.2. Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Chlorid, Sulfat

Die Konzentration an Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat im filtrierten Flusswasser wurde mithilfe von Merck- Präparaten und dem Photometer Merck SQ 118 durchgeführt. Die Bestimmung von Chlorid und Sulfat erfolgte mit Merck- Präparaten und einem UV/VIS-Spektrometer Perkin Elmer Lambda 35. Vor jeder Messung musste ein Blank hergestellt werden, der aus Millipore- Wasser und dem jeweiligen Merck-Test bestand.

Die Bezeichnungen der Merck- Präparate:

Ammonium:	Spectroquant- Testnummer: 1.14752.0001/1.14752.0002
Nitrit:	Spectroquant- Testnummer: 1.14776.0001/1.14776.0002
Nitrat:	Spectroquant- Testnummer: 1.14773.0001
Phosphat:	Spectroquant- Testnummer: 1.14848.0001/1.14848.0002
Chlorid:	Spectroquant- Testnummer: 1.01812.0001/1.14897.0002
Sulfat:	Spectroquant- Testnummer: 1.01812.0001

2.6.2.3. Säurebindungsvermögen

Zur Bestimmung des Säurebindungsvermögens wurden 50mL der filtrierten Flusswasserprobe entnommen und gegen 0,1 molare HCl (TraceSELECT®, Fa. Fluka) in 0,1µl Schritten titriert. Die Messung des pH-Werts erfolgte mittels pH-Meter (pH100, SI-Analytix, VWR). Der bei pH-Wert 4,3 verbrauchte Wert an HCl multipliziert mit zwei ergibt das Säurebindungsvermögen in meq/L.

2.6.2.4. Gelöster Stickstoff, Gelöster organischer Kohlenstoff

Zur Bestimmung von gelöstem Stickstoff, als auch des gelösten organischen Kohlenstoffgehalts in der filtrierten Flusswasserprobe, wurde ein Total Organic Carbon Analysator der Firma Shimadzu verwendet. Die Messung erfolgte am Tag der Probenahme und wurde vollautomatisch durchgeführt.

Zur Messung vom gelöstem organischen Kohlenstoff wurden die filtrierten Flusswasserproben im Analysator mit HCl angesäuert. Anschließend wurde die Probe mit synthetischer Luft ausgeblasen, um das Kohlendioxid in der Probe zu entfernen. Daran anschließend erfolgt eine katalytische Oxidation bei 720°C, bei der der gelöste Kohlenstoff zu Kohlendioxid verbrannt und mittels Infrarotspektrometer detektiert wird (Shimadzu, 2010)

Der gelöste gebundene Stickstoff wurde parallel hierzu ermittelt. Das bei der katalytischen Oxidation frei werdende Stickstoffmonoxid wird mit Ozon zu NO_2^* umgewandelt. Bei der darauffolgenden Reaktion von $\text{NO}_2^* \rightarrow \text{NO}_2$ werden Lichtquanten freigesetzt, die mittels Chemolumineszenzdetektor gemessen werden und den Anteil an gelöst gebundenen Stickstoff darstellen (Shimadzu, 2010).

2.6.2.5. Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium

Die Konzentration an Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium in den angesäuerten, filtrierten Flusswasserproben wurde mittels Flammenabsorptionsspektrometer bestimmt.

Für die Bestimmung wurde das Flammenabsorptionsmessgerät AAnalyst 200 der Firma Perkin Elmer verwendet. Vor der Messung musste das Gerät für die zu untersuchenden Elemente kalibriert werden. Hierzu wurden Standardlösungen der Firma Fluka mit Millipore-Wasser verdünnt und eine Kalibrierkurve mit fünf Messpunkten erstellt. Die Kalibrierkurve sollte einen Korrelationsfaktor von mindestens 0,995 aufweisen. Sofern eine Messung außerhalb des Kalibrierbereichs war, wurde die Probe mit 2% HNO_3 verdünnt und erneut gemessen. Jedes untersuchte Element wurde in einem bestimmten Kalibrierbereich bei einer definierten Wellenlänge analysiert:

Tabelle 2: gelöste Kationen: Kalibrierbereich und Wellenlänge (nm)

Element	Kalibrierbereich (mg/L)	Wellenlänge (nm)
Natrium	0,125 – 1,00	589
Kalium	0,25 – 2,0	766,49
Magnesium	0,0625 – 0,500	285,21
Calcium	2,5 – 20,0	422,67

2.6.3. Schwermetallbestimmung in Kompartimenten der Fische

2.6.3.1. Organischer Anteil im Sediment

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Sediment wurde mittels Glühverlustbestimmung ermittelt. Hierbei wurde circa 1 g getrocknetes Sediment auf 4 Dezimalstellen genau in einen Porzellantiegel eingewogen und für 2 Stunden bei 550 °C im Muffelofen verascht. Der Rückstand wurde erneut gewogen und die Differenz, welche den organischen Anteil darstellt, wurde gebildet.

2.6.3.2. Quecksilber

Für die Messung von Quecksilber in den 3 verschiedenen Kompartimenten, Sediment, Wasserpflanzen und Flusswasser, wurden die Proben mittels Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometer und dem Gerät FIMS 400, der Firma Perkin Elmer untersucht. Bei diesem Verfahren diente eine 3% -ige Salzsäure als Carrierlösung und eine 2%-ige Natriumborhydrid- Lösung in 0,05%-iger Natronlauge als Reduktionsmittel. Zu Beginn wurde mithilfe einer Quecksilber Standardlösung (Konzentration 1g/L) und Millipore- Wasser eine Kalibriergerade erstellt. Diese lag im Bereich von 1-10 µg/L und wies 5 Messpunkte auf, die einen Korrelationsfaktor von 0,9995 übersteigen sollten. Jede Probe wurde dreimal gemessen und der resultierende Mittelwert notiert.

2.6.3.3. Silber, Cadmium, Blei, Nickel, Kupfer, Chrom

Die Bestimmung von Schwermetallen in Wasserpflanzen erfolgte mittels GF-AAS und dem Gerät PinAAcle 900Z der Firma Perkin Elmer. Darüber hinaus wurden die Sedimentproben auf die Gehalte an Cadmium und Silber mittels GF-AAS ermittelt. Für jedes Element musste vor der Messung mithilfe von Standardlösungen und Millipore- Wasser eine Kalibriergerade in den jeweiligen Konzentrationsbereichen erstellt werden:

Tabelle 3:Schwermetallmessung mittels der Graphitrohr-AAS: Kalibrierbereich, Wellenlänge

Element	Kalibrierbereich (µg/L)	Wellenlänge (nm)
Silber	0,50-10,00	328,07
Cadmium	0,50-5,00	228,80
Blei	5,00-50,0	283,31
Nickel	25,0-200	341,48
Kupfer	5,00-50,0	234,75
Chrom	1,00-10,0	357,87

Bei der Messung von Cadmium, Kupfer und Blei wurden Modifier herangezogen um Hintergrundstörungen gering zu halten. Bei Cadmium und Blei wurde eine 1% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 0,06% $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ – Lösung und bei Kupfer eine 0,1% Pd + 0,006% $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ - Lösung verwendet.

2.6.3.4. Titan, Chrom, Mangan, Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Blei

Die Bestimmung dieser Elemente in den Aufschlüssen der Sedimentproben erfolgte mit Totalreflexions- Spektrometrie mit dem Gerät S2 Picofox (BRUKER). Hierbei handelt es sich um ein Gerät das Multielementanalysen zulässt und somit jede Sedimentprobe nur einmal aufgetragen wurde. Vor jeder Messung erfolgte eine Aufbereitung der Probe mit einem internen Platin Standard mit der Konzentration 10µg/L, Polyvinylalcohol (PVA) und Triton X-100. Für meine Messungen ergab sich folgende Probenzusammensetzung:

450µL Probe

450µL interner Platin Standard mit der Konzentration 10 mg/L

100µL PVA

10µL Triton X

10 µL dieser Probenmischung wurden auf silikonierte Quarzplättchen, welche zuvor mithilfe der TXRF auf ihre Reinheit überprüft wurden, aufgetragen und nach der Trocknung mit der TXRF gemessen. Die erhaltenen Messwerte wurden mit dem Programm Spectra Picofox und der Methode PACS ausgewertet.

2.6.3.5. Zink

Die Bestimmung von Zink im Sediment und den entnommenen Wasserpflanzen erfolgte, wie in Abschnitt 3.5.2.5., mithilfe von Flammen AAS.

3. Ergebnisse

3.1. Allgemeine Wasserparameter

Die angeführte Tabelle zeigt die im Probezeitraum gemessenen Werte für pH- Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffsättigung und Säurebindungsvermögen (SBV).

Tabelle 4: Sauerstoffsättigung, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, SBV; n pro Parameter pro Standort = 8

Standort	O ₂ -Sättigung		Temperatur	Leitfähigkeit	pH-Wert	SBV
	[mg/L]	[%]	[°C]	[µS/cm]		[meq/L]
HAS	8,0 ± 0,5	78,6 ± 4,1	11,8 ± 0,8	630,9 ± 4,0	7,4 ± 0,2	4,5 ± 0,1
AFI	8,1 ± 0,5	77,8 ± 4,1	11,1 ± 1,3	654,3 ± 5,1	7,5 ± 0,4	4,5 ± 0,1
NFI	8,6 ± 0,6	81,4 ± 4,7	10,1 ± 2,1	635,9 ± 4,8	7,6 ± 0,1	4,5 ± 0,1
WEI	9,4 ± 0,6	88,1 ± 4,0	10,6 ± 1,7	646,1 ± 3,5	7,6 ± 0,1	4,5 ± 0,1
MIT	9,4 ± 0,6	87,3 ± 4,2	10,4 ± 2,0	643,6 ± 3,9	7,8 ± 0,1	4,4 ± 0,1
GRA	8,1 ± 0,5	78,8 ± 4,9	11,4 ± 1,3	676,9 ± 72,7	7,6 ± 0,0	4,5 ± 0,1
SCH	8,9 ± 0,7	83,1 ± 5,3	10,6 ± 1,8	641,0 ± 7,1	7,7 ± 0,1	4,5 ± 0,1
END	9,3 ± 0,6	86,6 ± 4,2	10,7 ± 1,9	649,5 ± 6,2	7,7 ± 0,1	4,6 ± 0,1

Abbildung 10 zeigt, dass die **Temperatur** der Fische im gemessenen Zeitraum zwischen 6,9 und 12,7 °C schwankte.

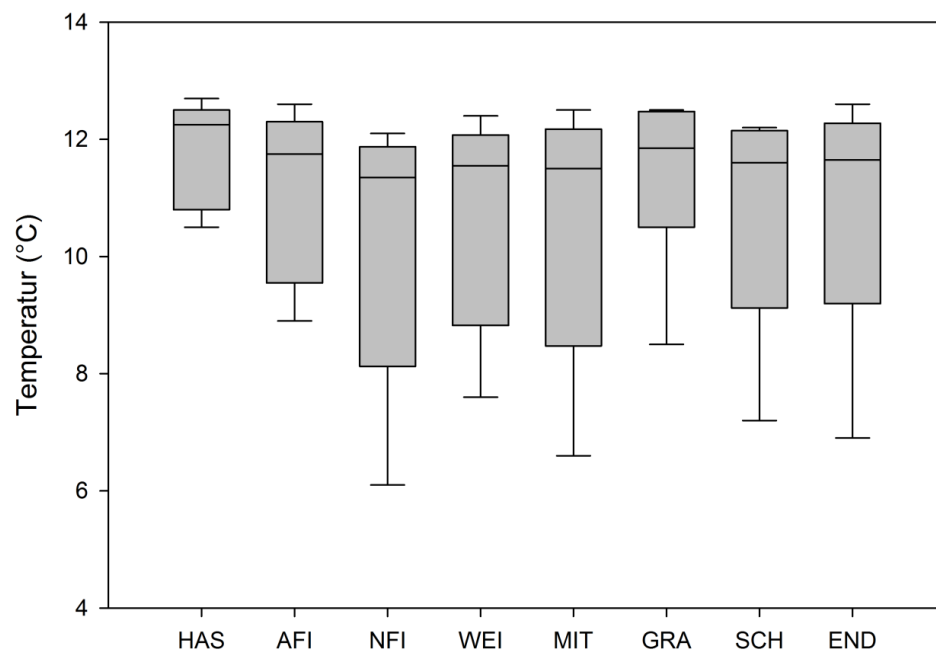


Abbildung 10: Temperatur (°C) Flusswasser; n je Standort=8

Abbildung 11 zeigt, dass die **pH-Werte** der Fische an den jeweils gemessenen Standorten zwischen 7,2 und 8,6 lagen.

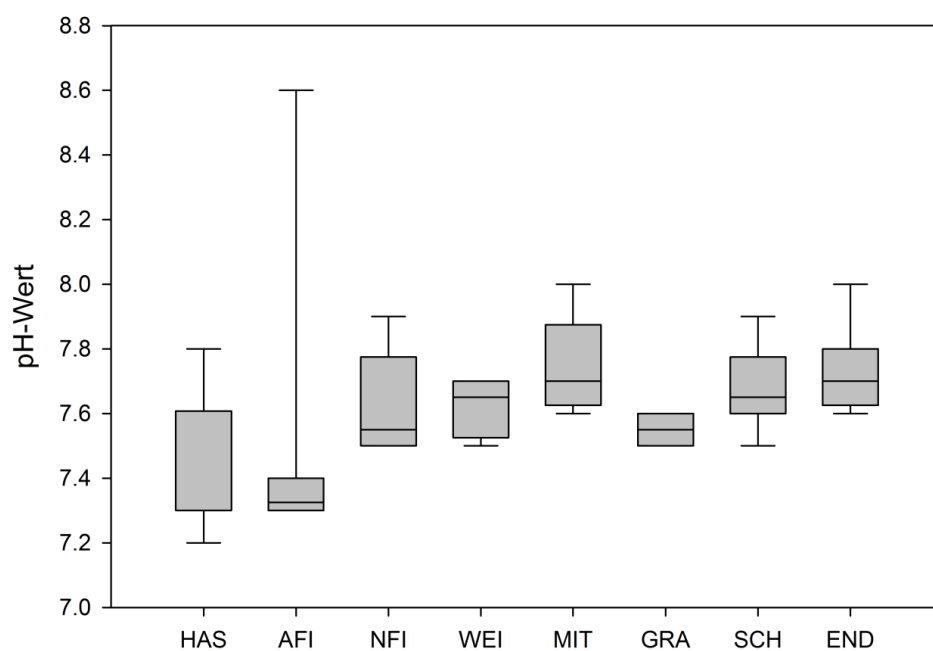


Abbildung 11: pH-Wert Flusswasser; n je Standort=8

Abbildung 12 zeigt, dass sich die **Sauerstoffgehalte** der Fische an den gemessenen Standorten im Bereich von 7,0 mg/L bis 10 mg/L befanden. Abbildung 13 zeigt, dass die **Sauerstoffsättigung** im Bereich von 73 bis 96 % lag.

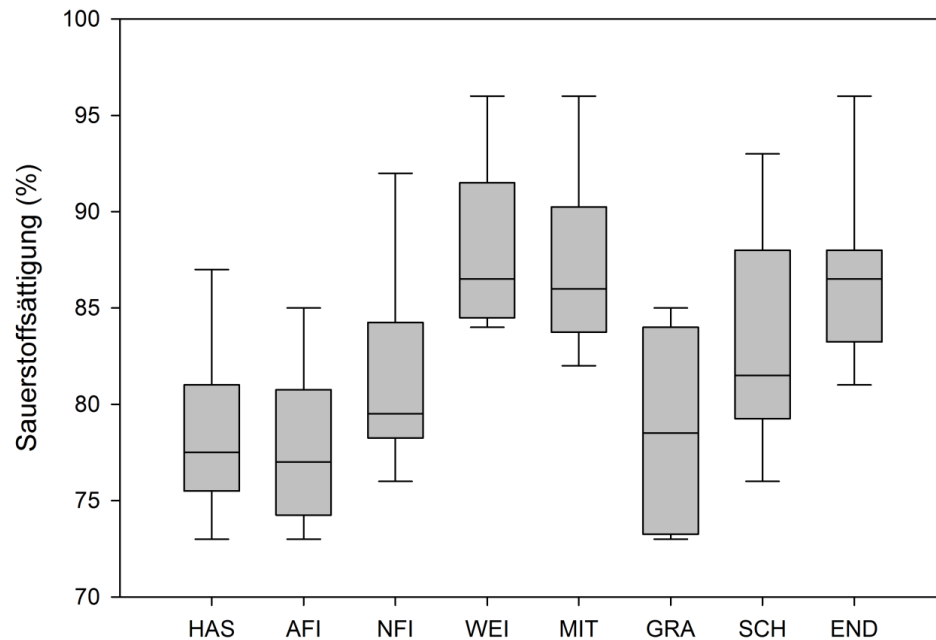


Abbildung 12: Sauerstoffsättigung (%) Flusswasser; n je Standort=8

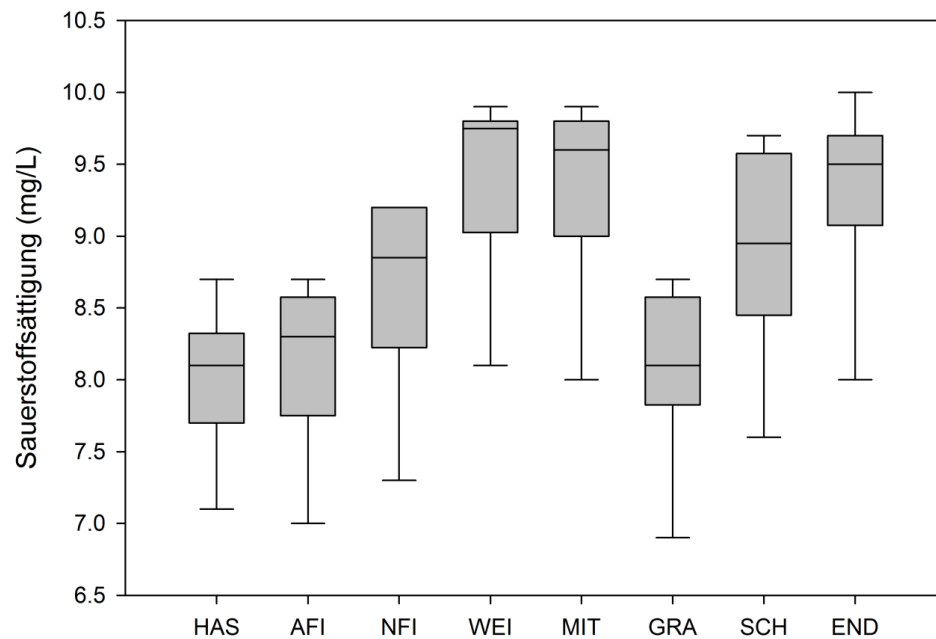


Abbildung 13: Sauerstoffgehalt (mg/L) Flusswasser; n je Standort=8

Abbildung 14 zeigt, dass die Werte der **Leitfähigkeitsmessungen** an der Fische im Bereich von 626 bis 865 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lagen.

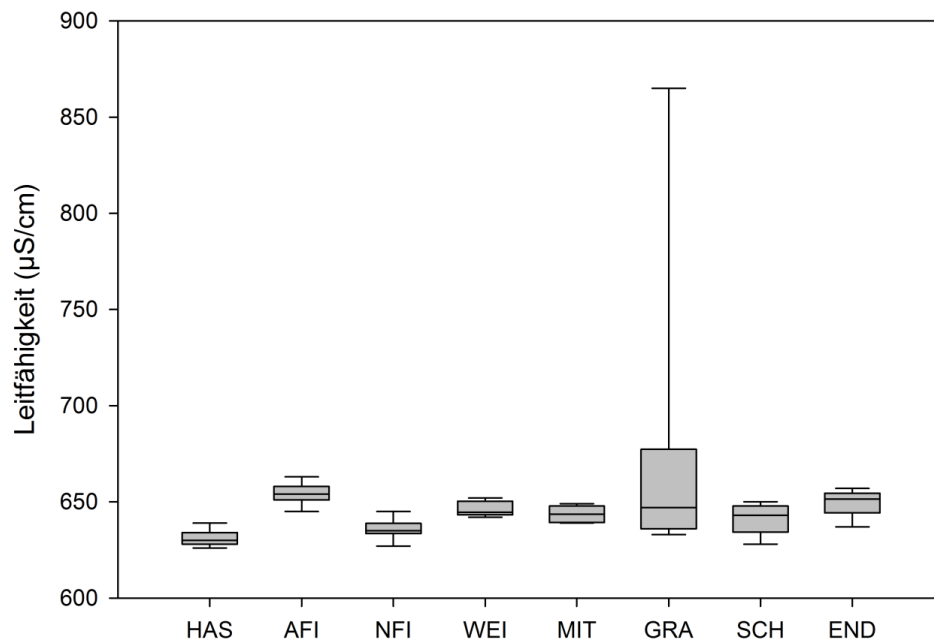


Abbildung 14: Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Flusswasser; n je Standort=8

Abbildung 15 zeigt, dass sich die Werte für das **Säurebindungsvermögen** von 4,4 bis 4,6 meq/L erstreckten.

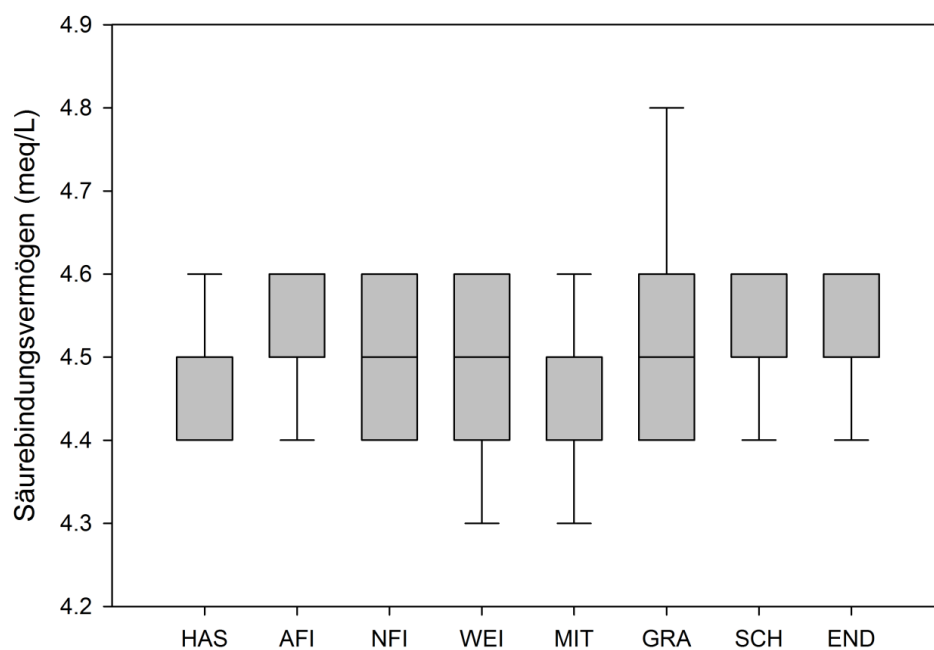


Abbildung 15: Säurebindungsvermögen (meq/L) Flusswasser; n je Standort=7

3.2. Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Abbildung 16 zeigt, dass sich die Werte zu den Messungen vom gelösten organischen Kohlenstoff im Bereich von 0,95 bis 3,21 mg/L befanden.

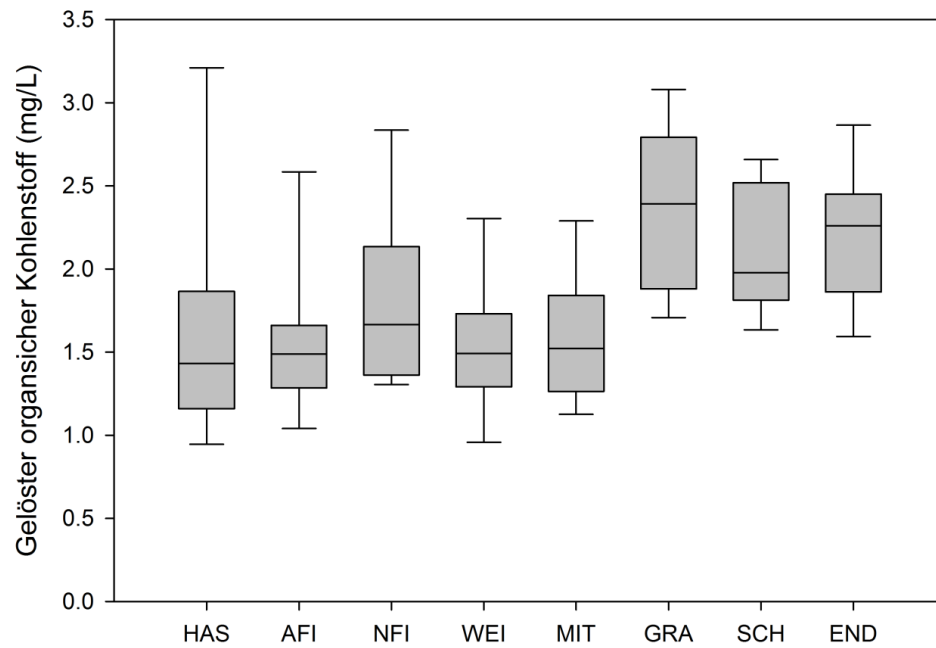


Abbildung 16: Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) im Flusswasser; n je Standort=8

3.3. Stickstoffspezies: Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gelöster gebundener Stickstoff

Tabelle 5: Stickstoffspezies im Flusswasser; n je Standort=8 zeigt eine Übersicht der Mittelwerte inklusive Standardabweichung der gemessenen Stickstoffspezies an den jeweiligen Standorten.

Tabelle 5: Stickstoffspezies im Flusswasser; n je Standort=8

Standort	Ammonium (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	gel. geb. Stickstoff (DN) (mg/L)
HAS	0,02±0,00		14,0±3,0	3,3±0,3
AFI	0,02±0,01		14,3±2,3	3,5±0,2
NFI	0,01±0,01	<NWG	13,8±2,9	3,2±0,2
WEI	0,02±0,01	0,05	15,0±2,7	3,4±0,2
MIT	0,02±0,01		14,4±1,8	3,3±0,2
GRA	0,03±0,01		9,8±2,1	2,3±0,1
SCH	0,02±0,01		11,9±2,8	2,5±0,1
END	0,04±0,02		9,6±3,2	2,5±0,1

Abbildung 17 zeigt die Werte von den Messungen zu **Ammonium** an den jeweiligen Standorten zwischen 0,01 und 0,1 mg/L.

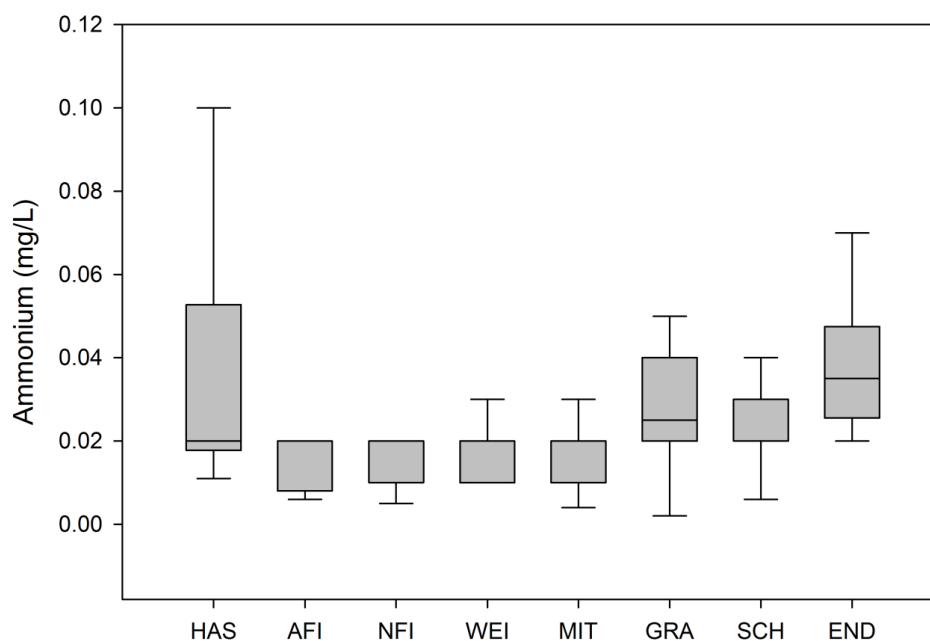


Abbildung 17: Ammonium (mg/L) im Flusswasser; n je Standort=8

Alle Werte von den Messungen zu **Nitrit** im Flusswasser lagen unter der Nachweisgrenze von 0,05 mg/L.

Abbildung 18 zeigt, dass die **Nitrat** Werte im Bereich von 3,2 bis 19,2 mg/L lagen.

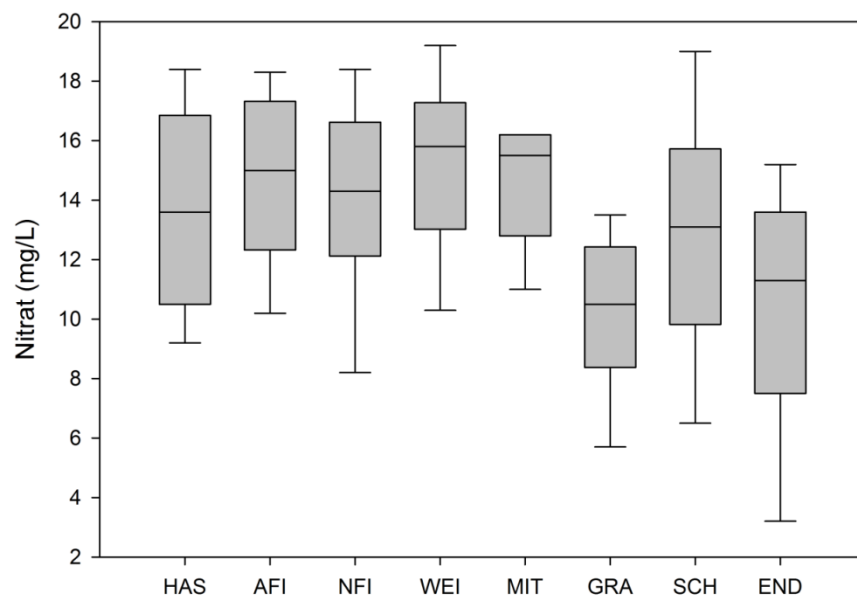


Abbildung 18: Nitrat (mg/L) im Flusswasser; n je Standort = 8

Abbildung 19 zeigt, dass sich die gemessenen Werte zu **gelöst gebundenem Stickstoff (DN)** im Bereich von 2,00 und 3,85 mg/L befanden.

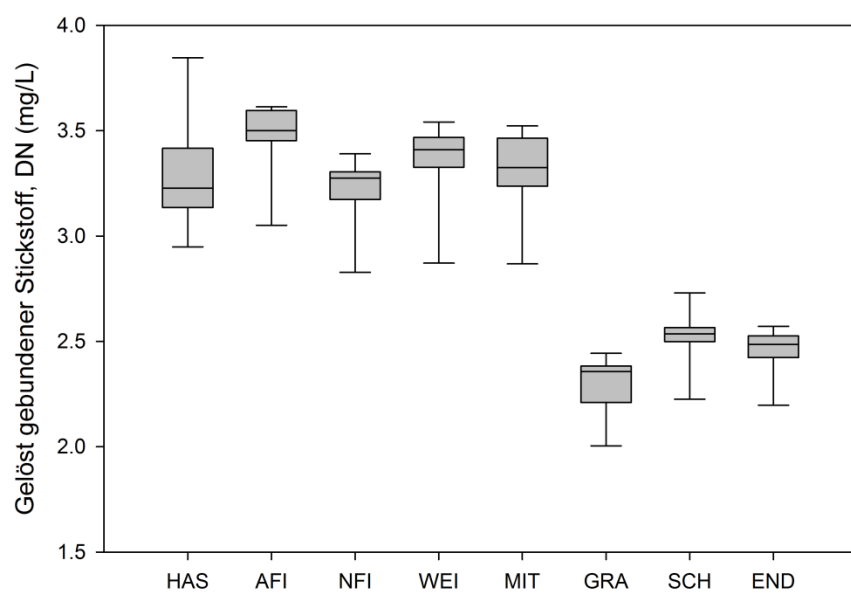


Abbildung 19: Gelöst gebundener Stickstoff, DN (mg/L); n je Standort = 8

3.4. Gelöste Anionen: Sulfat, Chlorid, Phosphat

Abbildung 20 zeigt, dass die **Sulfat** Konzentration im Bereich von 51,3 und 87,2 mg/L lag.

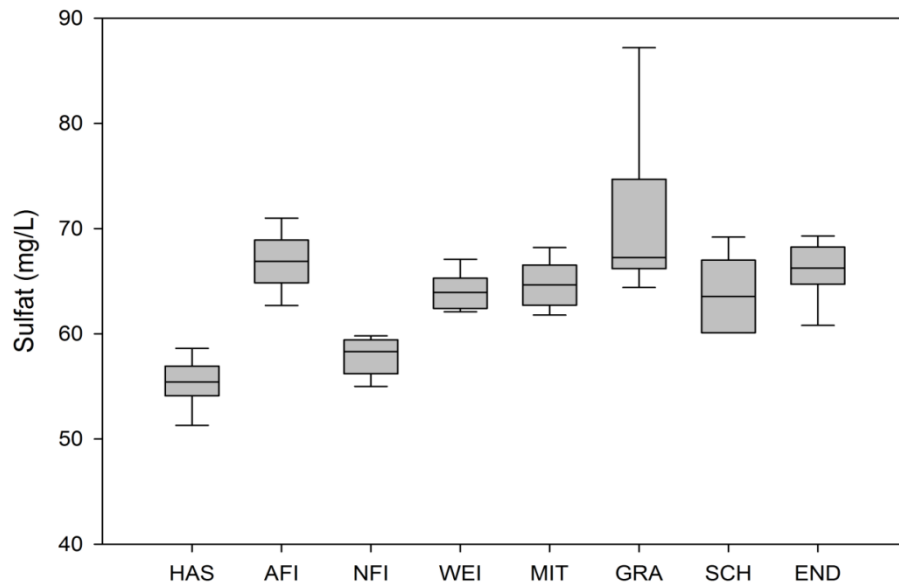


Abbildung 20: Sulfat (mg/L) im Flusswasser; n je Standort = 8

Abbildung 21 zeigt, dass die **Chlorid** Konzentration im Bereich von 13 und 22,9 mg/L lag.

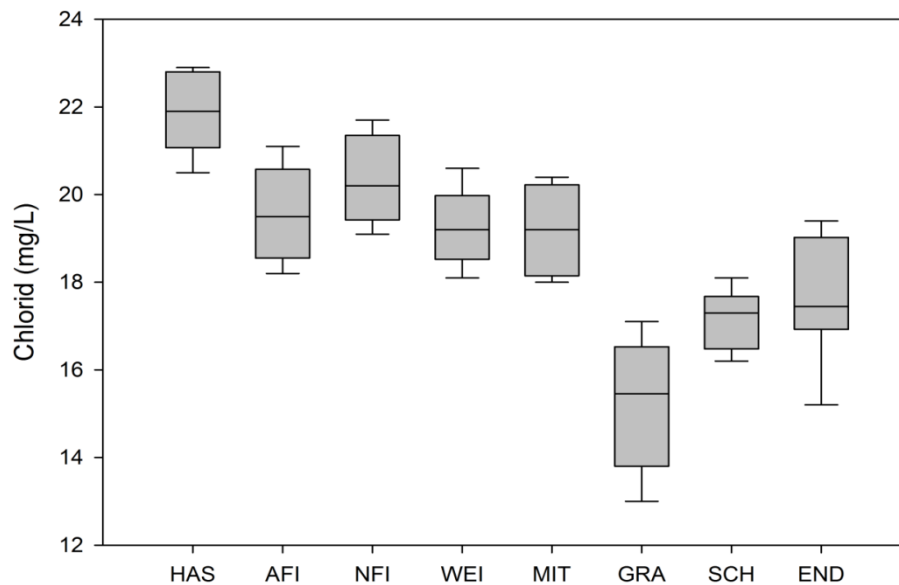


Abbildung 21: Chlorid (mg/L) im Flusswasser; n je Standort = 8

Die Messungen von den Proben zu **Phosphat** lagen unter der Nachweisgrenze von 0,05 mg/L.

3.5. Gelöste Kationen: Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium

Abbildung 22 zeigt, dass die **Natrium** Messungen im Bereich von 9,2 und 13,8 mg/L lagen.

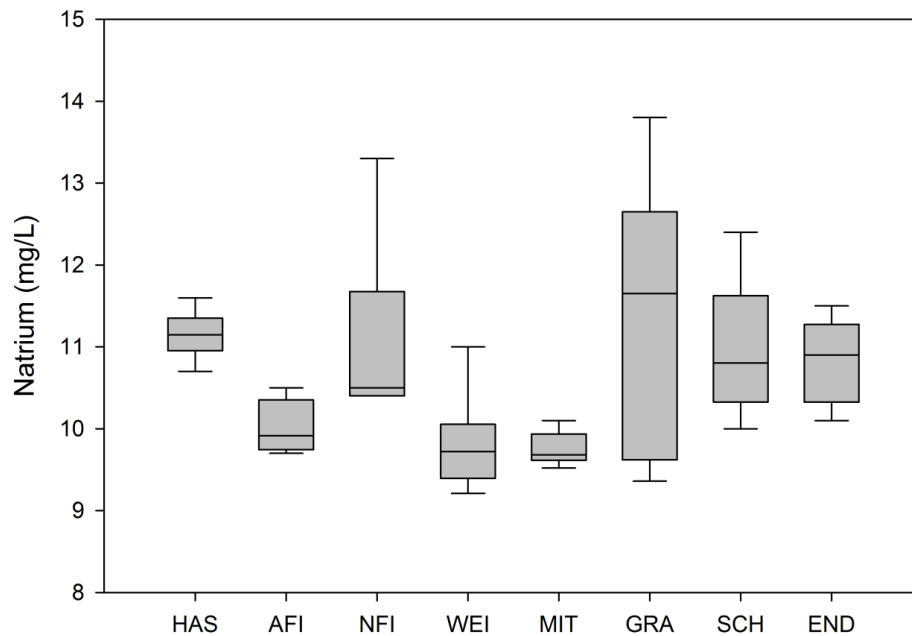


Abbildung 22: Natrium (mg/L) im Flusswasser; n pro Standort= 8

Abbildung 23 zeigt, dass die **Kalium** Konzentration im Flusswasser zwischen 1,3 und 2,6 mg/L lag.

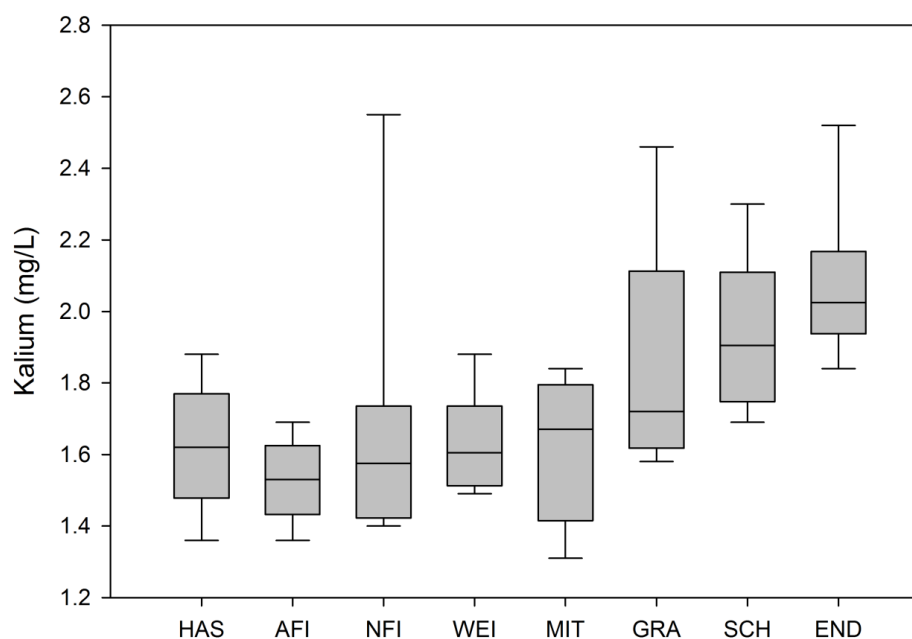


Abbildung 23: Kalium (mg/L) im Flusswasser; n pro Standort= 8

Abbildung 24 zeigt, dass der **Magnesium** Gehalt im Flusswasser zwischen 16,4 und 27,6 mg/L lag.

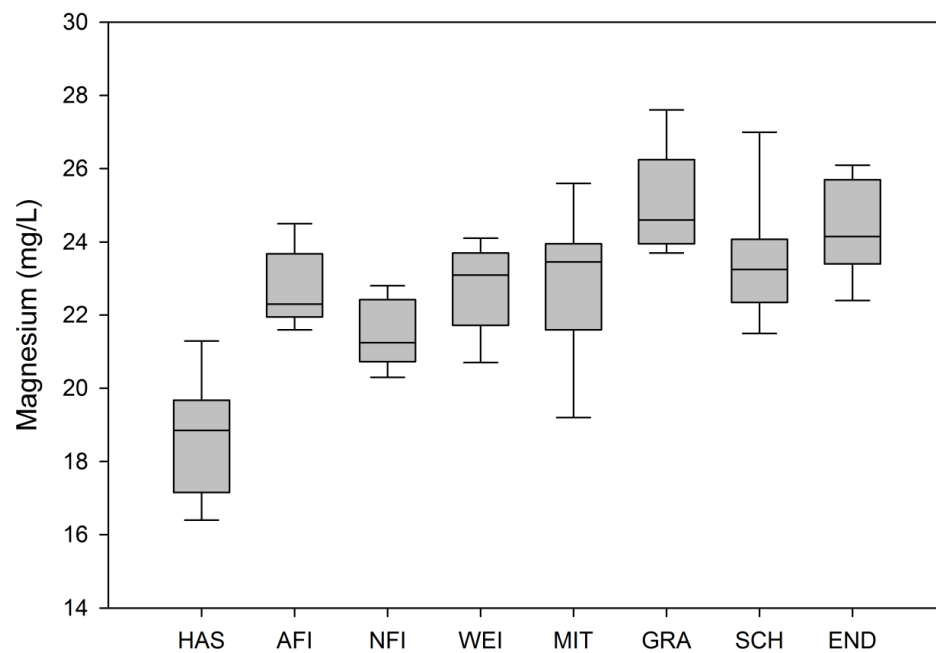


Abbildung 24: Magnesium (mg/L) im Flusswasser; n pro Standort= 8

Abbildung 25 zeigt, dass die **Calcium** Konzentration im Bereich von 52,6 und 98,2 mg/L lag.

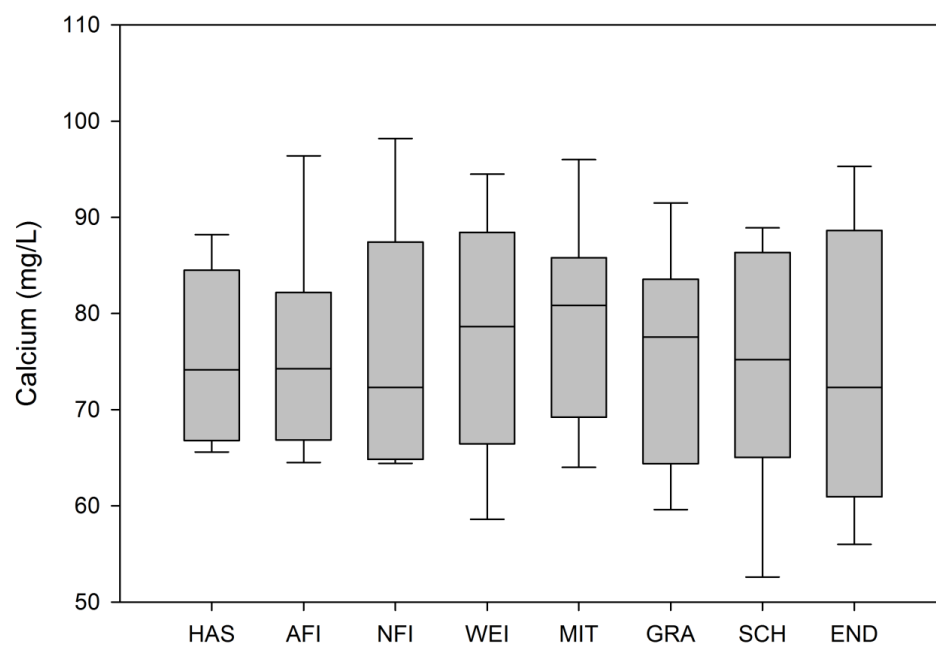


Abbildung 25: Calcium (mg/L) im Flusswasser; n pro Standort= 8

3.6. Schwermetalle

4.6.1. Schwermetalle im Sediment

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht der Mittelwerte, der untersuchten Schwermetalle inklusive Standardabweichung sowie den Anteil an organischem Material der gemessenen Sedimentproben in Prozent.

Tabelle 6: Org. Anteil und Schwermetalle im Sediment der Fische, alle Angaben in $\mu\text{g/g TM}$, n je Standort=8;

	HAS	AFI	NFI	WEI	MIT	GRA	SCH	END
org. Anteil	4,35	1,89	4,16	2,31	2,35	1,79	2,73	1,31
(%)	$\pm 2,11$	$\pm 0,89$	$\pm 2,40$	$\pm 1,06$	$\pm 0,94$	$\pm 0,49$	$\pm 0,94$	$\pm 0,71$
Ti ($\mu\text{g/g}$)	137,50 $\pm 90,77$	70,75 $\pm 23,80$	106,81 $\pm 23,31$	97,04 $\pm 18,90$	81,94 $\pm 21,84$	25,91 $\pm 16,59$	72,15 $\pm 5,26$	80,24 $\pm 27,18$
Cr ($\mu\text{g/g}$)	13,60 $\pm 7,26$	13,73 $\pm 10,67$	19,60 $\pm 14,82$	10,12 $\pm 2,75$	8,02 $\pm 2,20$	7,59 $\pm 4,43$	13,29 $\pm 6,56$	9,30 $\pm 2,65$
Mn ($\mu\text{g/g}$)	125,99 $\pm 34,22$	107,76 $\pm 24,17$	121,90 $\pm 23,40$	110,44 $\pm 16,75$	92,95 $\pm 9,39$	75,49 $\pm 28,41$	134,05 $\pm 20,66$	118,10 $\pm 16,71$
Fe ($\mu\text{g/g}$)	7560 ± 3234	5685 ± 1873	6890 ± 1593	5964 ± 648	5003 ± 501	2996 ± 1082	5402 ± 909	4797 ± 933
Ni ($\mu\text{g/g}$)	8,89 $\pm 3,35$	6,43 $\pm 2,10$	8,34 $\pm 2,39$	7,35 $\pm 1,17$	6,62 $\pm 1,25$	7,12 $\pm 2,69$	8,12 $\pm 2,90$	7,68 $\pm 2,19$
Cu ($\mu\text{g/g}$)	6,52 $\pm 2,42$	4,18 $\pm 4,02$	7,59 $\pm 4,03$	4,66 $\pm 1,77$	4,69 $\pm 1,56$	12,79 $\pm 7,58$	18,29 $\pm 4,33$	27,54 $\pm 13,58$
Zn ($\mu\text{g/g}$)	32,61 $\pm 10,62$	29,79 $\pm 17,86$	39,40 $\pm 12,12$	31,65 $\pm 10,28$	29,83 $\pm 6,47$	32,61 $\pm 23,66$	40,23 $\pm 9,22$	51,02 $\pm 10,29$
Ag ($\mu\text{g/g}$)	0,04 $\pm 0,03$	0,04 $\pm 0,02$	0,06 $\pm 0,04$	0,04 $\pm 0,02$	0,04 $\pm 0,02$	0,06 $\pm 0,04$	0,12 $\pm 0,08$	0,08 $\pm 0,04$
Cd ($\mu\text{g/g}$)	0,13 $\pm 0,03$	0,09 $\pm 0,02$	0,15 $\pm 0,05$	0,09 $\pm 0,01$	0,10 $\pm 0,02$	0,14 $\pm 0,03$	0,13 $\pm 0,03$	0,13 $\pm 0,08$
Hg ($\mu\text{g/g}$)	0,03 $\pm 0,02$	0,01 $\pm 0,01$	0,04 $\pm 0,02$	0,02 $\pm 0,00$	0,02 $\pm 0,00$	0,02 $\pm 0,01$	0,04 $\pm 0,02$	0,04 $\pm 0,02$
Pb ($\mu\text{g/g}$)	14,16 $\pm 4,18$	9,38 $\pm 3,83$	16,79 $\pm 6,22$	9,14 $\pm 4,08$	8,70 $\pm 3,79$	24,09 $\pm 17,01$	15,99 $\pm 5,07$	20,98 $\pm 11,01$

Abbildung 26 zeigt, dass die Gehalte an **Titan** im Sediment im Bereich von 10,90 und 269 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

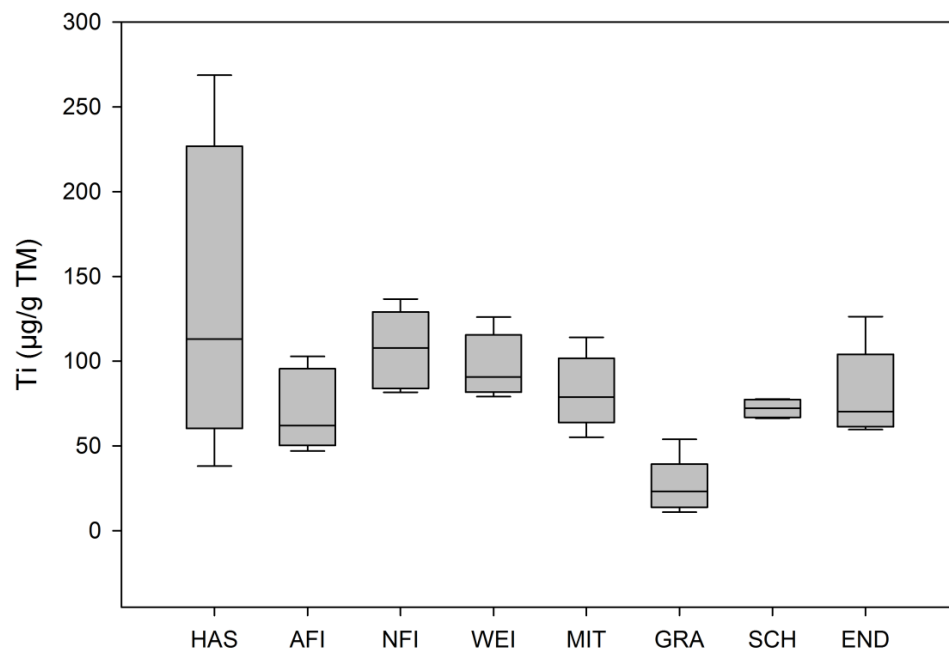


Abbildung 26: Titan im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 27 zeigt, dass die Gehalte an **Chrom** im Sediment im Bereich von 4,03 und 45,59 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

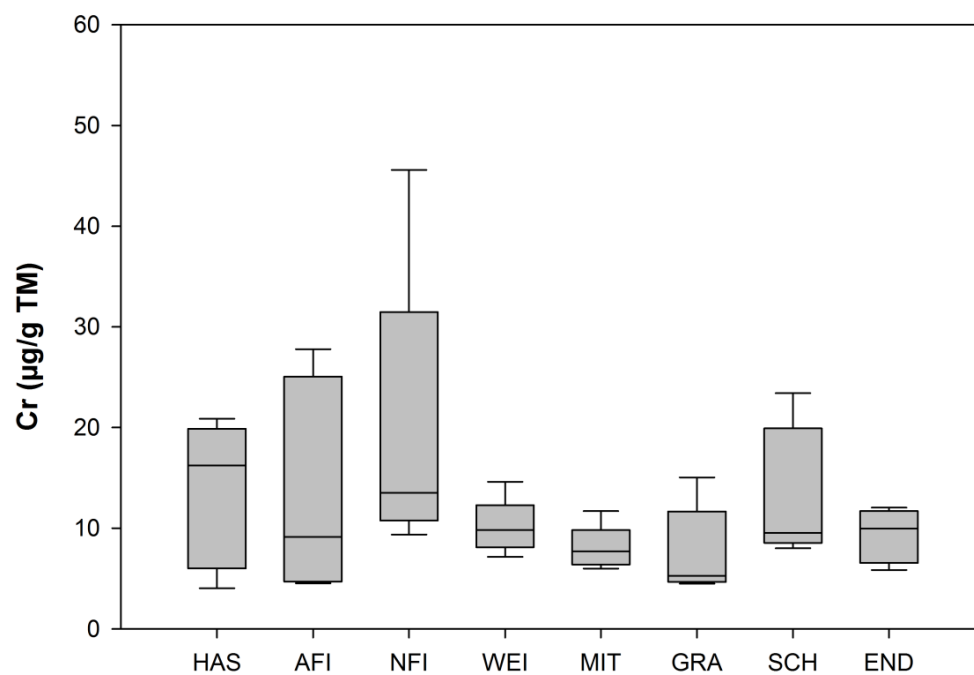


Abbildung 27: Chrom im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 28 zeigt, dass die Gehalte an **Mangan** im Sediment im Bereich von 50,81 und 168 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

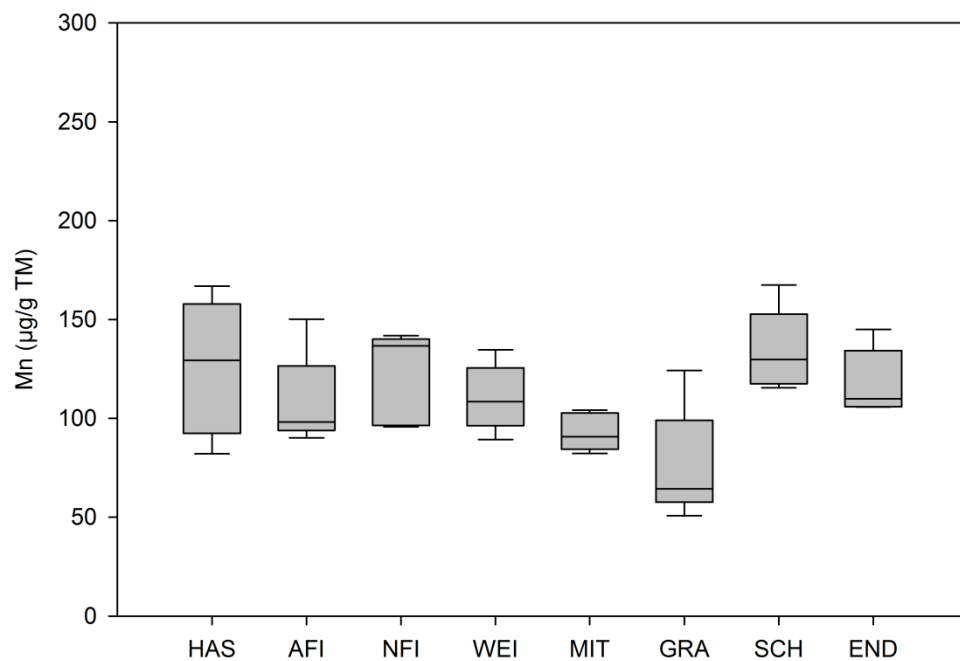


Abbildung 28: Mangan im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 29 zeigt, dass die Gehalte an **Eisen** im Sediment im Bereich von 1965 und 12830 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

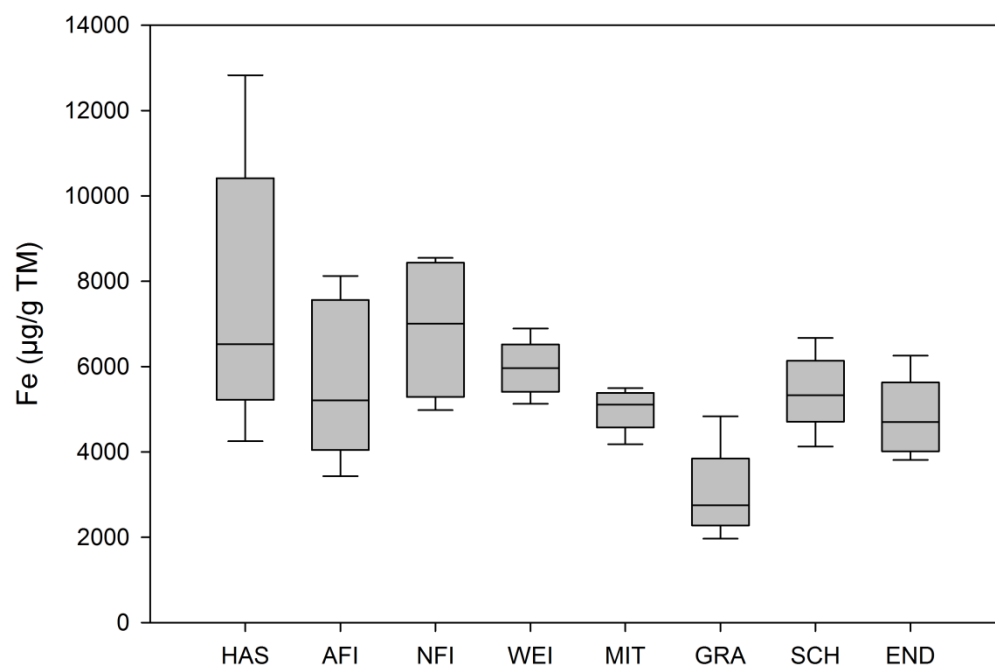


Abbildung 29: Eisen im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 30 zeigt, dass die Gehalte an **Nickel** im Sediment im Bereich von 3,72 und 13,16 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

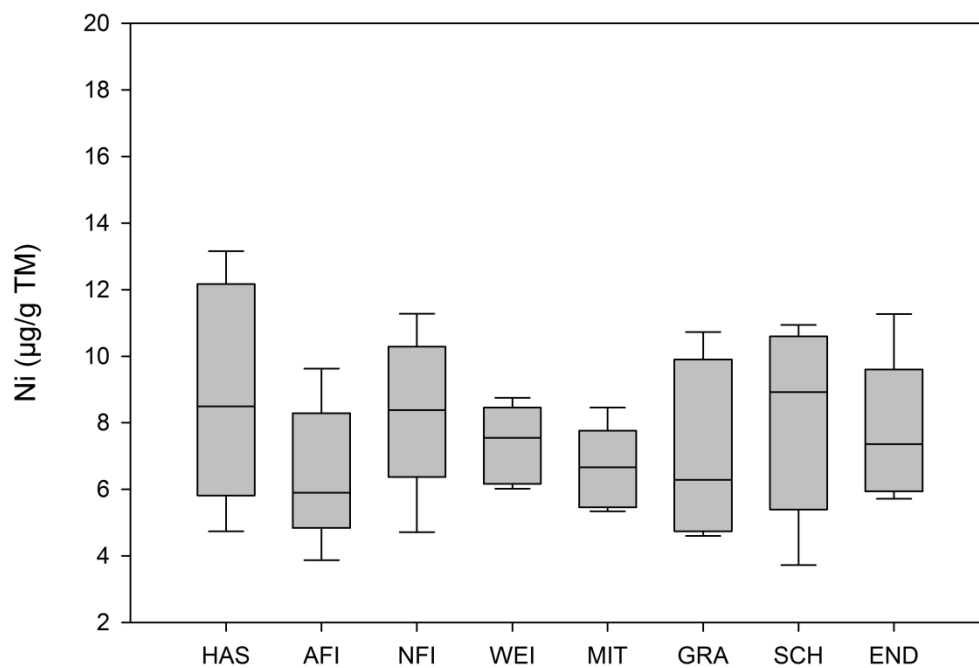


Abbildung 30: Nickel im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 31 zeigt, dass die Gehalte an **Kupfer** im Sediment im Bereich von 1,81 und 48,76 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

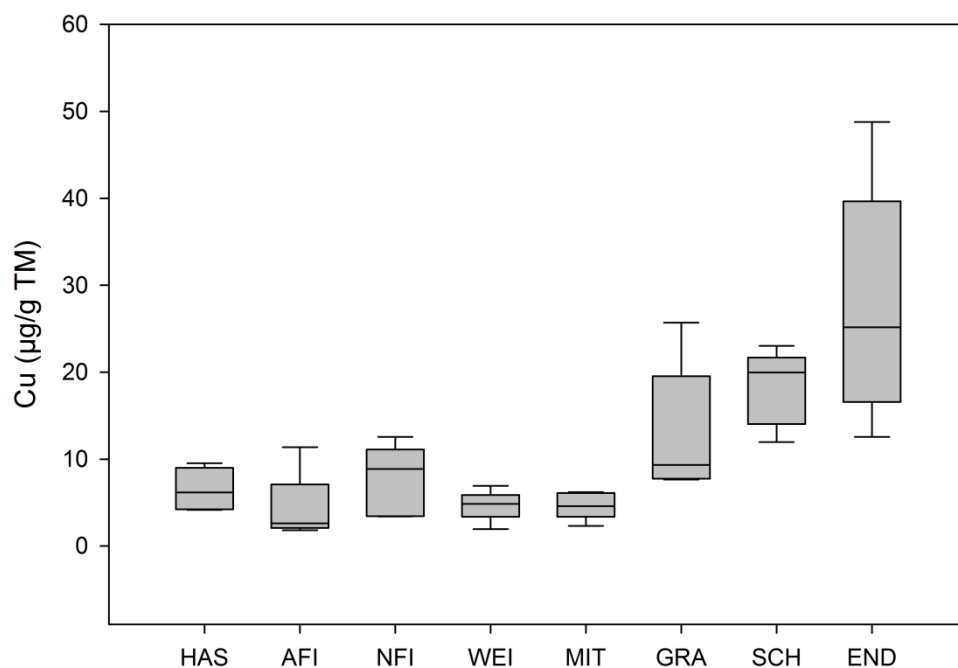


Abbildung 31: Kupfer im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 32 zeigt, dass die Gehalte an **Zink** im Sediment im Bereich von 15,56 und 74,43 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

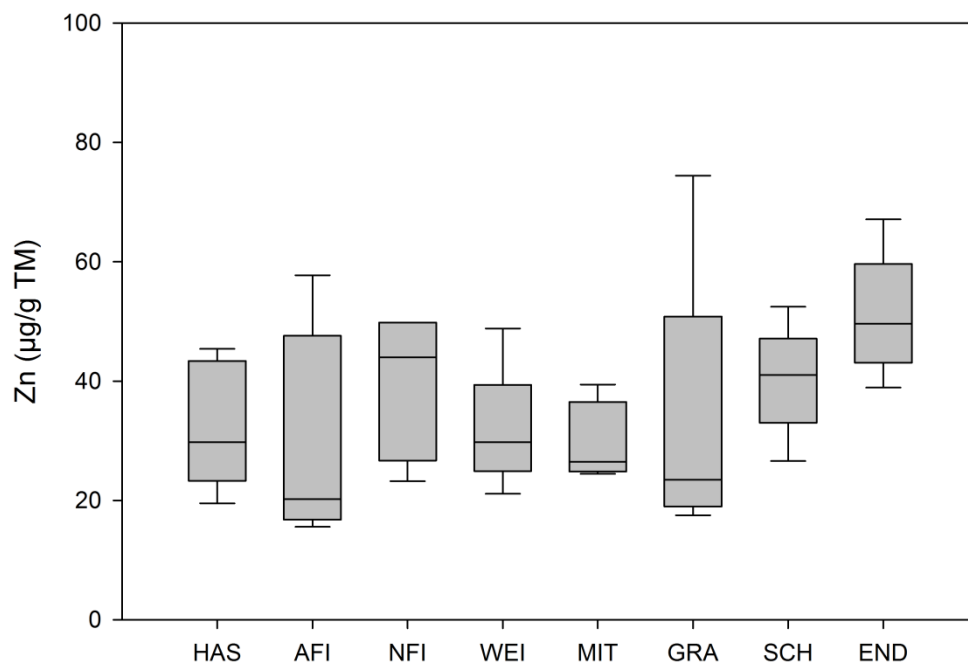


Abbildung 32: Zink im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 10

Abbildung 33 zeigt, dass die Gehalte an **Silber** im Sediment im Bereich von 0,01 und 0,16 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

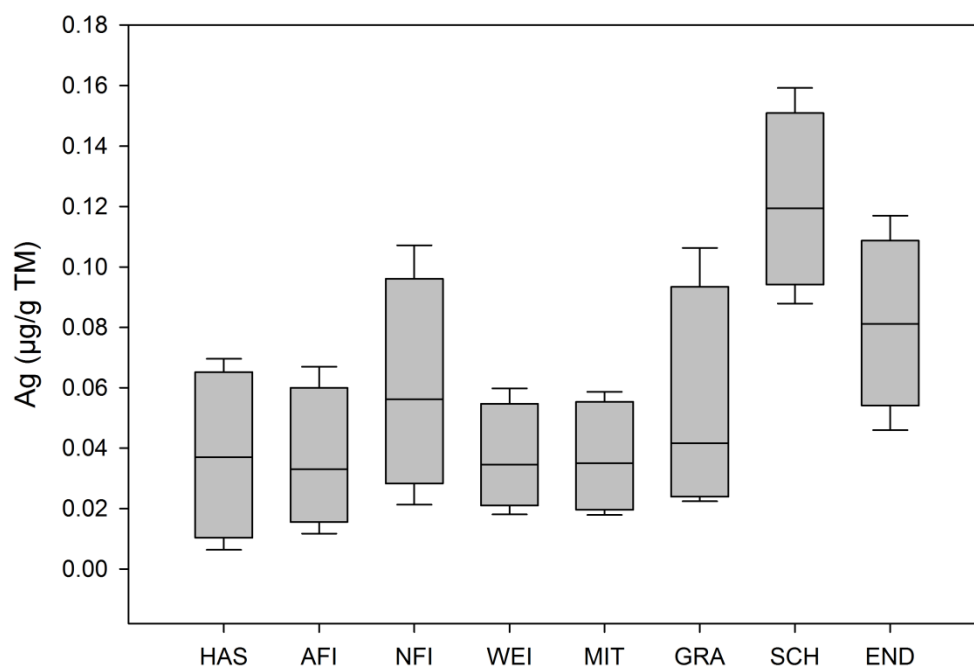


Abbildung 33: Silber im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 8

Abbildung 34 zeigt, dass die Gehalte an **Cadmium** im Sediment im Bereich von 0,07 und 0,21 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

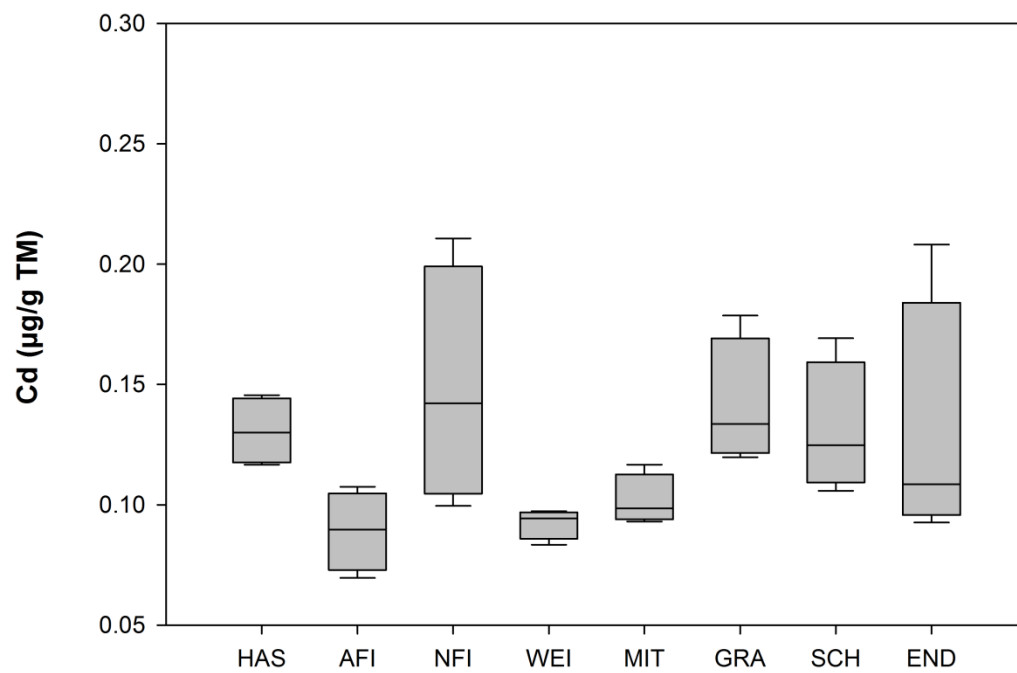


Abbildung 34: Cadmium im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 8

Abbildung 35 zeigt, dass die Gehalte an **Quecksilber** im Sediment im Bereich von 0,003 und 0,077 $\mu\text{g/g TM}$ lagen.

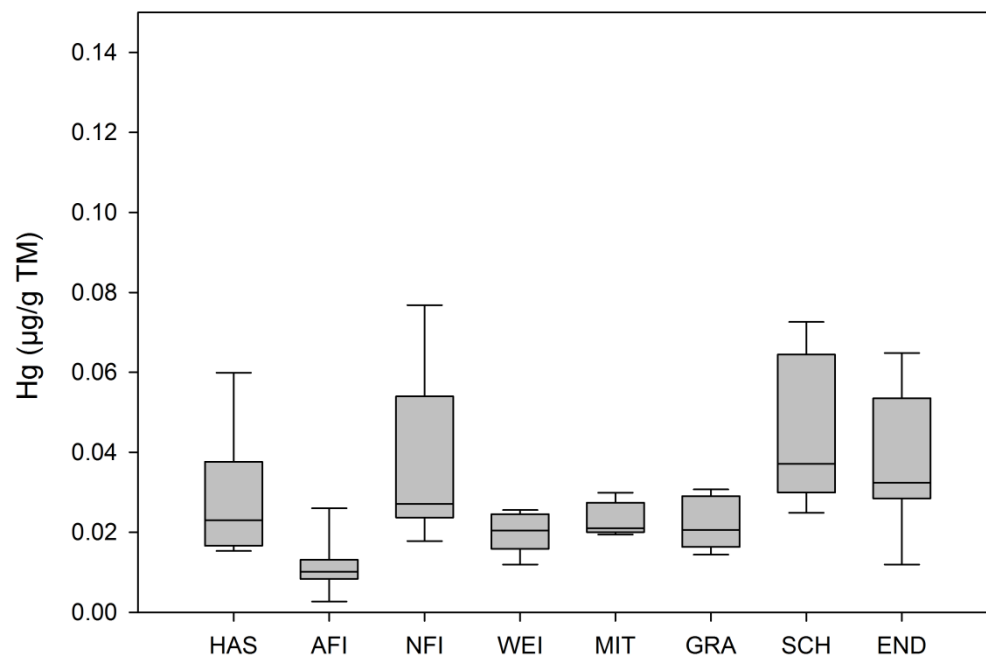


Abbildung 35: Quecksilber im Sediment ($\mu\text{g/g TM}$); n pro Standort = 16

Abbildung 36 zeigt, dass die Gehalte an **Blei** im Sediment im Bereich von 4,55 und 52,28 $\mu\text{g/g}$ TM lagen.

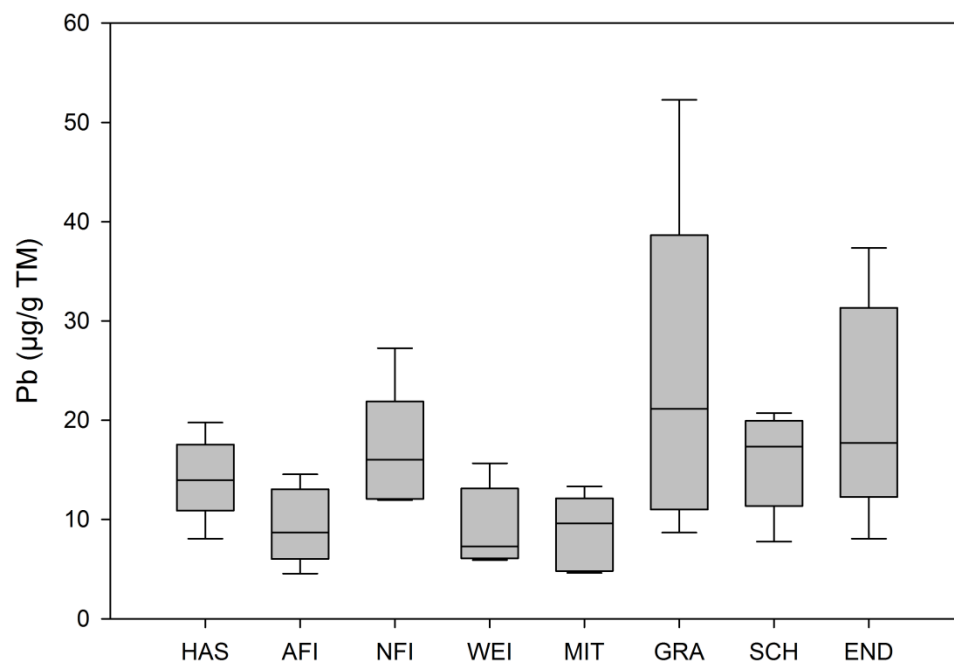


Abbildung 36: Blei im Sediment ($\mu\text{g/g}$ TM); n pro Standort = 10

3.6.2. Schwermetalle in Wasserpflanzen

In Tabelle 7 sind die Gehalte an Schwermetallen in den entnommenen Wasserpflanzen an 7 der 8 Standorte angeführt. Am Standort Gramatneusiedl (GRA) wurden keine Wasserpflanzen gefunden.

Tabelle 7: Schwermetalle in Wasserpflanzen der Fische; n(HAS,C.fragilis)=6, n(AFI,F.antipyretica)=4, n(NFI,F.antipyretica)=8, n(WEI,Cladophora)=3, n(MIT,C.fragilis)=8, n(SCH,P.optusifolius)

	Cr (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	Ag (µg/g)	Cd (µg/g)	Hg (µg/g)	Pb (µg/g)
HAS	1,77	3,56	3,60	29,05	0,01	0,72	0,03	2,41
<i>C.fragilis</i>	±0,58	±1,75	±2,79	±16,22	±0,01	±0,30	±0,01	±0,41
AFI	3,76	5,7	5,22	38,58	0,03	0,14	0,03	8,29
<i>F.antipyretica</i>	±1,39	±2,2	±0,91	±9,32	±0,03	±0,05	±0,01	±1,43
NFI	5,66	6,56	7,09	70,55	0,02	0,13	0,04	11,10
<i>F.antipyretica</i>	±2,77	±3,50	±1,73	±9,03	±0,01	±0,04	±0,01	±1,17
WEI	6,00	6,67	5,63	48,75	0,02	0,23	0,06	8,24
<i>Cladophora</i>	±1,57	±2,47	±1,17	±21,88	±0,01	±0,13	±0,01	±4,99
MIT	1,31	3,09	2,01	30,56	0,01	0,09	0,03	3,62
<i>C. fragilis</i>	±0,28	±1,70	±0,38	±6,01	±0,00	±0,02	±0,03	±0,97
SCH	2,44	7,96	16,80	155,56	0,01	0,33	0,04	9,92
<i>P.optusifolius</i>	±0,84	±2,30	±6,86	±54,57	±0,01	±0,11	±0,02	±1,60
END	5,96	6,51	16,49	189,35	0,04	0,26	0,07	12,41
<i>M.spicatum</i>	±2,73	±1,89	±5,84	±28,80	±0,04	±0,11	±0,02	±5,49

Abbildung 37 zeigt, dass der **Chrom** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 0,89 und 12,47 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

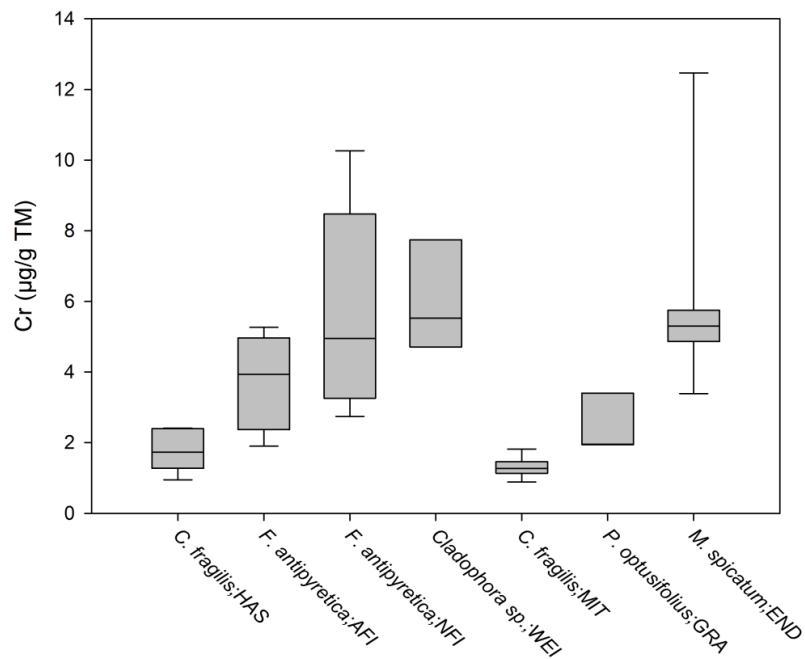


Abbildung 37: Cr Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; $n(\text{HAS})= 6$, $n(\text{AFI})=4$, $n(\text{NFI})=8$, $n(\text{WEI})=3$, $n(\text{MIT})=8$, $n(\text{SCH})=3$, $n(\text{END})=8$

Abbildung 38 zeigt, dass der **Nickel** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 0,96 und 13,48 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

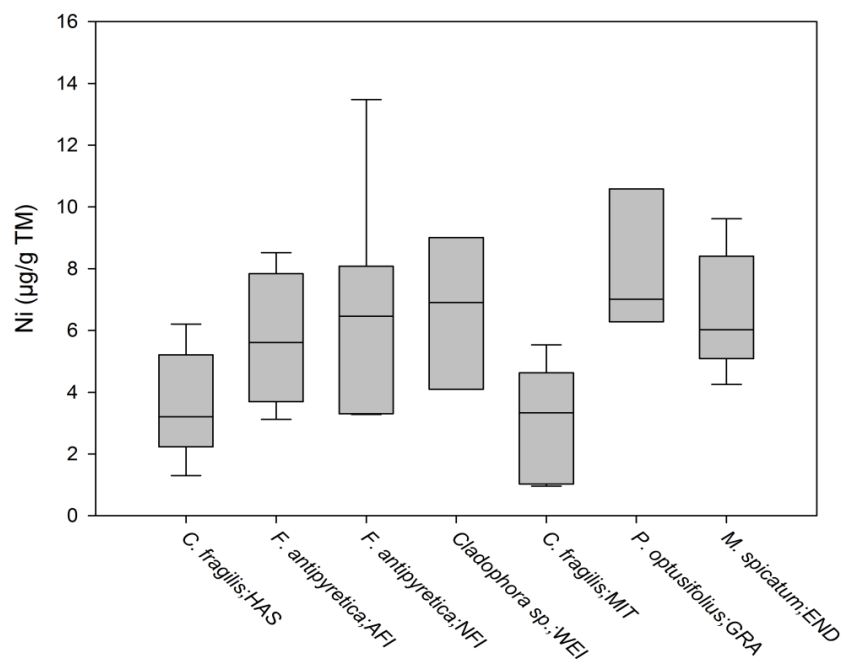


Abbildung 38: Ni Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; $n(\text{HAS})= 6$, $n(\text{AFI})=4$, $n(\text{NFI})=8$, $n(\text{WEI})=3$, $n(\text{MIT})=8$, $n(\text{SCH})=3$, $n(\text{END})=8$

Abbildung 39 zeigt, dass der **Kupfer** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 1,53 und 30,27 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

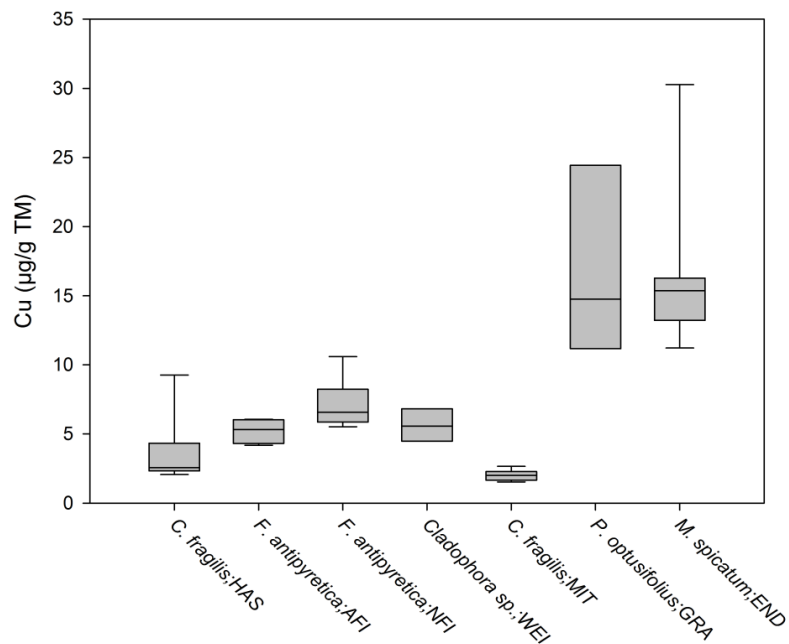


Abbildung 39: Cu Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; n(HAS)= 6, n(AFI)=4, n(NFI)=8, n(WEI)=3, n(MIT)=8, n(SCH)=3, n(END)=8

Abbildung 40 zeigt, dass der **Zink** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 12,83 und 251,36 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

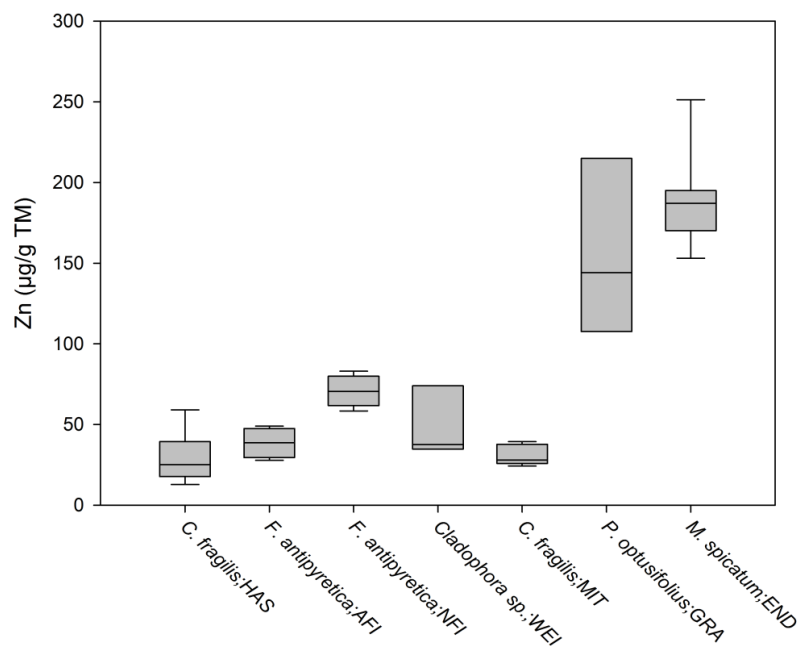


Abbildung 40: Zn Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; n(HAS)= 6, n(AFI)=4, n(NFI)=8, n(WEI)=3, n(MIT)=8, n(SCH)=3, n(END)=8

Abbildung 41 zeigt, dass sich der **Silber** Gehalt in den Wasserpflanzen unter der Nachweisgrenze des Analysegeräts ($0,001 \mu\text{g/gTM}$) bis $0,10 \mu\text{g/gTM}$ erstreckte.

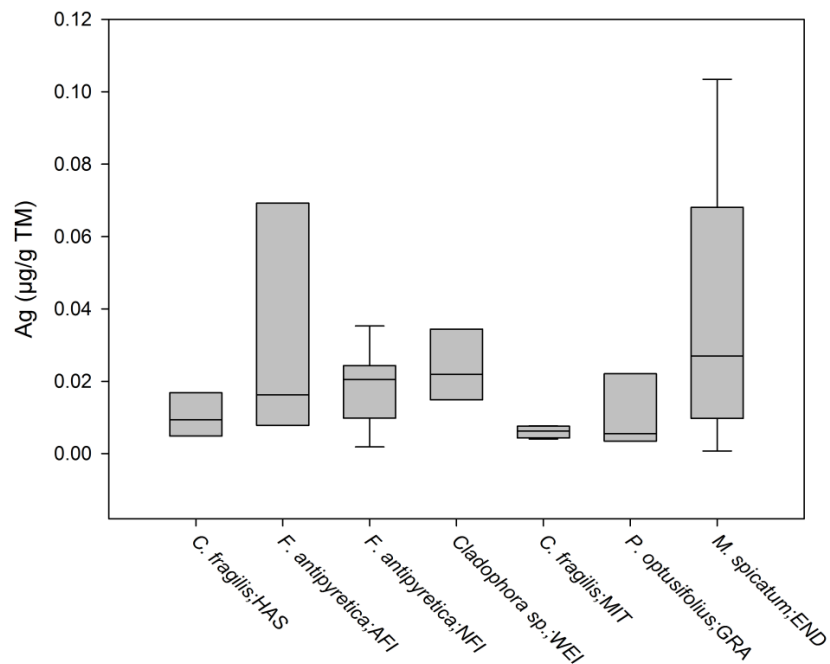


Abbildung 41: Ag Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; $n(\text{HAS})=6$, $n(\text{AFI})=4$, $n(\text{NFI})=8$, $n(\text{WEI})=3$, $n(\text{MIT})=8$, $n(\text{SCH})=3$, $n(\text{END})=8$

Abbildung 42 zeigt, dass der **Cadmium** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen $0,07$ und $1,08 \mu\text{g/gTM}$ lag.

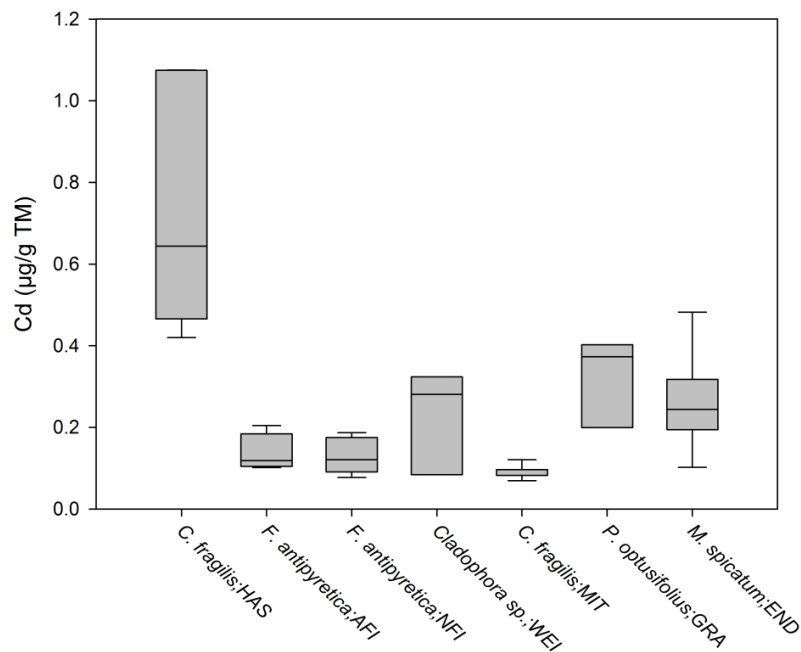


Abbildung 42: Cd Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; $n(\text{HAS})= 6$, $n(\text{AFI})=4$, $n(\text{NFI})=8$, $n(\text{WEI})=3$, $n(\text{MIT})=8$, $n(\text{SCH})=3$, $n(\text{END})=8$

Abbildung 43 zeigt, dass der **Quecksilber** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 0,01 und 0,12 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

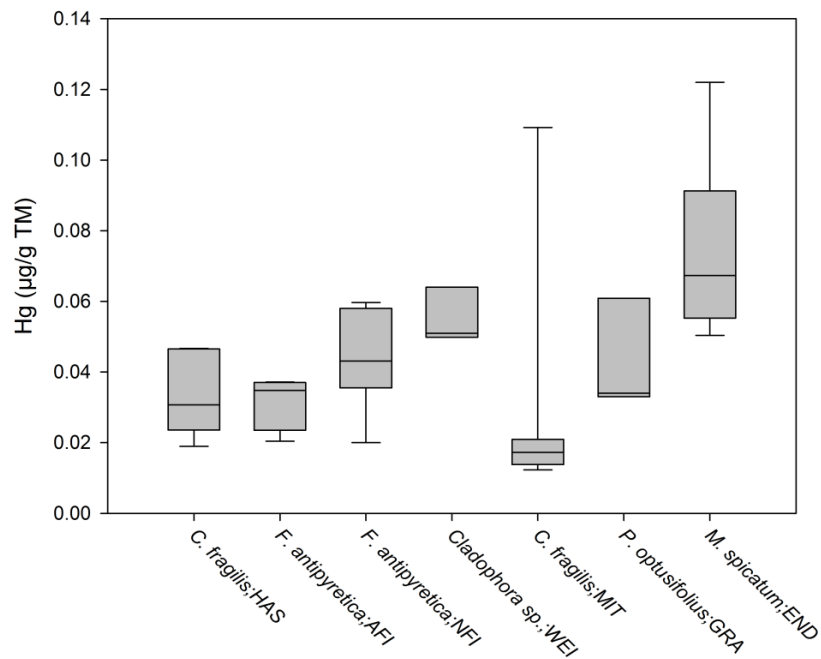


Abbildung 43: Hg Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; n(HAS)= 6, n(AFI)=4, n(NFI)=8, n(WEI)=3, n(MIT)=8, n(SCH)=3, n(END)=8

Abbildung 44 zeigt, dass der **Blei** Gehalt in den Wasserpflanzen zwischen 2,04 und 24,47 $\mu\text{g/g TM}$ lag.

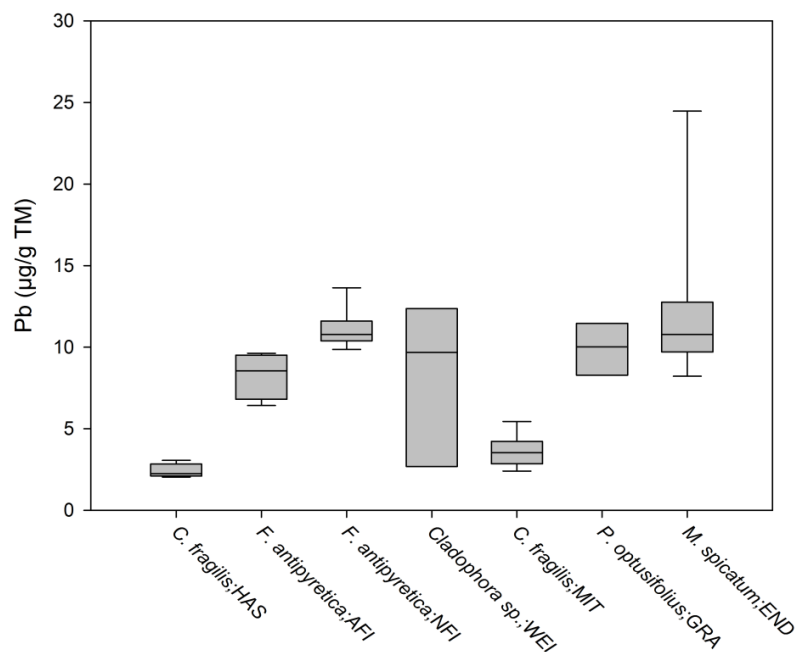


Abbildung 44: Pb Gehalt ($\mu\text{g/g TM}$) in Wasserpflanzen; n(HAS)= 6, n(AFI)=4, n(NFI)=8, n(WEI)=3, n(MIT)=8, n(SCH)=3, n(END)=8

3.6.3. Quecksilber im Flusswasser

Die Werte der Messungen zu **Quecksilber im Flusswasser** lagen unter der Nachweisgrenze des Analysegeräts (FIMS 400 Mercury Analysis System, Perkin Elmer) von 0,1 µg/L.

4. Diskussion

4.1. Flusswasser

Betrachtet man den Zeitraum der Messungen von Oktober bis Dezember 2015 und den Temperaturverlauf entlang der Probenahmestellen, so kann man erkennen, dass die obere Temperaturgrenze der Fischa konstant bei etwa 11°C verläuft. Ausschlaggebend für die konstante Temperatur sind mit hoher Wahrscheinlichkeit die Faktoren, dass es sich bei der Fischa um ein Grundwassergerinne handelt und der Fluss im gesamten Verlauf von Bäumen beschattet wird, die den direkten Lichteinfall beeinflussen. Die Fischa weist Sauerstoffgehalte zwischen 7 und 10 mg/L auf. Der für einen Großteil der Fische lebensnotwendige Mindestgehalt an Sauerstoff beläuft sich laut Pohling (2015, S.62) auf 3-4 mg/L. Damit eignet sich die Fischa als Lebensraum für die meisten Fische, was während der Probenahme durch die Sichtungen von Bachforelle und Regenbogenforelle bestätigt werden konnte (persönliche Beobachtung).

Die Leitfähigkeitsmessungen ergaben bis auf einen Extremwert am Standort Gramatneusiedl (GRA) mit 865 $\mu\text{S}/\text{cm}$ allesamt Werte im Bereich von 630 – 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vergleicht man diese Werte mit Messungen nahegelegener Fließgewässer, wie der Wulka (Stifter, 2015) mit 175 – 1129 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sowie dem Wienfluss (Seethaler, 2013) mit 342 – 993 $\mu\text{S}/\text{cm}$. so macht sich bemerkbar, dass die Fischa im Gegensatz zu den anderen beiden Flüssen über den Gesamtverlauf einen gleichbleibenden Leitfähigkeitswert einnimmt. Die im Vergleich niedrigen Leitfähigkeitsmessungen entlang der Fischa sind ein erstes Indiz dafür, dass die Fischa keinen schwerwiegenden anthropogenen Einflüssen ausgesetzt ist.

Die Mittelwerte der pH- Wert Messungen an den einzelnen Probenahmestellen, weisen darauf hin, dass mit Fortlauf der Fischa der pH- Wert zunehmend alkalischer wird. Im Vergleich mit der Wulka (Stifter, 2015) und dem Wienfluss (Seethaler, 2013) macht sich bemerkbar, dass die Fischa weniger alkalisch als die genannten Gewässer ist.

Tabelle 8:Gegenüberstellung Fischa (Czurda,2017), Wulka (Stifter,2016), Wienfluss (Seethaler, 2013)

Parameter	Fischa (Czurda)	Wulka (Stifter)	Wienfluss (Seethaler)
Temperatur	10,1 – 11,8	13,1 – 18,2	5,1 – 24,0
pH-Wert	7,4 – 7,8	7,5 – 8,4	7,9 – 8,6
Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	630 – 676	175 – 1103	342 - 993

Das Säurebindungsvermögen liegt über den gesamten Flussverlauf im Bereich zwischen 4,4 und 4,6 meq/L, was laut Klee (1991) auf ein Gewässer hindeutet, dass nur geringe Schwankungen des pH- Wertes zulässt und folglich ein sehr fruchtbares Gewässer darstellt.

Bei den Messungen zum gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) kann man erkennen, dass es zwischen der Probenahmestelle MIT und GRA zu einem Anstieg der Konzentration kommt. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Zubringer Piesting zurückzuführen, der eine höhere Fracht an gelöstem organischen Kohlenstoff mit sich bringt.

Vergleicht man den Konzentrationsbereich vom Nitratgehalt der Fischa mit 3,2-19,2 , mit jenen von der Donau beim Wasserwerk Lobau mit 1-5 mg/L, und jenen der Wulka (Stifter) mit 0,2-40 mg/L, so liegt die Fischa bezüglich der Nitratkonzentration zwischen den beiden Fließgewässern. Eine mögliche Quelle für Nitrat im Fließgewässer ist die landwirtschaftliche Nutzung von angrenzenden Flächen, wie es sowohl bei der Fischa als auch bei der Wulka der Fall ist. Hinsichtlich der niedrigeren Nitratkonzentration in der Fischa im Vergleich zur Wulka, ist wahrscheinlich von einer gemäßigten landwirtschaftlichen Nutzung angrenzender Felder auszugehen.

Die Konzentration an gelöstem Stickstoff in der Fischa erfährt eine merkliche Abnahme zwischen den Standorten Mitterndorf (MIT) und Gramatneusiedl (GRA), was mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Piesting zurückzuführen ist, welche zwischen den beiden Standorten einmündet. Die Zusammenstellung der Stickstoffspezies erfährt darüber hinaus ebenso eine Änderung und zwar insofern, als dass die Nitratkonzentration abnimmt und die Ammoniumkonzentration ab dem Standort Gramatneusiedl (GRA) höher liegt.

Die Werte zu gelösten Anionen in der Fischa von $51,3\text{--}87,2 \text{ mgSO}_4^{2-}/\text{L}$ und $13,0\text{--}22,9 \text{ mgCl}^-/\text{L}$ sind höher als jene der Donau beim Wasserwerk Lobau mit $27\text{--}39 \text{ mgSO}_4^{2-}/\text{L}$ und $12\text{--}18 \text{ mgCl}^-/\text{L}$.

Die Konzentrationen an gelösten Kationen in der Fische sind ähnlich mit jenen der Konzentrationen der Donau beim Wasserwerk Lobau, was auf folgender Tabelle veranschaulicht wird.

Tabelle 9: Gegenüberstellung Fische (Czurda,2017), Wasserwerk Lobau (MA 39)

Kation	Fische (Czurda)	Wasserwerk Lobau (MA 39)
Natrium (mg/L)	9,2 – 13,8	8,5 – 11,0
Kalium (mg/L)	1,3 – 2,6	1,7 – 3,9
Magnesium (mg/L)	16,4 – 27,6	15 – 22
Calcium (mg/L)	52,6 – 98,2	65 – 83

4.2. Sediment

Für die Beurteilung der Schwermetalle in den Sedimenten wurde der Geoakkumulationsindex nach Müller (1979) herangezogen. Anhand dieser Tabelle ist eine Einordnung der verschiedenen Gehalte an Schwermetallen in unterschiedliche Qualitätsstufen möglich.

In dieser Region Österreichs konnten bereits Schwermetallbelastungen in Sedimenten der Wulka (Stifter, 2015) und im Wienfluss (Seethaler,2013) nachgewiesen werden. In der Fische hingegen lagen alle Messungen zu den Schwermetallen Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn im Sediment im Bereich österreichischer Backgroundwerte und somit konnte keine Belastung dieser Schwermetalle im Zeitraum der Probenahme nachgewiesen werden.

Die Gehalte an Mn im Sediment lagen zwischen 50,8 und 167,4 µg/g TM. Zieht man im Vergleich Werte der Donau heran, die Mn Werte im Sediment zwischen 592 und 2854 µg/g TM aufweist (Joint Danube Survey 3,2015), so zeigt die Fische deutlich niedrigere Gehalte auf.

Vergleicht man den Fe Gehalt im Sediment der Donau (2007) mit 7180 bis 35400 µg/g TM (LASZLO,2015) mit jenen der Fische mit 1965 bis 12828 µg/g TM, so macht sich bemerkbar, dass die Fische einen wesentlich niedrigeren Maximalwert an Eisen im Sediment besitzt.

Die Gehalte an Ag im Sediment lagen im Bereich von 0,01 und 0,16 µg/g TM. Im Vergleich hierzu konnten bei Sedimentuntersuchungen der Wulka (Stifter2015) mit 0,01 bis 0,17 µg/g TM sehr ähnliche Werte ermittelt werden.

4.3. Submerse Wasserpflanzen

Die Schwermetallmessungen von submersen Wasserpflanzen wurden durchgeführt, um eine bessere Vorstellung von der Verteilung von Schwermetallen in der Fischa zu bekommen.

C. fragilis ist eine Armleuchteralge und wurde an den Standorten Haschendorf (HAS) als auch in Mitterndorf an der Fischa (MIT) entnommen. Zieht man die Gehalte an Cr, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb und Hg der beiden Standorte zum Vergleich heran, so sind keine wesentlichen Unterschiede ersichtlich. Bei Cd hingegen macht sich bemerkbar, dass der Mittelwert der Messungen an der Quelle bei Haschendorf $0,72 \pm 0,30 \mu\text{g/g TM}$ und bei Mitterndorf $0,09 \pm 0,02 \mu\text{g/g TM}$ beträgt. Betrachtet man zusätzlich den Gehalt von Cadmium im Sediment, der in Haschendorf bei $0,13 \pm 0,03 \mu\text{g/g TM}$ und in Mitterndorf bei $0,10 \pm 0,02 \mu\text{g/g TM}$ liegt, so kann von einer Akkumulation an Cadmium in *C. fragilis* ausgegangen werden.

F. antipyretica ist ein Laubmoos und wurde an den beiden Standorten Alte Fischa und Neue Fischa entnommen. Vergleicht man die Gehalte an Cr, Ni, Cu, Zn als auch Pb der beiden Standorte, macht sich bemerkbar, dass am Standort Neue Fischa bei diesen Elementen höhere Gehalte ermittelt wurden. Bei Ag, Hg und Cd konnten keine wesentlichen Unterschiede in den Gehalten an Schwermetallen festgestellt werden. Betrachtet man zusätzlich den Gehalt an Schwermetallen in den Sedimenten der beiden Standorte, so machen sich am Standort Neue Fischa höhere Werte, als am Standort alte Fischa bemerkbar. Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass die Fischa sich nach dem Standort Haschendorf in die Alte und die Neue Fischa aufzweigt und vor dem Standort Neue Fischa (NFI) durch die Ortschaft Pottendorf rinnt, was wiederum für einen anthropogenen Eintrag spricht.

Cladophora sp. beschreibt eine Algengattung und wurde am Standort Mitterndorf an der Fischa (MIT) zur Schwermetalluntersuchung herangezogen. Betrachtet man Tabelle 10 und vergleicht die Gehalte an Cr, Ni, Cu, Ag, Cd, Hg und Blei mit Messungen von *Cladophora sp.* aus der Donau in Rumänien (Mostögl, 2015), so sind die Werte von *Cladophora sp.* von der Fischa merklich niedriger.

P. obtusifolius ist eine Gefäßpflanze und wurde am Standort Schwadorf bei Wien (SCH) entnommen. In der Tabelle 10 ist ein Vergleich zu Untersuchungen zu *P. perfoliatus* von Messungen aus der Donau bei Rumänien (Mostögl, 2015) ersichtlich, der aufzeigt, dass für die Schwermetalle Cr, Ni, Cu, Hg und Cd niedrigere Werte vorherrschen. Blei hingegen weist in *P. obtusifolius* in der Fischa einen dreifach höheren Wert auf als in der Donau bei

Rumänien. Messungen von Matache (2013), der ebenso *Potamogeton sp.* aus belasteten Regionen der Donau untersuchte zeigen auf, dass der Zink Gehalt in *Potamogeton sp.* in der Fische dreimal so hoch ist wie jener Pflanzen aus der Donau.

M. spicatum ist eine Gefäßpflanze und wurde am Standort Fischamend (END) entnommen. Tabelle 10 zeigt, dass im Vergleich zu Proben aus der Donau in Rumänien (Mostögl, 2015) die Schwermetallgehalte von Cr, Ni und Cd niedriger, als jene Proben aus der Fische sind. Cu und Hg hingegen sind in den Proben aus der Fische geringfügig höher und Pb deutlich höher. Betrachtet man Hg Messungen zu *M. spicatum* vom Neusiedlersee (Jirsa, 2013) mit Gehalten zwischen 0,129 und 0,479 µg/g TM, so sind die Hg Messungen zu *M. spicatum* in der Fische mit Werten zwischen 0,050 und 0,122 µg/g TM merklich niedriger.

Tabelle 10:Gegenüberstellung Wasserpflanzen in der Fischa (Czurda,2017) und der Donau (Mostögl,2015) (Matache,2013)

			Fischa (Czurda,2017)	Donau (Mostögl,2015)	Donau (Matache,2013)
<i>Cladophora sp.</i>	n		3	3	
	Cr	µg/g TM	6,00	16,15	X
	Ni	µg/g TM	6,67	10,07	X
	Cu	µg/g TM	5,63	13,93	X
	Hg	µg/g TM	0,06	0,07	X
	Cd	µg/g TM	0,23	0,16	X
	Pb	µg/g TM	8,24	7,02	X
<i>M. spicatum</i>	n		8	3	
	Cr	µg/g TM	5,96	8,02	X
	Ni	µg/g TM	6,51	17,62	X
	Cu	µg/g TM	16,49	13,38	X
	Hg	µg/g TM	0,07	0,055	X
	Cd	µg/g TM	0,26	0,93	X
	Pb	µg/g TM	12,41	6,54	X
<i>Potamogeton sp.</i>	n		3	5	23
	Cr	µg/g TM	2,44	6,63	X
	Ni	µg/g TM	7,96	10,48	X
	Cu	µg/g TM	16,8	21,4	10,75
	Hg	µg/g TM	0,04	0,06	X
	Cd	µg/g TM	0,33	1,26	1,42
	Pb	µg/g TM	9,92	3,43	12,26
	Zn	µg/g TM	155,6	X	41,6

5. Conclusio

Laut der Gewässergütekarte Niederösterreich aus dem Jahr 2007, stellt die Fischa im Oberlauf bis Gramatneusiedl ein Gewässer der Güteklasse 2 dar. Nach dem Zulauf der Piesting in Gramatneusiedl erfolgt eine Herabstufung auf die Güteklasse 2-3. Dies konnte durch Messungen im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit von allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern sowie Stickstoffspezies und gelösten organischen Kohlenstoff bestätigt werden.

Die gemessenen Sedimentproben liegen allesamt innerhalb österreichischer Backgroundwerte. Dieses Faktum lässt die Aussage zu, dass die Fischa hinsichtlich der Gehalten an Schwermetallen im Sediment als unbelastet betrachtet werden kann.

Die Schwermetallgehalte in den Wasserpflanzen lassen Rückschlüsse auf eine verstärkte Aufnahme gewisser Metalle von Algen zu. Um ein genaueres Verständnis für die Schwermetallaufnahme von Wasserpflanzen in Fließgewässern zu bekommen, ist eine weitere Betrachtung anderer Fließgewässer gefordert.

6. Literaturverzeichnis

- AEIOU, 2017, <http://www.aeiou.at/aeiou.encyclop.f/f411436.htm> (aufgerufen am 23.6.2017)
- BANK M., 2012, Mercury in the environment: Pattern and Process, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London
- BARNOWSKI C., 2001, Entwicklung und Untersuchung von Methoden zur Speziation von Chrom in Umgebungsaerosolen, ISAS, Universität Dortmund
- BINDER H. H. , 1999, Lexikon der chemischen Elemente, S. Hirzel Verlag, Stuttgart
- BLIEFERT C. , 2002, Umweltchemie, 3. Auflage, VCH, Weinheim
- CAMMANN K. , 2001, Instrumentelle Analytische Chemie, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg Berlin
- COALE K.H., JOHNSON K.S., et al. ,1996, A massive phytoplankton bloom induced by an ecosystem- scale iron fertilization experiment in the equatorial Pacific Ocean. Nature 383 (6600): 495-501
- DAVIES, A.G. , 1973, Radioactive contamination of the marine environment, pp 403-420. International Atomic Energy Agency, Wien
- EBREICHSDORF, 2017, <http://4ebreichsdorf.at/q/4E/html/QR-4E80Fischa.html> (21.6.2017)
- ENGELHARDT W. , 2015, Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen Tiere unserer Gewässer, Frankh- Kosmos Verlags-GmbH & Co, Stuttgart
- FIEDLER H.J. , 1993, RÖSLER H.J., Spurenelemente in der Umwelt: 2.Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena
- GEWÄSSERGÜTEKARTE NÖ, http://www.noel.gv.at/bilder/d13/GGKT_2007.pdf (aufgerufen am 13.10.2016)
- GREENHALGH M. , 2010, OVENDEN D., Der große Kosmos- Naturführer Teich, Fluss, See: 900 Tiere und Pflanzen, Franckh Kosmos Verlag
- HOCK B., ELSTNER E., 1995, Schadwirkungen auf Pflanzen: 3. Auflage, Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg Berlin

- HÖLL K., 2010, Wasser: Nutzung im Kreislauf: Hygiene, Analyse und Bewertung: 9.Auflage, Walter De Gruyter & Co.KG, Berlin/ New York
- ISOMETH, 2011,Endbericht Evaluierung von Isotopen- und Spurengasmethoden zur Ermittlung von Grundwasseraltern: Fischa-Dagnitz-Quelle und Wagna Lysimeter, Umweltbundesamt
- JANAUER G.A., 1982, Ein Beitrag zur Bioindikation der Gewässerbelastung durch Inhaltsstoffe submerser Makrophyten. Acta hydrochim. Hydrobiol. 10 (5): 459-478
- JIRSA F. et al, 2014, Total Mercury in Sediments, Macrophytes, and Fish from a Shallow Lake in Eastern Austria; Chemistry & Biodiversity
- JOINT DANUBE SURVEY 3, 2015, A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality, ICPDR, Wien
- KLEE O. , 1991, Angewandte Hydrobiologie: Trinkwasser-Abwasser-Gewässerschutz, Thieme, Stuttgart
- KÖLLE W. , 2001, Wasseranalysen – richtig beurteilt: Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe, Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie, Wiley-VCH, Weinheim
- KRAUSCH H.-D., 1996, Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen, Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart
- LASZLO F., 2015, Pollution by Heavy Metals in the Danube River Basin
- MATACHE M. et al., 2013, Plants accumulating heavy metals in the Danube River wetlands
- MÜLLER et al., 2003, Auswirkungen von Funguran auf eine aquatische Lebensgemeinschaft sowie das Rückstandsverhalten von Kupfer in Wasser und Sediment, Gesunde Pflanzen, Heft 8
- MOSTÖGL J., 2015, Schwermetalle in submersen Wasserpflanzen der Donau in Rumänien, Bachelorarbeit, Universität Wien
- PARDUE ET AL., 1995, Changes in metal speciation following alteration of sediment redox status, in: Allen H, editor, Metal-contaminated aquatic sediments, Ann Arbor
- POHLING R. , 2015, Chemische Reaktionen in der Wasseranalyse, Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- POTT R., REMY D., 2000, Gewässer des Binnenlandes, Eugen Ulmer KG, Stuttgart

- ROOSTAI A. H. et al., 2002, Qualitätskriterien für Nickel zum Schutz der “aquatischen Lebensgemeinschaften” im Ronneburger Uranbergbaurevier in Thüringen, Geologisches Jahrbuch
- SIGG L., STUMM W. , 2011, Aquatische Chemie :Einführung in die Chemie natürlicher Gewässer, vdf Hochschulverlag, Zürich
- SEETHALER D. , 2013, Quecksilber im Wienfluss, Diplomarbeit Universität Wien
- SHIMADZU, 2010, Kurzhandbuch TOC- Control V, Version 2.10
- STEINFELD, http://www.zobodat.at/stable/pdf/STAPFIA_0077_0009-0028.pdf (5.10.2016)
- STIFTER D., 2016, Schwermetalle in der Wulka, Diplomarbeit Universität Wien
- UHLMANN D., HORN W. , 2001, Hydrobiologie der Binnengewässer, Verlag Eugen Ulmer GmbH&Co, Stuttgart
- UMWELTBUNDESAMT-95-122,1995:
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/R122.pdf>
 (aufgerufen am 21.6.2017)
- VON ALLMEN, 2017, http://www.kinder-malvorlagen.com/_thumbs/laenderkarten/oesterreicherbundeslaender-weiss-beschriftet.png (aufgerufen am 23.6.2017)

7. Zusammenfassung

Vorangegangene Gewässeruntersuchungen im Osten Österreichs, vom Wienfluss (Seethaler, 2013), der Wulka (Stifter, 2015) und vom Neusiedlersee (Jirsa, 2013), analysierten erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen im Gewässersystem. Eine bestimmte Quelle für die Schwermetallbelastung konnte in den Arbeiten nicht ausfindig gemacht werden. Um ein Verständnis für den Eintrag an Schwermetallen in Fließgewässer zu bekommen, sollte eine weitere Untersuchung an einem anderen Gewässersystem stattfinden.

Die Fischa ist ein Grundwassergerinne, welches 50 km südlich von Wien, in Haschendorf entspringt. Der Fluss verläuft in nordöstlicher Richtung und passiert landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie Dörfer und Industriegelände. Im Gesamtverlauf der Fischa wurden acht Probenahmestellen festgelegt, die im Zeitraum vom 16. Oktober 2015 bis 4. Dezember 2015, wöchentlich beprobt wurden. Das Flusswasser wurde auf allgemeine physikalisch-chemische Parameter sowie auf die Quecksilberkonzentration untersucht. Die Sedimentproben, als auch die Wasserpflanzen wurden mithilfe von Kaltdampf- AAS, Graphitrohr- AAS, Flammen- AAS sowie Totalreflexions- Röntgenemissionsspektrometer auf die Gehalte an Hg, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Fe, Ti, Zn, Ag und Mn untersucht. Nach Beurteilung der Messungen von den Sedimentproben nach dem Geoakkumulationsindex nach Müller (1979) zeigte sich, dass sich die Gehalte aller Schwermetalle innerhalb österreichischer Backgroundwerte befinden. Die in der Fischa untersuchten submersen Wasserpflanzen zeigten im Vergleich zu submersen Wasserpflanzen aus belasteten Gebieten der Donau bei Rumänien überraschend ähnlich hohe und zum Teil höhere Gehalte an Schwermetallen.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse, kann man davon ausgehen, dass in der Fischa zur Zeit der Probenahme keine Belastung in Bezug auf den Schwermetallgehalt im Sediment vorherrschte.

8. Abstract

Previous surveys from eastern Austrian water bodys like the Wienfluss (Seethaler, 2013), the Wulka (Stifter, 2015) and the Neusiedlersee (Jirsa, 2013) have shown increased concentrations of heavy metals in their sediments. A specific source of heavy metal impact could not be clarified in any of these works. In order to gain an understanding of the deposition of heavy metals, a further investigation should take place on a different body of water.

The Fischa is a groundwater river, that originates 50 km southern Vienna in Haschendorf. After the source, the river heads northeast and passes farmland, villages and industrial sites. In this investigation, eight sampling points were determined along the Fischa, which were sampled weekly from the 16th of October 2015 to the 4th of December 2015. The river water was examined for general physico chemical parameters as well as for mercury concentration. The sediment samples as well as the water plants were checked for contents of Hg, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Fe, Ti, Zn, Ag and Mn using Cold Vapor- AAS, Graphit Furness- AAS, Flame- AAS and Totalreflection X-ray fluorescence spectroscopy. Evaluating the measurements from the sediment samples with Müllers geoaccumulation index (1979) has shown, that contents of all heavy metals are within Austrian background values. The submerged aquatic plants at the Fischa have shown surprisingly similarly high and partly higher contents of heavy metals compared to submerged aquatic plants from polluted areas of the Danube in Romania.

On the basis of the obtained findings, it can be assumed that no stress on the heavy metal content in the sediment prevailed at the time of sampling.

9. Anhang

Analytische Daten

Tabelle 11: Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung, pH-Wert, DOC, DN, Säurebindungsvermögen der Standorte Haschendorf, Alte Fische und Neue Fische

Standort	Datum	T (°C)	LF (µS)	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	pH-Wert	DOC (mg/L)	DN (mg/L)	SBV [meq/L]
HAS	16.10.2015	12,5	631	7,1	77	7,7	1,2	3,31	X
HAS	22.10.2015	12,5	628	8,1	87	7,2	1,5	3,27	4,4
HAS	29.10.2015	12,3	628	7,6	81	7,3	1,5	3,19	4,4
HAS	05.11.2015	11,4	630	8,4	78	7,3	3,2	3,13	4,6
HAS	12.11.2015	12,2	630	8,7	81	7,3	2,0	3,85	4,5
HAS	18.11.2015	12,7	626	8,0	77	7,3	1,4	2,95	4,4
HAS	25.11.2015	10,5	639	8,1	75	7,8	0,9	3,45	4,5
HAS	04.12.2015	10,6	635	8,1	73	7,3	1,1	3,17	4,4
AFI	16.10.2015	12,4	663	7,0	74	7,3	1,6	3,61	X
AFI	22.10.2015	12,0	658	8,1	85	7,3	1,4	3,51	4,5
AFI	29.10.2015	11,8	654	7,7	81	7,3	1,6	3,50	4,5
AFI	05.11.2015	10,3	658	8,6	78	7,4	2,6	3,45	4,6
AFI	12.11.2015	11,7	651	8,7	80	7,4	1,7	3,61	4,6
AFI	18.11.2015	12,6	651	7,9	76	7,3	1,3	3,05	4,4
AFI	25.11.2015	8,9	654	8,5	73	8,6	1,0	3,55	4,5
AFI	04.12.2015	9,3	645	8,5	75	7,4	1,3	3,46	4,5
NFI	16.10.2015	12,1	627	7,3	79	7,5	1,7	3,39	X
NFI	22.10.2015	11,5	633	8,8	92	7,8	1,4	3,29	4,4
NFI	29.10.2015	11,2	635	8,2	85	7,5	2,2	3,29	4,6
NFI	05.11.2015	8,8	638	9,2	80	7,5	2,8	3,21	4,6
NFI	12.11.2015	11,5	635	8,9	82	7,5	2,1	3,16	4,6
NFI	18.11.2015	12,0	635	8,3	79	7,7	1,6	2,83	4,4
NFI	25.11.2015	6,1	645	9,2	76	7,9	1,3	3,31	4,5
NFI	04.12.2015	7,9	639	9,2	78	7,6	1,4	3,27	4,4

Tabelle 12: Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung, pH-Wert, DOC, DN, Säurebindungsvermögen der Standorte Weigelsdorf, Mitterndorf und Gramatneusiedl

Standort	Datum	T [°C]	LF [µS]	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	pH-Wert	DOC (mg/L)	DN (mg/L)	SBV [meq/L]
WEI	16.10.2015	12,4	643	8,1	86	7,5	1,6	3,54	X
WEI	22.10.2015	11,7	652	9,1	96	7,7	1,4	3,48	4,4
WEI	29.10.2015	11,5	645	9,9	92	7,5	1,8	3,41	4,6
WEI	05.11.2015	9,5	651	9,8	87	7,6	2,3	3,31	4,4
WEI	12.11.2015	11,6	644	9,8	90	7,7	1,6	3,38	4,6
WEI	18.11.2015	12,2	642	9	86	7,7	1,4	2,87	4,3
WEI	25.11.2015	7,6	648	9,8	84	7,7	1,0	3,42	4,5
WEI	04.12.2015	8,6	644	9,7	84	7,6	1,3	3,41	4,5
MIT	16.10.2015	12,3	640	8,0	86	7,7	1,9	3,52	X
MIT	22.10.2015	11,6	647	9,3	96	7,6	1,6	3,48	4,3
MIT	29.10.2015	11,4	639	9,8	91	7,7	1,5	3,34	4,4
MIT	05.11.2015	9,0	648	9,9	86	7,6	2,3	3,31	4,6
MIT	12.11.2015	11,8	642	9,4	88	7,7	1,7	3,22	4,5
MIT	18.11.2015	12,5	639	8,9	86	7,9	1,3	2,87	4,4
MIT	25.11.2015	6,6	649	9,8	82	8,0	1,1	3,41	4,4
MIT	04.12.2015	8,3	645	9,8	83	7,8	1,3	3,30	4,4
GRA	16.10.2015	12,5	681	6,9	73	7,5	3,1	2,35	X
GRA	22.10.2015	12	666	8	84	7,5	2,8	2,32	4,4
GRA	29.10.2015	11,7	650	8,7	81	7,5	2,3	2,17	4,8
GRA	05.11.2015	11,4	865	7,9	73	7,6	2,6	2,37	4,5
GRA	12.11.2015	12,4	644	8,2	84	7,6	2,5	2,39	4,6
GRA	18.11.2015	12,5	642	7,8	85	7,6	2,1	2,00	4,5
GRA	25.11.2015	8,5	634	8,5	74	7,6	1,8	2,36	4,6
GRA	04.12.2015	10,2	633	8,6	76	7,5	1,7	2,44	4,4

Tabelle 13: Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung, pH-Wert, DOC, DN, Säurebindungsvermögen der Standorte Schwadorf und Fischamend

Standort	Datum	T [°C]	LF [µS]	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	pH-Wert	DOC (mg/L)	DN (mg/L)	SBV [meq/L]
7SCH	16.10.2015	12,2	633	7,6	80	7,8	2,6	2,55	X
7SCH	22.10.2015	11,7	644	8,9	93	7,6	2,2	2,52	4,5
7SCH	29.10.2015	11,5	638	9,7	89	7,6	1,8	2,57	4,6
7SCH	05.11.2015	9,2	650	9,7	85	7,5	2,7	2,52	4,4
7SCH	12.11.2015	12,0	644	8,9	83	7,7	2,1	2,56	4,6
7SCH	18.11.2015	12,2	642	8,3	79	7,6	1,8	2,23	4,6
7SCH	25.11.2015	7,2	649	9,0	76	7,9	1,6	2,73	4,6
7SCH	04.12.2015	9,1	628	9,2	80	7,7	1,9	2,49	4,5
8END	16.10.2015	12,2	637	8,0	84	7,8	2,4	2,47	X
8END	22.10.2015	11,8	657	9,3	96	7,7	2,4	2,53	4,6
8END	29.10.2015	11,5	648	9,7	88	7,6	1,9	2,48	4,6
8END	05.11.2015	9,2	652	10,0	87	7,7	2,9	2,57	4,4
8END	12.11.2015	12,3	651	9,4	88	7,6	2,5	2,52	4,6
8END	18.11.2015	12,6	653	9,0	86	7,8	1,8	2,20	4,6
8END	25.11.2015	6,9	655	9,7	81	8,0	1,6	2,49	4,6
8END	04.12.2015	9,2	643	9,6	83	7,7	2,1	2,41	4,5

Tabelle 14: Stickstoffspezies, Phosphat, Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium am Standort Haschendorf, Alte Fische und Neue Fische

Standort	Datum	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
1HAS	16.10.2015	13,9	<NWG (0,05)	<NWG (0,01)	<NWG (0,05)	11,4	1,88	19,8	87,5
1HAS	22.10.2015	17,4	<NWG (0,05)	<NWG (0,01)	<NWG (0,05)	10,7	1,36	16,4	72,9
1HAS	29.10.2015	15,2	<NWG (0,05)	0,011	<NWG (0,05)	10,9	1,68	17,9	75,5
1HAS	05.11.2015	9,2	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	11,2	1,64	16,9	88,2
1HAS	12.11.2015	13,3	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	11,6	1,80	19,1	69,2
1HAS	18.11.2015	10,2	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	11,1	1,56	19,3	65,6
1HAS	25.11.2015	18,4	<NWG (0,05)	0,1	<NWG (0,05)	11,1	1,60	21,3	75,4
1HAS	04.12.2015	11,4	<NWG (0,05)	0,037	<NWG (0,05)	11,2	1,45	18,6	66,0
2AFI	16.10.2015	14,1	<NWG (0,05)	<NWG (0,01)	<NWG (0,05)	9,93	1,58	23,8	84,6
2AFI	22.10.2015	17,6	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,71	1,43	22,1	64,5
2AFI	29.10.2015	16,5	<NWG (0,05)	0,006	<NWG (0,05)	9,7	1,64	21,9	75
2AFI	05.11.2015	10,2	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,2	1,55	22,5	96,4
2AFI	12.11.2015	13,6	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,4	1,69	21,6	71,2
2AFI	18.11.2015	11,9	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,5	1,44	23,3	65,4
2AFI	25.11.2015	15,9	<NWG (0,05)	<NWG (0,01)	<NWG (0,05)	9,9	1,36	24,5	75,0
2AFI	04.12.2015	18,3	<NWG (0,05)	<NWG (0,01)	<NWG (0,05)	9,84	1,51	22,1	73,5
3NFI	16.10.2015	12,8	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	10,4	1,74	21,0	89,8
3NFI	22.10.2015	18,4	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	10,4	1,52	20,8	65,2
3NFI	29.10.2015	13,8	<NWG (0,05)	0,005	<NWG (0,05)	13,3	2,55	20,3	80,3
3NFI	05.11.2015	8,2	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	10,7	1,63	20,7	98,2
3NFI	12.11.2015	14,8	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,6	1,72	21,5	64,7
3NFI	18.11.2015	11,9	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,4	1,40	21,9	64,4
3NFI	25.11.2015	16,8	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	10,4	1,40	22,8	67,9
3NFI	04.12.2015	16,1	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	12,0	1,49	22,6	76,7

Tabelle 15: Stickstoffspezies, Phosphat, Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium am Standort Weigelsdorf, Mitterndorf und Gramatneusiedl

Standort	Datum	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
4WEI	16.10.2015	13	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,91	23,7	90,6	1,74
4WEI	22.10.2015	16,3	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	9,69	22,7	65,8	1,61
4WEI	29.10.2015	19,2	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,1	20,7	80,9	1,88
4WEI	05.11.2015	10,3	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,61	21,4	94,5	1,72
4WEI	12.11.2015	17,6	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,32	22,7	58,6	1,60
4WEI	18.11.2015	13,1	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,21	24,1	68,4	1,50
4WEI	25.11.2015	15,7	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,75	23,5	82,0	1,55
4WEI	04.12.2015	15,9	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	11,0	23,7	76,4	1,49
5MIT	16.10.2015	11	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,69	23,8	86	1,84
5MIT	22.10.2015	16,2	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	9,95	21,5	64	1,31
5MIT	29.10.2015	15,6	<NWG (0,05)	0,004	<NWG (0,05)	9,61	19,2	77,6	1,81
5MIT	05.11.2015	12,3	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,52	21,9	96,0	1,73
5MIT	12.11.2015	15,4	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,62	23,4	70,7	1,75
5MIT	18.11.2015	14,3	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,1	24,0	68,7	1,38
5MIT	25.11.2015	16,2	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,89	25,6	85,2	1,52
5MIT	04.12.2015	16,2	<NWG (0,05)	0,01	<NWG (0,05)	9,67	23,5	84,1	1,61
6GRA	16.10.2015	9,2	<NWG (0,05)	0,04	<NWG (0,05)	12,7	25,5	84,5	2,46
6GRA	22.10.2015	12,2	<NWG (0,05)	0,04	<NWG (0,05)	10,9	24,1	65,8	1,58
6GRA	29.10.2015	10,8	<NWG (0,05)	0,002	<NWG (0,05)	12,4	23,7	74,6	2,22
6GRA	05.11.2015	5,7	<NWG (0,05)	0,05	<NWG (0,05)	9,36	23,9	91,5	1,79
6GRA	12.11.2015	10,2	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	10,4	24,7	59,6	1,77
6GRA	18.11.2015	8,1	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	12,5	26,5	63,9	1,67
6GRA	25.11.2015	12,5	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	13,8	27,6	80,5	1,61
6GRA	04.12.2015	13,5	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	9,36	24,5	80,8	1,64

Tabelle 16: Stickstoffspezies, Phosphat, Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium am Standort Schwadorf und Fischamend

Standort	Datum	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
7SCH	16.10.2015	9,5	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	10,8	23,5	83,8	2,30
7SCH	22.10.2015	13,1	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,7	22,8	64,5	1,74
7SCH	29.10.2015	13,7	<NWG (0,05)	0,006	<NWG (0,05)	10,0	21,5	70,3	2,11
7SCH	05.11.2015	6,5	<NWG (0,05)	0,04	<NWG (0,05)	11,4	23,0	88,9	1,93
7SCH	12.11.2015	13,1	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,2	24,0	52,6	2,11
7SCH	18.11.2015	10,8	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	12,4	22,2	66,6	1,88
7SCH	25.11.2015	16,4	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	10,8	27,0	87,2	1,69
7SCH	04.12.2015	19,0	<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	11,7	24,1	80,1	1,77
8END	16.10.2015	10,1	<NWG (0,05)	0,05	<NWG (0,05)	11,2	23,3	90,6	2,52
8END	22.10.2015	12,1	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	10,9	23,7	68,8	1,93
8END	29.10.2015	11,3	<NWG (0,05)	0,024	<NWG (0,05)	10,1	22,4	72,7	2,19
8END	05.11.2015	3,2	<NWG (0,05)	0,07	<NWG (0,05)	10,2	23,7	71,9	1,96
8END	12.11.2015		<NWG (0,05)	0,02	<NWG (0,05)	10,9	24,6	56,0	2,10
8END	18.11.2015	7,5	<NWG (0,05)	0,03	<NWG (0,05)	11,5	25,8	58,3	2,00
8END	25.11.2015	13,6	<NWG (0,05)	0,04	<NWG (0,05)	11,3	26,1	95,3	1,84
8END	04.12.2015	15,2	<NWG (0,05)	0,04	<NWG (0,05)	10,7	25,4	82,7	2,05

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
HAS	1610S1a	16.10.2015	0,5374	20	130,80	28,65	183,49	9680,56	16,11	14,11	60,26	10,71
HAS	1610S1b	16.10.2015	0,5535	20	95,38	13,11	114,32	6330,05	6,26	2,79	22,41	5,41
HAS	2210S1a	22.10.2015	0,4760	20	96,14	24,38	154,52	8661,20	8,27	10,65	59,66	10,03
HAS	2210S1b	22.10.2015	0,4646	20	109,44	20,23	145,95	7590,50	10,98	12,04	55,87	17,43
HAS	2910S1a	29.10.2015	0,4682	20	112,57	17,35	142,40	7184,04	8,29	18,87	63,58	10,90
HAS	2910S1b	29.10.2015	0,4900	20	103,33	17,42	141,37	6824,53	8,46	6,23	36,10	17,00
HAS	1211S1a	12.11.2015	0,4500	20	100,11	15,23	116,69	6095,98	7,38	9,96	70,89	20,80
HAS	1211S1b	12.11.2015	0,4330	20	58,09	13,99	116,08	5276,02	4,66	3,89	26,81	18,70
HAS	0412S1a	04.12.2015	0,5990	20	48,77	9,48	68,42	3971,42	3,29	0,97	22,06	21,72
HAS	0412S1b	04.12.2015	0,4444	20	61,46	13,92	96,12	4385,96	10,04	11,08	45,08	8,95

Tabelle 17: Schwermetall im Sediment am Standort Haschendorf

Tabelle 18: Schwermetall im Sediment am Standort Alte Fische

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
AFI	1610S2a	16.10.2015	0,5491	20	83,40	19,94	168,39	6318,84	11,89	24,52	85,92	6,65
AFI	1610S2b	16.10.2015	0,4858	20	24,36	10,15	79,95	3348,80	6,28	26,88	62,93	8,38
AFI	2210S2a	22.10.2015	0,4926	20	65,52	19,39	114,98	5627,31	9,51	23,25	46,41	11,59
AFI	2210S2b	22.10.2015	0,4987	20	67,15	13,47	124,01	5024,39	8,32	17,53	58,54	11,54
AFI	2910S2a	29.10.2015	0,5470	20	61,71	7,93	84,64	3754,28	5,66	14,44	41,80	9,15
AFI	2910S2b	29.10.2015	0,4760	20	101,88	16,17	126,80	6239,62	9,04	46,70	57,45	8,26
AFI	1211S2a	12.11.2015	0,5050	20	483,53	<LOD	73,74	7955,12	<LOD	<LOD	29,40	5,84
AFI	1211S2b	12.11.2015	0,5030	20	53,89	4,03	90,36	5108,11	4,73	4,13	24,68	3,26
AFI	0412S2a	04.12.2015	0,4480	20	60,80	4,66	84,84	4913,33	3,52	2,95	18,24	<LOD
AFI	0412S2b	04.12.2015	0,7238	20	63,34	4,41	95,44	4412,36	4,22	2,25	17,64	14,55

Tabelle 19:Schwermetall im Sediment am Standort Neue Fische

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
NFI	1610S3a	16.10.2015	0,4910	20	113,21	12,92	141,47	8576,56	8,39	10,70	50,72	17,54
NFI	1610S3b	16.10.2015	0,4810	20	129,99	14,08	131,88	8071,06	10,20	8,60	48,94	14,50
NFI	2210S3a	22.10.2015	0,4853	20	102,03	12,76	121,79	7466,41	8,31	6,47	34,62	37,61
NFI	2210S3b	22.10.2015	0,4954	20	79,41	7,13	84,94	4838,81	4,31	3,19	24,84	16,91
NFI	2910S3a	29.10.2015	0,5560	20	90,48	5,44	95,52	5432,58	3,26	1,98	26,80	12,46
NFI	2910S3b	29.10.2015	0,5371	20	87,96	8,11	112,70	5556,83	7,42	10,39	52,04	20,56
NFI	1211S3a	12.11.2015	0,4638	20	15,04	3,55	59,98	1748,11	4,20	6,63	20,56	13,62
NFI	1211S3b	12.11.2015	0,5327	20	18,41	6,14	68,84	3428,45	4,99	8,63	26,37	10,28
NFI	0412S3a	04.12.2015	0,5855	20	91,24	9,22	119,17	6263,35	8,02	16,96	46,45	14,15
NFI	0412S3b	04.12.2015	0,4151	20	62,83	6,81	157,08	4309,10	6,10	15,25	35,59	10,26

Tabelle 10:Schwermetall im Sediment am Standort Weigelsdorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
WEI	1610S4a	16.10.2015	0,4885	20	80,38	5,86	137,32	4974,51	6,16	35,57	56,34	6,90
WEI	1610S4b	16.10.2015	0,4818	20	172,44	<LOD	152,61	7541,27	<LOD	61,96	77,93	7,67
WEI	2210S4a	22.10.2015	0,5353	20	158,83	13,89	150,74	10568,78	11,89	7,40	36,68	9,44
WEI	2210S4b	22.10.2015	0,4992	20	211,17	23,88	183,09	15087,46	14,42	11,65	54,15	3,09
WEI	2910S4a	29.10.2015	0,5131	20	110,97	10,78	120,98	9157,14	7,61	4,62	26,10	11,77
WEI	2910S4b	29.10.2015	0,4687	20	65,58	7,47	84,46	4841,54	6,29	0,98	14,35	9,39
WEI	1211S4a	12.11.2015	0,5182	20	127,02	8,84	131,81	7375,21	10,18	5,98	36,03	17,61
WEI	1211S4b	12.11.2015	0,4781	20	146,39	15,42	144,64	9726,05	12,37	11,76	52,02	13,70
WEI	0412S4a	04.12.2015	0,5350	20	94,49	9,49	99,69	6340,57	8,39	5,66	28,91	4,29
WEI	0412S4b	04.12.2015	0,6254	20	115,53	8,69	117,32	5585,75	6,69	3,89	28,46	7,56

Tabelle 11:Schwermetall im Sediment am Standort Mitterndorf

Standort	Probe	Datum	EW	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
MIT	1610S5a	16.10.2015	0,4836	20	116,35	5,96	91,04	4508,54	7,08	4,58	28,94	2,03
MIT	1610S5b	16.10.2015	0,4942	20	111,91	9,43	90,21	6033,22	4,05	<LOD	24,02	7,95
MIT	2210S5a	22.10.2015	0,4733	20	26,59	5,34	78,34	2883,58	7,02	15,92	29,52	6,33
MIT	2210S5b	22.10.2015	0,4730	20	23,08	5,20	69,00	2814,64	5,54	10,90	24,96	12,86
MIT	2910S5a	29.10.2015	0,5418	20	65,67	9,01	219,29	7741,78	8,80	27,55	46,30	14,77
MIT	2910S5b	29.10.2015	0,4617	20	89,69	9,15	115,53	5609,59	11,69	18,51	37,32	7,10
MIT	1211S5a	12.11.2015	0,5151	20	85,81	17,76	145,21	6046,68	11,18	27,40	60,75	6,81
MIT	1211S5b	12.11.2015	0,5282	20	40,31	4,93	102,34	3349,88	4,67	13,84	33,82	19,85
MIT	0412S5a	04.12.2015	0,5390	20	51,90	6,34	115,23	5144,88	7,90	7,38	31,20	5,21
MIT	0412S5b	04.12.2015	0,6146	20	113,27	9,62	143,53	7233,57	9,08	4,97	28,32	4,04

Tabelle 12:Schwermetall im Sediment am Standort Gramatneusiedl

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
GRA	1610S6a	16.10.2015	0,5000	20	53,01	5,75	89,52	3852,71	6,86	2,13	62,09	13,38
GRA	1610S6b	16.10.2015	0,4841	20	41,03	4,00	106,63	3007,02	4,75	1,49	12,84	13,24
GRA	2210S6a	22.10.2015	0,5009	20	96,57	50,15	104,74	4635,80	4,24	3,33	20,89	14,58
GRA	2210S6b	22.10.2015	0,4881	20	75,82	41,03	86,62	5323,09	5,18	3,60	25,57	27,71
GRA	2910S6a	29.10.2015	0,5263	20	130,23	10,93	139,71	7237,38	9,57	5,24	32,60	21,61
GRA	2910S6b	29.10.2015	0,5494	20	121,87	8,71	129,60	6552,20	7,93	4,40	27,11	28,45
GRA	1211S6a	12.11.2015	0,5500	20	68,87	4,72	96,94	4358,82	4,72	1,91	18,90	100,58
GRA	1211S6b	12.11.2015	0,5300	20	76,20	7,27	105,44	5573,03	9,39	6,82	31,54	3,97
GRA	0412S6a	04.12.2015	0,5563	20	11,91	4,42	51,74	2007,98	3,32	11,49	20,08	6,81
GRA	0412S6b	04.12.2015	0,5273	20	9,89	4,59	49,89	1921,63	6,45	4,24	14,92	10,56

Tabelle 13:Schwermetall im Sediment am Standort Schwadorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
SCH	1610S7a	16.10.2015	0,5214	20	81,35	18,32	177,91	4616,48	4,10	9,90	27,38	10,59
SCH	1610S7b	16.10.2015	0,4725	20	53,47	28,49	81,79	3636,78	3,34	13,98	25,79	4,95
SCH	2210S7a	22.10.2015	0,5078	20	59,22	6,80	88,79	4200,61	9,09	33,65	73,07	17,70
SCH	2210S7b	22.10.2015	0,4603	20	59,96	7,74	123,53	3422,83	13,45	16,70	31,21	16,98
SCH	2910S7a	29.10.2015	0,4518	20	58,36	6,64	120,71	5288,01	7,89	6,72	27,19	29,63
SCH	2910S7b	29.10.2015	0,4602	20	17,90	25,80	84,67	3208,29	5,90	1,90	11,79	11,80
SCH	1211S7a	12.11.2015	0,6616	20	44,61	49,52	88,69	4432,32	5,33	1,78	11,91	10,40
SCH	1211S7b	12.11.2015	0,5190	20	62,59	6,08	106,56	5988,56	6,47	2,91	19,20	19,48
SCH	0412S7a	04.12.2015	0,5005	20	83,85	4,32	115,34	5274,69	10,07	3,20	28,30	20,66
SCH	0412S7b	04.12.2015	0,5492	20	79,37	14,43	78,70	5917,25	5,98	3,61	31,91	17,72

Tabelle 14:Schwermetall im Sediment am Standort Fischamend

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Ti (µg/g TM)	Cr (µg/g TM)	Mn (µg/g TM)	Fe (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
END	1610S8a	16.10.2015	0,4960	20	73,39	4,72	70,33	3948,70	6,12	1,14	16,18	5,19
END	1610S8b	16.10.2015	0,4920	20	95,26	9,58	108,28	6301,31	10,18	2,77	26,04	10,94
END	2210S8a	22.10.2015	0,4710	20	88,30	8,86	91,52	5413,08	8,07	3,04	24,75	28,32
END	2210S8b	22.10.2015	0,5333	20	69,14	7,01	81,55	4800,62	8,83	1,60	24,14	7,11
END	2910S8a	29.10.2015	0,5192	20	27,26	7,15	68,82	2629,65	8,33	9,25	20,95	19,47
END	2910S8b	29.10.2015	0,5410	20	19,17	9,41	59,91	2862,58	13,14	9,41	19,88	13,50
END	1211S8a	12.11.2015	0,5508	20	60,31	8,32	109,78	4524,41	9,35	14,49	31,51	40,19
END	1211S8b	12.11.2015	0,5323	20	84,19	10,74	121,01	6675,90	12,53	25,48	47,38	10,37
END	0412S8a	04.12.2015	0,5052	20	73,55	11,95	114,31	4301,39	4,17	10,28	38,35	2,32
END	0412S8b	04.12.2015	0,5810	20	67,10	7,97	105,44	4139,10	7,25	14,82	39,47	72,42

Tabelle 15: Schwermetalle im Sediment am Standort Haschendorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
HAS	1610S1a	16.10.2015	0,5374	20	0,160	0,011
HAS	1610S1b	16.10.2015	0,5535	20	0,074	0,002
HAS	2910S1a	29.10.2015	0,4682	20	0,130	0,058
HAS	2910S1b	29.10.2015	0,4900	20	0,161	0,081
HAS	1811S1a	18.11.2015	0,4590	20	0,154	0,020
HAS	1811S1b	18.11.2015	0,5900	20	0,086	0,024
HAS	0412S1a	04.12.2015	0,5990	20	0,158	0,057
HAS	0412S1b	04.12.2015	0,4444	20	0,122	0,047

Tabelle 16: Schwermetalle im Sediment am Standort Alte Fische

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
AFI	1610S2a	16.10.2015	0,5491	20	0,096	0,061
AFI	1610S2b	16.10.2015	0,4858	20	0,119	0,073
AFI	2910S2a	29.10.2015	0,5470	20	0,106	0,036
AFI	2910S2b	29.10.2015	0,4760	20	0,087	0,018
AFI	1811S2a	18.11.2015	0,5149	20	0,066	0,012
AFI	1811S2b	18.11.2015	0,5054	20	0,073	0,012
AFI	0412S2a	04.12.2015	0,4480	20	0,082	0,040
AFI	0412S2b	04.12.2015	0,7238	20	0,083	0,038

Tabelle 17:Schwermetalle im Sediment am Standort Neue Fische

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
NFI	1610S3a	16.10.2015	0,4910	20	0,176	0,148
NFI	1610S3b	16.10.2015	0,4810	20	0,152	0,066
NFI	2910S3a	29.10.2015	0,5560	20	0,176	0,043
NFI	2910S3b	29.10.2015	0,5371	20	0,246	0,083
NFI	1811S3a	18.11.2015	0,6002	20	0,091	0,022
NFI	1811S3b	18.11.2015	0,5340	20	0,108	0,021
NFI	0412S3a	04.12.2015	0,5855	20	0,126	0,046
NFI	0412S3b	04.12.2015	0,4151	20	0,114	0,052

Tabelle 18:Schwermetalle im Sediment am Standort Weigelsdorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
WEI	1610S4a	16.10.2015	0,4885	20	0,095	0,056
WEI	1610S4b	16.10.2015	0,4818	20	0,092	0,063
WEI	2910S4a	29.10.2015	0,5131	20	0,095	0,032
WEI	2910S4b	29.10.2015	0,4687	20	0,095	0,028
WEI	1811S4a	18.11.2015	0,6068	20	0,085	0,021
WEI	1811S4b	18.11.2015	0,5070	20	0,082	0,015
WEI	0412S4a	04.12.2015	0,5350	20	0,084	0,034
WEI	0412S4b	04.12.2015	0,6254	20	0,111	0,045

Tabelle 19:Schwermetalle im Sediment am Standort Mitterndorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
MIT	1610S5a	16.10.2015	0,4836	20	0,075	0,043
MIT	1610S5b	16.10.2015	0,4942	20	0,118	0,075
MIT	2910S5a	29.10.2015	0,5418	20	0,142	0,033
MIT	2910S5b	29.10.2015	0,4617	20	0,091	0,017
MIT	1811S5a	18.11.2015	0,4932	20	0,096	0,017
MIT	1811S5b	18.11.2015	0,6196	20	0,090	0,018
MIT	0412S5a	04.12.2015	0,5390	20	0,107	0,057
MIT	0412S5b	04.12.2015	0,6146	20	0,094	0,034

Tabelle 20:Schwermetalle im Sediment am Standort Gramatneusiedl

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
GRA	1610S6a	16.10.2015	0,5000	20	0,147	0,127
GRA	1610S6b	16.10.2015	0,4841	20	0,134	0,086
GRA	2910S6a	29.10.2015	0,5263	20	0,210	0,036
GRA	2910S6b	29.10.2015	0,5494	20	0,148	0,021
GRA	1811S6a	18.11.2015	0,6140	20	0,116	<LOD
GRA	1811S6b	18.11.2015	0,5980	20	0,137	0,022
GRA	0412S6a	04.12.2015	0,5563	20	0,116	0,060
GRA	0412S6b	04.12.2015	0,5273	20	0,123	0,050

Tabelle 31:Schwermetalle im Sediment am Standort Schwadorf

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
SCH	1610S7a	16.10.2015	0,5214	20	0,111	0,198
SCH	1610S7b	16.10.2015	0,4725	20	0,101	0,054
SCH	2910S7a	29.10.2015	0,4518	20	0,171	0,047
SCH	2910S7b	29.10.2015	0,4602	20	0,167	0,272
SCH	1811S7a	18.11.2015	0,5253	20	0,117	0,089
SCH	1811S7b	18.11.2015	0,5932	20	0,122	0,137
SCH	0412S7a	04.12.2015	0,5005	20	0,118	0,079
SCH	0412S7b	04.12.2015	0,5492	20	0,142	0,096

Tabelle 21:Schwermetalle im Sediment am Standort Fischamend

Standort	Probe	Datum	EW (g)	Vol (mL)	Cd (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
END	1610S8a	16.10.2015	0,4960	20	0,081	0,049
END	1610S8b	16.10.2015	0,4920	20	0,130	0,108
END	2910S8a	29.10.2015	0,5192	20	0,124	0,111
END	2910S8b	29.10.2015	0,5410	20	0,100	0,057
END	1811S8a	18.11.2015	0,5225	20	0,088	0,135
END	1811S8b	18.11.2015	0,5174	20	0,329	0,098
END	0412S8a	04.12.2015	0,5052	20	0,089	0,043
END	0412S8b	04.12.2015	0,5810	20	0,097	0,049

Tabelle 22: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Haschendorf

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
HAS	1610S1a	16.10.2015	Sediment	0,5374	20	6,02	0,0315
HAS	1610S1b	16.10. 2015	Sediment	0,5535	20	2,12	0,0160
HAS	2210S1a	22.10. 2015	Sediment	0,4760	20	1,99	0,0147
HAS	2210S1b	22.10. 2015	Sediment	0,4646	20	4,13	0,0162
HAS	2910S1a	29.10. 2015	Sediment	0,4682	20	4,31	0,0771
HAS	2910S1b	29.10. 2015	Sediment	0,4900	20	9,04	0,0427
HAS	0511S1a	5.11. 2015	Sediment	0,4915	20	5,03	0,0243
HAS	0511S1b	5.11. 2015	Sediment	0,4845	20	8,19	0,0307
HAS	1211S1a	12.11. 2015	Sediment	0,4500	20	3,87	0,0166
HAS	1211S1b	12.11. 2015	Sediment	0,4330	20	3,89	0,0237
HAS	1811S1a	18.11. 2015	Sediment	0,4590	20	3,54	0,0274
HAS	1811S1b	18.11. 2015	Sediment	0,5900	20	2,05	0,0171
HAS	2511S1a	25.11. 2015	Sediment	0,5267	20	3,42	0,0136
HAS	2511S1b	25.11. 2015	Sediment	0,6434	20	6,06	0,0684
HAS	0412S1a	4.12. 2015	Sediment	0,5990	20	3,92	0,0236
HAS	0412S1b	4.12. 2015	Sediment	0,4444	20	1,98	0,0070

Tabelle 23: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Alte Fische

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
AFI	1610S2a	16.10. 2015	Sediment	0,5491	20	2,77	0,0227
AFI	1610S2b	16.10. 2015	Sediment	0,4858	20	4,06	0,0293
AFI	2210S2a	22.10. 2015	Sediment	0,4926	20	2,97	0,0155
AFI	2210S2b	22.10. 2015	Sediment	0,4987	20	2,19	0,0116
AFI	2910S2a	29.10. 2015	Sediment	0,5470	20	3,17	0,0185
AFI	2910S2b	29.10. 2015	Sediment	0,4760	20	1,20	0,0054
AFI	0511S2a	5.11. 2015	Sediment	0,4905	20	1,68	0,0007
AFI	0511S2b	5.11. 2015	Sediment	0,4477	20	1,25	0,0047
AFI	1211S2a	12.11. 2015	Sediment	0,5050	20	1,34	0,0083
AFI	1211S2b	12.11. 2015	Sediment	0,5030	20	1,48	0,0109
AFI	1811S2a	18.11. 2015	Sediment	0,5149	20	1,06	0,0104
AFI	1811S2b	18.11. 2015	Sediment	0,5054	20	1,26	0,0109
AFI	2511S2a	25.11. 2015	Sediment	0,5150	20	1,52	0,0088
AFI	2511S2b	25.11. 2015	Sediment	0,5892	20	1,19	0,0075
AFI	0412S2a	4.12. 2015	Sediment	0,4480	20	1,28	0,0058
AFI	0412S2b	4.12. 2015	Sediment	0,7238	20	1,86	0,0122

Tabelle 24: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Neue Fische

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
NFI	1610S3a	16.10. 2015	Sediment	0,4910	20	6,89	0,0725
NFI	1610S3b	16.10. 2015	Sediment	0,4810	20	5,05	0,0453
NFI	2210S3a	22.10. 2015	Sediment	0,4853	20	9,70	0,0574
NFI	2210S3b	22.10. 2015	Sediment	0,4954	20	5,59	0,0962
NFI	2910S3a	29.10. 2015	Sediment	0,5560	20	4,82	0,0295
NFI	2910S3b	29.10. 2015	Sediment	0,5371	20	8,07	0,0490
NFI	0511S3a	5.11. 2015	Sediment	0,5100	20	4,72	0,0370
NFI	0511S3b	5.11. 2015	Sediment	0,4727	20	3,15	0,0173
NFI	1211S3a	12.11. 2015	Sediment	0,4638	20	2,09	0,0260
NFI	1211S3b	12.11. 2015	Sediment	0,5327	20	2,56	0,0194
NFI	1811S3a	18.11. 2015	Sediment	0,6002	20	1,93	0,0232
NFI	1811S3b	18.11. 2015	Sediment	0,5340	20	2,32	0,0302
NFI	2511S3a	25.11. 2015	Sediment	0,5535	20	2,08	0,0176
NFI	2511S3b	25.11. 2015	Sediment	0,6589	20	1,97	0,0180
NFI	0412S3a	4.12. 2015	Sediment	0,5855	20	2,96	0,0239
NFI	0412S3b	4.12. 2015	Sediment	0,4151	20	2,68	0,0302

Tabelle 25: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Weigelsdorf

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
WEI	1610S4a	16.10. 2015	Sediment	0,4885	20	1,69	0,0257
WEI	1610S4b	16.10. 2015	Sediment	0,4818	20	1,08	0,0254
WEI	2210S4a	22.10. 2015	Sediment	0,5353	20	3,25	0,0199
WEI	2210S4b	22.10. 2015	Sediment	0,4992	20	1,51	0,0110
WEI	2910S4a	29.10. 2015	Sediment	0,5131	20	4,89	0,0188
WEI	2910S4b	29.10. 2015	Sediment	0,4687	20	1,76	0,0192
WEI	0511S4a	5.11. 2015	Sediment	0,5300	20	1,64	0,0066
WEI	0511S4b	5.11. 2015	Sediment	0,4585	20	2,44	0,0173
WEI	1211S4a	12.11. 2015	Sediment	0,5182	20	3,49	0,0280
WEI	1211S4b	12.11. 2015	Sediment	0,4781	20	2,73	0,0219
WEI	1811S4a	18.11. 2015	Sediment	0,6068	20	1,85	0,0184
WEI	1811S4b	18.11. 2015	Sediment	0,5070	20	1,81	0,0159
WEI	2511S4a	25.11. 2015	Sediment	0,5262	20	3,63	0,0310
WEI	2511S4b	25.11. 2015	Sediment	0,5783	20	1,36	0,0128
WEI	0412S4a	4.12. 2015	Sediment	0,5350	20	1,24	0,0281
WEI	0412S4b	4.12. 2015	Sediment	0,6254	20	2,56	0,0185

Tabelle 26: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Mitterndorf

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
MIT	1610S5a	16.10. 2015	Sediment	0,4836	20	0,97	0,0231
MIT	1610S5b	16.10. 2015	Sediment	0,4942	20	3,06	0,0367
MIT	2210S5a	22.10. 2015	Sediment	0,4733	20	2,32	0,0165
MIT	2210S5b	22.10. 2015	Sediment	0,4730	20	3,15	0,0236
MIT	2910S5a	29.10. 2015	Sediment	0,5418	20	3,91	0,0276
MIT	2910S5b	29.10. 2015	Sediment	0,4617	20	1,31	0,0113
MIT	0511S5a	5.11. 2015	Sediment	0,5500	20	3,55	0,0213
MIT	0511S5b	5.11. 2015	Sediment	0,4945	20	3,00	0,0203
MIT	1211S5a	12.11. 2015	Sediment	0,5151	20	1,56	0,0163
MIT	1211S5b	12.11. 2015	Sediment	0,5282	20	3,80	0,0404
MIT	1811S5a	18.11. 2015	Sediment	0,4932	20	1,82	0,0312
MIT	1811S5b	18.11. 2015	Sediment	0,6196	20	1,78	0,0179
MIT	2511S5a	25.11. 2015	Sediment	0,6545	20	2,37	0,0214
MIT	2511S5b	25.11. 2015	Sediment	0,5470	20	1,75	0,0187
MIT	0412S5a	4.12. 2015	Sediment	0,5439	20	1,77	0,0198
MIT	0412S5b	4.12. 2015	Sediment	0,5492	20	1,47	0,0224

Tabelle 27: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Gramatneusiedl

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
GRA	1610S6a	16.10.2015	Sediment	0,5000	20	2,75	0,0223
GRA	1610S6b	16.10. 2015	Sediment	0,4841	20	2,96	0,0375
GRA	2210S6a	22.10. 2015	Sediment	0,5009	20	1,60	0,0126
GRA	2210S6b	22.10. 2015	Sediment	0,4881	20	1,86	0,0190
GRA	2910S6a	29.10. 2015	Sediment	0,5263	20	2,19	0,0351
GRA	2910S6b	29.10. 2015	Sediment	0,5494	20	1,86	0,0178
GRA	0511S6a	5.11. 2015	Sediment	0,4909	20	1,53	0,0106
GRA	0511S6b	5.11. 2015	Sediment	0,4919	20	1,66	0,0183
GRA	1211S6a	12.11. 2015	Sediment	0,5500	20	1,93	0,0268
GRA	1211S6b	12.11. 2015	Sediment	0,5300	20	1,67	0,0156
GRA	1811S6a	18.11. 2015	Sediment	0,6140	20	1,25	0,0192
GRA	1811S6b	18.11. 2015	Sediment	0,5980	20	1,19	0,0167
GRA	2511S6a	25.11. 2015	Sediment	0,5338	20	1,66	0,0337
GRA	2511S6b	25.11. 2015	Sediment	0,6430	20	1,83	0,0277
GRA	0412S6a	4.12. 2015	Sediment	0,5563	20	1,31	0,0200
GRA	0412S6b	4.12. 2015	Sediment	0,5273	20	1,44	0,0200

Tabelle 28: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Schwadorf

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
SCH	1610S7a	16.10.	Sediment	0,5214	20	5,26	0,1250
SCH	1610S7b	16.10.	Sediment	0,4725	20	2,12	0,0200
SCH	2210S7a	22.10.	Sediment	0,5078	20	2,82	0,0399
SCH	2210S7b	22.10.	Sediment	0,4603	20	2,32	0,0200
SCH	2910S7a	29.10.	Sediment	0,4518	20	3,37	0,0523
SCH	2910S7b	29.10.	Sediment	0,4602	20	2,55	0,0200
SCH	0511S7a	5.11.	Sediment	0,4670	20	2,91	0,0561
SCH	0511S7b	5.11.	Sediment	0,5080	20	4,12	0,0200
SCH	1211S7a	12.11.	Sediment	0,6616	20	2,10	0,0298
SCH	1211S7b	12.11.	Sediment	0,5190	20	2,47	0,0200
SCH	1811S7a	18.11.	Sediment	0,5253	20	1,72	0,0608
SCH	1811S7b	18.11.	Sediment	0,5932	20	1,89	0,0200
SCH	2511S7a	25.11.	Sediment	0,5736	20	2,22	0,0400
SCH	2511S7b	25.11.	Sediment	0,6478	20	2,00	0,0200
SCH	0412S7a	4.12.	Sediment	0,5005	20	2,25	0,0632
SCH	0412S7b	4.12.	Sediment	0,5492	20	3,63	0,0820

Tabelle 29: Quecksilber und % organischer Anteil im Sediment am Standort Fischamend

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	org. Anteil (%)	Hg (µg/g TM)
END	1610S8a	16.10.	Sediment	0,4960	20	1,26	0,0206
END	1610S8b	16.10.	Sediment	0,4920	20	3,00	0,0957
END	2210S8a	22.10.	Sediment	0,4710	20	2,06	0,0553
END	2210S8b	22.10.	Sediment	0,5333	20	2,75	0,0745
END	2910S8a	29.10.	Sediment	0,5192	20	1,50	0,0360
END	2910S8b	29.10.	Sediment	0,5410	20	1,18	0,0220
END	0511S8a	5.11.	Sediment	0,4558	20	1,27	0,0168
END	0511S8b	5.11.	Sediment	0,5262	20	0,97	0,0415
END	1211S8a	12.11.	Sediment	0,5508	20	1,38	0,0492
END	1211S8b	12.11.	Sediment	0,5323	20	0,96	0,0302
END	1811S8a	18.11.	Sediment	0,5225	20	0,68	0,0299
END	1811S8b	18.11.	Sediment	0,5174	20	0,76	0,0266
END	2511S8a	25.11.	Sediment	0,5261	20	0,87	0,0374
END	2511S8b	25.11.	Sediment	0,5309	20	0,87	0,0341
END	0412S8a	4.12.	Sediment	0,6786	20	0,47	0,0149
END	0412S8b	4.12.	Sediment	1,2950	20	1,02	0,0090

Tabelle 30: Schwermetalle in Wasserpflanzen am Standort Haschendorf, Alte Fische und Neue Fische

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	Cr (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
HAS	1610B1	16.10.2015	<i>C. fragilis</i>	0,1964	20	2,391	1,300	2,690	32,790	0,005
HAS	2210B1	22.10.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2014	20	0,950	2,972	9,264	59,086	0,017
HAS	0511B1	05.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2322	20	2,412	2,540	2,431	12,834	<LOD
HAS	1211B1	12.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2070	20	1,386	3,438	2,663	19,420	0,009
HAS	1811B1	18.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,1809	20	1,524	4,884	2,471	22,664	<LOD
HAS	0412B1	04.12.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2060	20	1,944	6,207	2,071	27,476	<LOD
AFI	2210B2	22.10.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1870	20	3,793	3,122	4,740	34,545	0,016
AFI	2910B2	29.10.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1800	20	5,271	5,416	5,900	43,000	0,069
AFI	2511B2	25.11.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,2850	20	4,070	5,800	6,072	48,982	0,008
AFI	0412B2	04.12.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1440	20	1,901	8,519	4,185	27,778	<LOD
NFI	1610B3	16.10.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,2579	20	4,160	3,352	6,081	70,182	0,024
NFI	2210B3	22.10.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1600	20	2,957	3,281	5,865	70,750	0,035
NFI	2910B3	29.10.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,3620	20	2,745	3,287	5,862	58,398	0,024
NFI	0511B3	05.11.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1330	20	4,701	7,403	7,101	66,466	0,002
NFI	1211B3	12.11.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1630	20	5,207	13,476	7,075	73,374	0,021
NFI	1811B3	18.11.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,1912	20	5,921	8,091	8,608	82,113	0,020
NFI	2511B3	25.11.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,4060	20	9,323	5,517	5,532	60,099	0,010
NFI	0412B3	04.12.2015	<i>F. antipyretica</i>	0,3410	20	10,265	8,047	10,596	82,991	0,010

Tabelle 31: Schwermetalle in Wasserpflanzen am Standort Weigelsdorf, Mitterndorf und Fischamend

Standort	Probe	Datum	Matrix	EW (g)	Vol (mL)	Cr (µg/g TM)	Ni (µg/g TM)	Cu (µg/g TM)	Zn (µg/g TM)	Ag (µg/g TM)
WEI	1610B4	16.10.2015	<i>Cladophora sp.</i>	0,1909	20	7,749	9,010	6,817	73,965	0,034
WEI	2210B4	22.10.2015	<i>Cladophora sp.</i>	0,1760	20	4,714	4,093	4,483	34,773	0,022
WEI	1211B4	12.11.2015	<i>Cladophora sp.</i>	0,2255	20	5,531	6,907	5,576	37,517	0,015
MIT	1610B5	16.10.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2218	20	1,483	0,956	1,904	26,781	<LOD
MIT	2210B5	22.10.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2700	20	1,194	1,023	2,081	24,296	0,008
MIT	2910B5	29.10.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2845	20	1,116	<LOD	2,666	39,367	0,007
MIT	0511B5	05.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2601	20	1,330	2,799	1,941	25,606	0,005
MIT	1211B5	12.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2924	20	0,888	3,330	2,051	39,056	<LOD
MIT	1811B5	18.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,3260	20	1,216	3,358	1,575	27,301	<LOD
MIT	2511B5	25.11.2015	<i>C. fragilis</i>	0,2637	20	1,821	5,532	2,350	33,675	0,004
MIT	0412B5	04.12.2015	<i>C. fragilis</i>	0,3125	20	1,402	4,631	1,533	28,416	<LOD
SCH	1811B7	18.11.2015	<i>P. optusifolius</i>	0,1630	20	1,955	7,012	11,185	144,172	0,003
SCH	2511B7	25.11.2015	<i>P. optusifolius</i>	0,2138	20	1,944	6,284	14,764	107,577	0,006
SCH	0412B7	04.12.2015	<i>P. optusifolius</i>	0,1340	20	3,405	10,587	24,436	214,925	0,022
END	1610B8	16.10.2015	<i>M. spicatum</i>	0,1997	20	5,663	4,878	16,341	187,081	0,075
END	2210B8	22.10.2015	<i>M. spicatum</i>	0,2433	20	3,388	4,252	11,226	166,050	0,103
END	2910B8	29.10.2015	<i>M. spicatum</i>	0,2975	20	5,197	5,717	14,354	190,655	0,001
END	0511B8	05.11.2015	<i>M. spicatum</i>	0,1730	20	4,916	5,996	14,964	196,532	0,047
END	1211B8	12.11.2015	<i>M. spicatum</i>	0,1860	20	4,855	6,478	12,843	153,118	0,015
END	1811B8	18.11.2015	<i>M. spicatum</i>	0,3380	20	12,470	9,052	30,272	251,361	0,039
END	2511B8	25.11.2015	<i>M. spicatum</i>	0,2935	20	5,411	6,046	15,782	182,896	0,015
END	0412B8	04.12.2015	<i>M. spicatum</i>	0,1702	20	5,786	9,619	16,132	187,074	0,008

Tabelle 32: Schwermetalle in Wasserpflanzen am Standort Haschendorf, Alte Fische, Neue Fische

Datum	Standort	Matrix	EW [g]	Vol [mL]	Cd (µg/g TM)	Hg (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
16.10.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,1964	20	1,074	0,035	2,039
22.10.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,2014	20	0,494	0,047	2,131
05.11.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,2322	20	0,420	0,026	3,065
12.11.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,207	20	0,481	0,046	2,344
18.11.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,1809	20	0,794	0,025	2,140
04.12.2015	HAS	<i>C. fragilis</i>	0,206	20	1,075	0,019	2,753
22.10.2015	AFI	<i>F. antipyretica</i>	0,187	20	0,124	0,037	7,937
29.10.2015	AFI	<i>F. antipyretica</i>	0,18	20	0,102	0,037	9,166
25.11.2015	AFI	<i>F. antipyretica</i>	0,285	20	0,113	0,033	9,624
04.12.2015	AFI	<i>F. antipyretica</i>	0,144	20	0,204	0,020	6,421
16.10.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,2579	20	0,187	0,040	13,645
22.10.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,16	20	0,124	0,039	10,691
29.10.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,362	20	0,118	0,020	10,875
05.11.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,133	20	0,118	0,055	10,306
12.11.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,163	20	0,082	0,060	9,860
18.11.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,1912	20	0,153	0,059	11,793
25.11.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,406	20	0,077	0,034	10,997
04.12.2015	NFI	<i>F. antipyretica</i>	0,341	20	0,182	0,046	10,628

Tabelle 33: Schwermetalle in Wasserpflanzen am Standort Weigelsdorf, Mitterndorf, Schwadorf, Fischamend

Datum	Standort	Matrix	EW [g]	Vol [mL]	Cd (µg/g TM)	Hg (µg/g TM)	Pb (µg/g TM)
16.10.2015	WEI	<i>Cladophora sp.</i>	0,1909	20	0,281	0,051	12,358
22.10.2015	WEI	<i>Cladophora sp.</i>	0,176	20	0,324	0,064	2,691
12.11.2015	WEI	<i>Cladophora sp.</i>	0,2255	20	0,084	0,050	9,680
16.10.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,2218	20	0,097	0,019	2,907
22.10.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,27	20	0,097	0,020	2,833
29.10.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,2845	20	0,097	0,012	2,400
05.11.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,2601	20	0,081	0,021	3,563
12.11.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,2924	20	0,070	0,109	3,984
18.11.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,326	20	0,084	0,015	3,508
25.11.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,2637	20	0,097	0,014	5,439
04.12.2015	MIT	<i>C. fragilis</i>	0,3125	20	0,121	0,015	4,303
18.11.2015	SCH	<i>P. optusifolius</i>	0,163	20	0,402	0,034	10,010
25.11.2015	SCH	<i>P. optusifolius</i>	0,2138	20	0,200	0,033	8,275
04.12.2015	SCH	<i>P. optusifolius</i>	0,134	20	0,373	0,061	11,461
16.10.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,1997	20	0,251	0,061	X
22.10.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,2433	20	0,218	0,050	9,699
29.10.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,2975	20	0,329	0,053	10,088
05.11.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,173	20	0,187	0,095	8,221
12.11.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,186	20	0,102	0,079	12,754
18.11.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,338	20	0,482	0,122	24,473
25.11.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,2935	20	0,237	0,070	10,823
04.12.2015	END	<i>M. spicatum</i>	0,1702	20	0,284	0,064	10,775