

**Geochemische und
sedimentologische
Untersuchungen an
Wässern und Sedimenten
aus der Überflutung des
Nördlichen Leipziger
Auwaldes im Januar 2011
durch Öffnung des
Nahle-Wehres**

**I. Ergebnisse der Wasseranalytik
(Zwischenbericht)**

**Universität Leipzig
Institut für Geographie**

Inhalt

	Seite
1 Anlass und Zielstellungen der Untersuchung	1
2 Beprobungspunkte und Methoden	1
3 Ergebnisse der geochemischen Analysen	3
3.1 Leitfähigkeit und pH-Wert	3
3.2 Nährstoffkationen: Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium	4
3.3 Eisen, Mangan, Aluminium und ausgewählte Schwermetalle	4
3.4 Sulfat, Chlorid	7
3.5 Ammonium, Nitrat, Nitrit und Phosphat	8
3.6 TN, IC, TOC	10
4 Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse	11
5 Literatur- und Quellenverzeichnis	13
6 Tabellenanhang	14

Bearbeitung:

Universität Leipzig
Institut für Geographie
Abteilung für Physische Geographie

Johannisallee 19a
04103 Leipzig

Prof. Dr. Jürgen Heinrich (*Projektleitung*)
Dr. Heike Bullmann (*Berichterstellung*)
Dr. Annett Krüger
Dr. Dietmar Sattler
Dr. Birgit Schneider
Dr. Jens Wesenberg

Auftraggeber:

Stadt Leipzig
Amt für Stadtgrün und Gewässer

Prager Straße 118 - 136
04317 Leipzig

vertreten durch:

Inge Kunath (Amtsleiterin)
Dipl.-Ing. Torsten Wilke (Koordinator)

1 Anlass und Zielstellungen der Untersuchung

Während der Hochwasserlage im Januar 2011 wurde zwischen dem 9.1.2011 und dem 16.1.2011 das Nahle-Auslaufbauwerk zur Entlastung des nördlichen Luppe-Abschnittes geöffnet. In der Folge kam es im Nördlichen Auwaldbereich (Burgau) zu einer Überströmung mit Hochwasser der Luppe. Stoffgehalte des Hochwassers, die aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie aus dem kommunalen städtischen Bereich stammen, liegen dabei im Überflutungswasser in gelöster Form oder partikulär gebunden (Schwebstoffe) vor. Sie werden in den Überflutungsbereichen in das Auenökosystem eingetragen. Auch die Mobilisierung von Sohlsedimenten kann dabei eine Rolle spielen. Eine stoffliche Belastung durch Schadstoffe wie Schwermetalle sowie durch Nährstoffe wie Ammonium, Nitrat und Nitrit können zu einer Akkumulation von Schadstoffen im Ökosystem bzw. zu einer Standorteutrophierung und damit zu einer Gefährdung des Auenökosystems, u.a. zu einer Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt, führen.

Aus diesem Grund führte durch das Institut für Geographie punktuelle Untersuchungen von geochemischen Parametern von Wässern und Sedimenten im Überflutungsbereich des Nördlichen Leipziger Auwaldes durch. Vergleichswerte für die untersuchten Wasserproben stammen aus Fließgewässern sowie Überflutungsflächen des Südlichen Leipziger Auwaldes (Mühlholz). Der vorliegende Zwischenbericht „Ergebnisse Wasseranalytik“ stellt zunächst nur die Ergebnisse der untersuchten Wasserproben dar.

2 Beprobungspunkte und Methoden

Für eine Abschätzung des relevanten Stoffeintrages wurden Wasser der Luppe und ausgewählter Überflutungsflächen im NSG Burgau entnommen sowie Sedimente beprobt, die durch die Überflutung verlagert und abgesetzt wurden (Ergebnisse der Sedimentanalytik im Abschlussbericht).

Die Beprobung im Nördlichen Auwald (NSG Burgau) umfasst acht Wasserproben aus temporär stehenden Wasserflächen, deren Entstehung auf die Überflutung zurückzuführen ist (=Überflutungsflächen) sowie zwei Wasserproben aus dem direkten Überschwemmungsbereich der Luppe als Referenzwerte für den hochwassergebundenen, externen Eintrag (Abb. 1). Die Referenzproben aus dem Südlichen Leipziger Auwald (Mühlholz) stammen aus temporären Überflutungsflächen, einem Altarmabschnitt am Forstabschnitt Pfarrholz, aus dem Floßgraben und der Pleiße (Abb. 2).

Die Wasserproben aus den temporär stehenden Wasserflächen wurden mittig, circa 2-5cm unter der Oberfläche entnommen, ohne liegendes Sediment aufzuwirbeln. Die Entnahme aus den Fließgewässern und dem Altarmabschnitt fand randlich und etwa 2-5cm unter der Oberfläche statt. Eine genaue Standortcharakterisierung der Probennahmepunkte sowie eine Koordinatenangabe erfolgt im abschließenden Endbericht. Ein direkter Vergleich der genommen Flussproben mit den Proben der Überflutungsflächen kann nur eingeschränkt erfolgen, da die Beprobung ca. drei Tage nach Schließung des Nahle-Wehrs erfolgte. Dies bedeutet, dass das beprobte Flusswasser nicht direkt das untersuchte Wasser der Überflutungsflächen darstellt und zwischenzeitlich Änderungen der Stoffgehalte im Flusswasser aufgetreten sein können.

Die im Bericht zitierten Werte geochemischer Untersuchungen im Leipziger Auwald stammen aus relativ weit zurückliegenden Untersuchungen (1999, 1997-1999) und sollen an dieser Stelle nur als orientierende Vergleichswerte dienen.

Der Zeitpunkt der Probennahme war im Nördlichen Leipziger Auwald der 20.1.2011, im Südlichen Auwald der 22.1.2011. Die Proben wurden bis zur Präparation im Geoökologischen Labor des Institutes für Geographie gekühlt, dann zunächst filtriert und anschließend hinsichtlich der zu untersuchenden Parameter analysiert (vgl. Tabelle 2).

Tab. 1 Beprobungspunkte und Probenarten im Nördlichen sowie im Südlichen Auwald (Referenz)

Proben Nr.	Erläuterung	Proben Nr.	Erläuterung
Nördlicher Auwald (NSG Burgaue)		Südlicher Auwald (Mühlholz/ Forstamt Teichstraße)	
KP1	Überflutungsfläche	SA01	Überflutungsfläche
KP2	Überflutungsfläche	SA04	Überflutungsfläche
MW3	Überflutungsfläche	SA06	Überflutungsfläche
BA4	Überflutungsfläche	SA02	Altarm neben Pfarrholz
BA5	Überflutungsfläche	SA03	Floßgraben
BA6	Überflutungsfläche	SA05	Pleiße
BA7	Überflutungsfläche		
BA8	Überflutungsfläche		
F9	Flusswasser (Luppe)		
F10	Flusswasser (Luppe)		

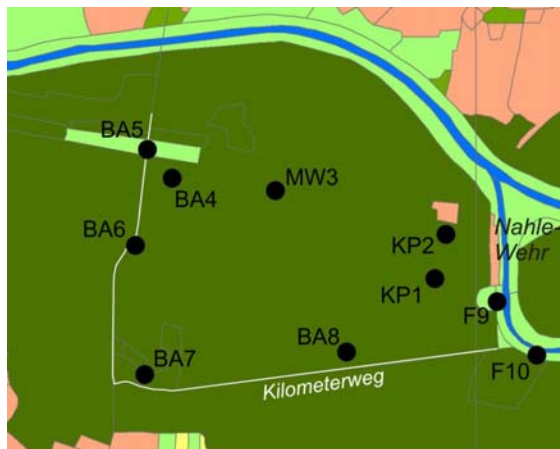


Abb. 1 Lage der Beprobungspunkte im Nördlichen Leipziger Auwald (östliches NSG Burgaue) (li) und im Südlichen Leipziger Auwald (Referenzstandort) (re) (Kartengrundlage: FNP, verändert)

Tab. 2 Parameter und Untersuchungsverfahren

Parameter	Messmethode
elektrische Leitfähigkeit (eLf)	Leitfähigkeits-Sonde (Fi. WTW)
pH-Wert	pH-Meter (Fi. WTW)
Metalle (Nährstoffkationen): Na, K, Mg, Ca	Flammen – AAS
Metall-/ Schwermetall-Ionen: Al, Fe, Mn und Zn	Flammen – AAS
Schwermetall-Ionen: Ni, Cu, Cr, Cd, Co, Pb	Graphitrohr – AAS
NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻	Ionenchromatografie
TOC, IC, TN	Multi-NC

3 Ergebnisse der geochemischen Analysen

3.1 Leitfähigkeit und pH-Wert

Die elektrische Leitfähigkeit (eLf) als Summenparameter für gelöste, dissoziierte Stoffe der untersuchten Wässer im NSG Burgau liegt bei 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BA5 = 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Diese Werte sind insgesamt – wie auch die Leitfähigkeit des Flusswassers der Luppe (F9, F10) als normal einzuschätzen. Typische Werte für unbelastete Gewässer werden mit $<300 \mu\text{S}/\text{cm}$; Richtwerte für Fließgewässer mit $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ angegeben (vgl. HÜTTER 1994). Alle untersuchten Wässer liegen unter dem Grenzwert von $<2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ nach TrinkwV (Anhang 3).

Die Wässer aus dem Südlichen Leipziger Auwald zeigen im Floßgraben und in der Pleiße (SA03, SA05) höhere Leitfähigkeiten von 1600 bzw. 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Abb. 2). Die Ursache für die erhöhte Leitfähigkeit ist vermutlich in erhöhten Chlorid-, Sulfat-, Nährstoffkationen und Nährstoff-Gehalten zu sehen (siehe unten). Die pH-Werte liegen im neutralen Bereich zwischen etwa pH 6,5 und pH 7,5 und sind mit Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen vergleichbar (HAASE 1999, KRÜGER et al. 1999). Höhere pH-Werte ($>\text{pH } 7,0$) weisen die Luppe-Wässer (F9, F10), die flussnahen Beprobungspunkte KP1 und KP2 sowie im Südlichen Auwald das Pleiße-Wasser (SA05) auf (Abb. 2).

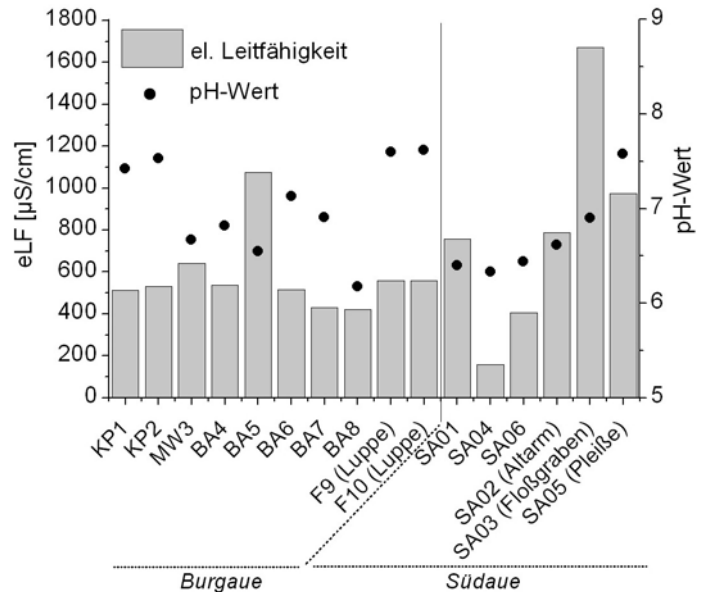


Abb. 2 Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert

3.2 Nährstoffkationen: Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium

Im Nördlichen Leipziger Auwald, einschließlich der Luppe-Wässer, sind an den Gehalten der Nährstoffkationen (Na, K, Mg, Ca) in den untersuchten Wasserproben relativ einheitliche Werte festzustellen. Leicht erhöhte Gehalte liegen nur am Messpunkt BA05 vor.

Im Südlichen Leipziger Auwald schwanken die Gehalte an Nährstoff-Kationen dagegen stärker. Die Schwankungsbereiche betragen (ohne Berücksichtigung des Floßgrabens) für Na⁺: 4,5-35,9 µg/l, K⁺: 4,8-9,7 µg/l, Ca²⁺: 23-184 µg/l und Mg²⁺: 5-81,3 µg/l. Im Floßgraben sind die Gehalte an Na, K, Mg, Ca im Vergleich zu den Überflutungsflächen jeweils proportional erhöht. Untersuchungen aus den Jahren 1997-1999 in Oberflächenwässern der Weißen Elster, der Paußnitz sowie Überflutungswässern der Paußnitz ergaben folgende Schwankungsbereiche der

Werte: Na⁺: 36-82 µg/l, K⁺: 10-32 µg/l, Ca²⁺: 72-100 µg/l und Mg²⁺: 15-29 µg/l. Im Vergleich zu diesen Erhebungen sind die Werte in der Südaue für Kalium und Natrium erniedrigt sowie für Calcium und Magnesium leicht erhöht (KRÜGER et al. 1999).

Erhöhte Gehalte an Nährstoffkationen sind als eine Ursache für höhere Leitfähigkeiten zu betrachten (vgl. Abb. 2).

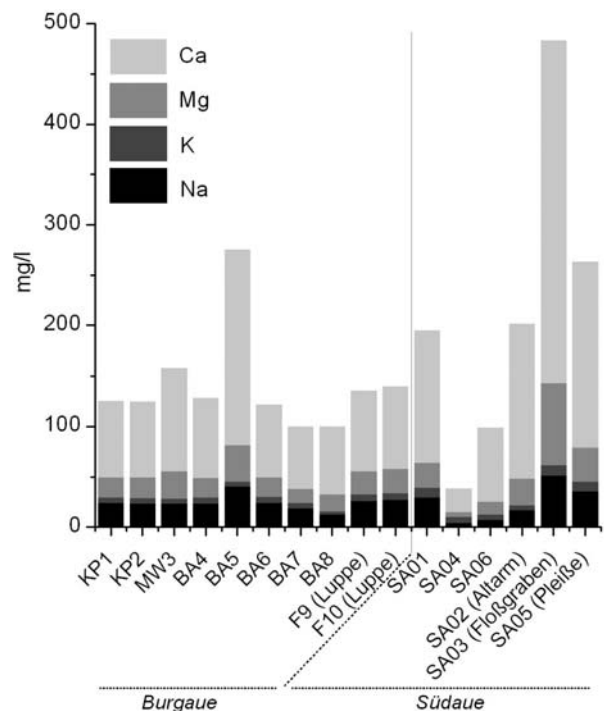


Abb. 3 Gehalte an Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium (mg/l)

3.3 Eisen, Mangan, Aluminium und ausgewählte Schwermetalle

Die Eisenkonzentrationen aller untersuchten Wässer liegen bis auf Ausnahme des Probenpunktes SA04 (60 µg/l) im Südlichen Auwald zwischen 10 und 30 µg/l. Die Fließgewässer in beiden Auwald-Abschnitten (Luppe, Pleiße) weisen im Vergleich zu den stehenden Überflutungsflächen die geringsten Eisenkonzentrationen auf.

Die Aluminiumgehalte des Luppe-Wassers liegen zwischen 85 und 100 µg/l (F9, F10). Die Aluminiumkonzentrationen in den stehenden Überflutungsflächen schwanken zwischen 10 und 145 µg/l und spiegeln somit nicht überall die erhöhten Flusswasser-Gehalte wieder.

Die Analysen für den Südlichen Auwald ergaben für die Fließgewässer Floßgraben und Pleiße (SA03, SA05) geringere Konzentrationen als für die Überflutungsflächen. Die Grenzwerte für Al und Fe nach TrinkwV (=200 µg/l) werden an keinem Messpunkt erreicht.

Auffällig große Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Mangan-Gehalte der untersuchten Wässer. Die Mn-Gehalte der Luppe betragen etwa 40 µg/l. An den Probenpunkten MW3 und BA5 im NSG Burgau werden dagegen 4-fach bzw. 8-fach höhere Konzentrationen von fast 200 bzw. 350 µg/l erreicht (Grenzwert nach TrinkwV = 50 µg/l). An den Probenpunkten KP1, KP2 und BA8 liegen die Mn-Gehalte dagegen unter 5 µg/l.

Im Bereich des Südlichen Leipziger Auwaldes weist vor allem der Messpunkt SA01 sehr hohe Mn-Gehalte von fast 500 µg/l auf, die Pleiße erhöhte Mn-Gehalte von 120 µg/l (Grenzwerte nach TrinkwV = 50 µg/l). An den weiteren Messpunkten im Südlichen Leipziger Auwald treten mit weniger als 5 µg/l wiederum sehr geringe Mn-Konzentrationen auf. In der Paußnitz wurden im Jahr 1999 ebenfalls erhöhte Mn-Gehalte von bis zu 460 µg/l analysiert (KRÜGER et al. 1999).

Als eine mögliche Ursache der erhöhten bzw. stark schwankenden Mangan-Gehalte in den Überflutungsflächen könnten natürliche Prozesse in Frage kommen. So ist eine rasche mikrobiell bedingte Bildung von Mn^{2+} bei wasserüberstauten Böden möglich (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002: 330). Weiterhin hängt die Stabilität (und damit Abbauprozesse und Konzentration) von pH-Wert und Redoxpotenzial ab (BESCH et al. 1992: 82).

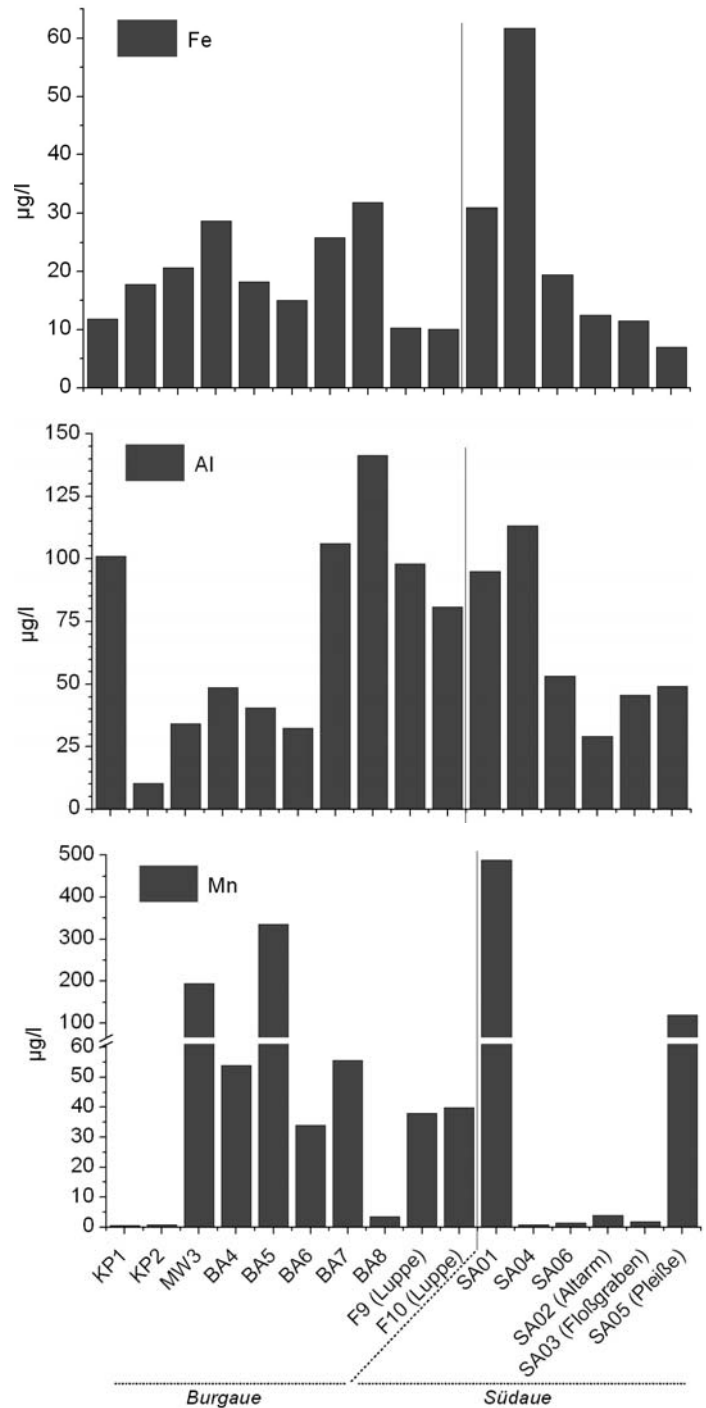


Abb. 4 Gehalte an Eisen, Aluminium, Mangan (µg/l)

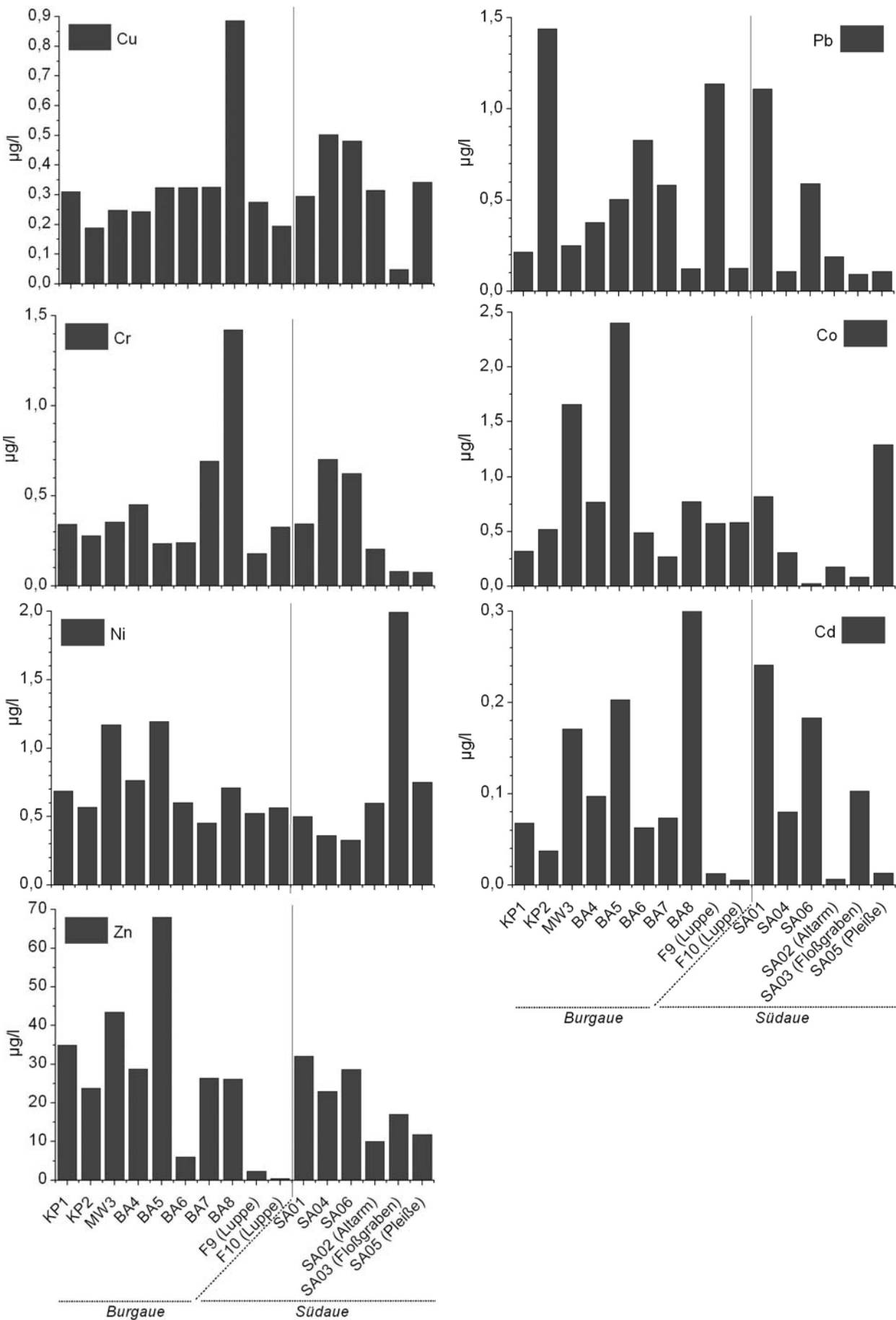


Abb. 5 Gehalte an Kupfer, Chrom, Nickel, Zink, Blei, Kobalt und Cadmium (µg/l)

In den untersuchten Wasserproben treten an gelösten Schwermetallen bis auf Zink insgesamt sehr geringe Gehalte (teilweise an der Nachweisgrenze) und geringe Schwankungen auf. Die Grenzwerte nach TrinkwV (Anhang 3) werden an keinem Messpunkt hinsichtlich der betrachteten Schwermetalle überschritten. Nur einzelne Messpunkte zeigen im Vergleich zu allen untersuchten Wässern eine sehr leicht erhöhte Konzentration: Messpunkt BA8: Cu, Cr und Cd (0,88 µg/l, 1,4 µg/l bzw. 0,3 µg/l), Messpunkt BA5: Co und Cd (2,4 µg/l und 0,2 µg/l). Die Abweichungen sind jedoch unter Beachtung der geringen Konzentrationen insgesamt vernachlässigbar. Eine erhöhte Schwermetall-Gesamtbelastung ist insgesamt sowie an einzelnen Messpunkten nicht festzustellen.

Die untersuchten Luppe-Wässer (F9, F10) weisen im Vergleich zu den Überflutungsflächen im Nördlichen Auwald für Zn deutliche niedrigere Gehalte auf. Die Gehalte an gelöstem Fe, Al und Mn im Flusswasser der Luppe liegen im Vergleich zu den Überflutungsflächen niedriger (Fe) bzw. teilweise niedriger und teilweise höher (Mn, Al). Hinsichtlich der Schwermetalle Cu, Cr, Ni, Pb, Co, Cd liegen im Flusswasser als auch in den Überflutungsflächen ähnliche Gehalte vor. Die geringfügig erhöhten Werte in einigen Überflutungsflächen (u.a. BA5, BA8, MW3) sind in Anbetracht der geringen Konzentration nicht aussagekräftig (s.o.).

Die geringere Konzentration an Zn im Flusswasser der Luppe sowie die unterschiedlichen Konzentrationen in den Überflutungsflächen lassen aber vermuten, dass die Zn-Gehalte in den Überflutungsflächen nicht primär auf einen Eintrag durch extern belastetes Hochwasser, sondern auf interne Umverlagerung vorbelasteter Sedimente in der Aue und unterschiedliche Mobilisierung in die wässrige Phase durch Aufwirbeln der Sedimente zurückzuführen sind. Auch für die Verteilung von Fe, Al und Mn sind solche Verlagerungs- und Mobilisierungsprozesse sowie u.U. Ausfällungsprozesse neben hochwassergebundenen Stoffeinträgen zur Erklärung der Stoffverteilung und Stoffkonzentrationen heranzuziehen (siehe Kap.4).

3.4 Sulfat, Chlorid

In der Luppe liegen die Sulfat-Gehalte bei 100 mg/l, in der Pleiße bei 230 mg/l. Auf den Überflutungsflächen der Burgau bewegen sich die Werte zwischen 90 und 150 mg/l. Im Südlichen Auwald wurden im Altarm-Bereich (SA02) erhöhte Werte von 700 mg/l festgestellt.

Erhöhte Sulfat-Gehalte werden vor allem durch geogene Hintergrundbelastungen verursacht, die aus Verwitterungsprozessen tertiärer, Pyrit- und Markasit-haltiger Ablagerungen im Südraum Leipzig stammen.

Der erhöhte Sulfat-Wert an Messpunkt BA5 könnte auch auf verspültes Wegebaumaterial zurückzuführen sein (vgl. Lage des Punktes in Abb. 1).

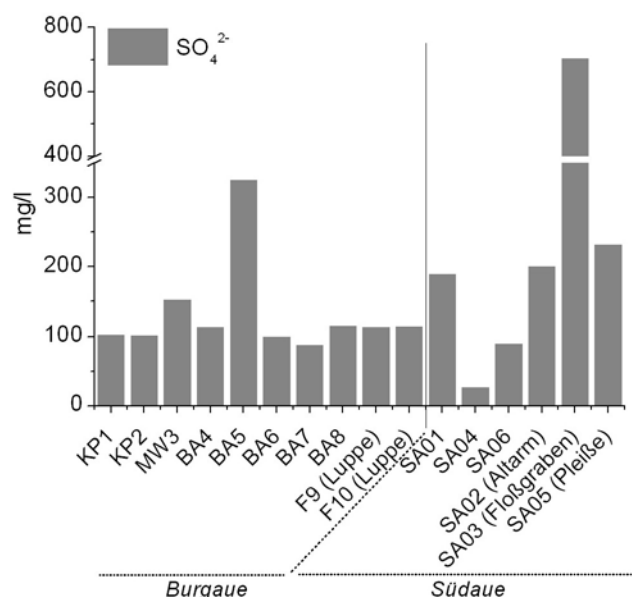


Abb. 6 Gehalte an Sulfat (mg/l)

Die Chloridgehalte sind im Nördlichen Auwald in allen untersuchten Wässern relativ hoch. In der Luppe treten Gehalte von 35 mg/l auf, in der Pleiße sowie im Floßgraben erhöhte Gehalte von 40 bzw. 52 mg/l. Im Vergleich zu älteren Befunden stellen diese Werte jedoch keine Spitzenbelastungen dar (vgl. Kap.4).

Das Chlorid in den untersuchten Wässern könnte auf die Einwaschung von getauten Streusalzen aus den kommunalen städtischen Bereichen zurückzuführen sein. Dies würde auch partiell erhöhte Werte auf den Überflutungsflächen erklären (u.a. BA5). Für die erhöhten Chlorid-Werte in den Flusswässern können grundsätzlich auch Klärwasser-Einleitungen in Frage kommen, da erhöhte Chlorid-Gehalte als fäkaler Verschmutzungsindikator gelten.

Trotz der erhöhten Werte werden auch die strengeren Zielvorgaben der LAWA (1998) bzw. die GFS für die Grundwasservorsorge (LAWA 2004) nicht erreicht (100 mg/l bzw. 250 mg/l).

Chlorid unterliegt im Ökosystem einer schnellen Auswaschung. Eine Beeinträchtigung der Bodenvegetation durch erhöhte Salzgehalte im Bodenwasser ist aufgrund der geringen Konzentrationen auszuschließen.

3.5 Ammonium, Nitrat, Nitrit, Phosphat

Phosphat liegt in den untersuchten Wässern nur in geringen Konzentrationen vor, die Werte bewegen sich zwischen 0 und 0,2 mg/l. In der Luppe beträgt die Phosphat-Konzentration 0,06 mg/l, in der Pleiße 0,15 mg/l. Als kritische Konzentration für eine Eutrophierung langsam fließender Gewässer gelten 0,1-0,2 mg/l.

Die erhöhten Chlorid- und Phosphatgehalte an Probenpunkt SA01 könnten als Indiz für eine (leichte) Fäkalverschmutzung in diesem Bereich interpretiert werden.

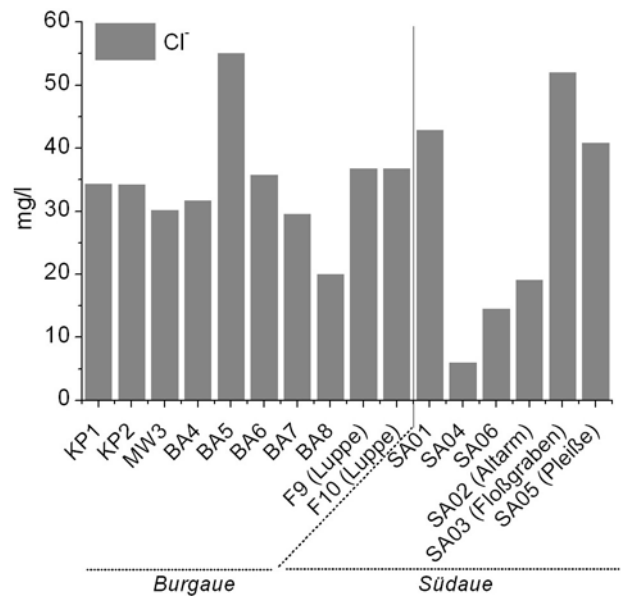


Abb. 7 Gehalte an Chlorid (mg/l)

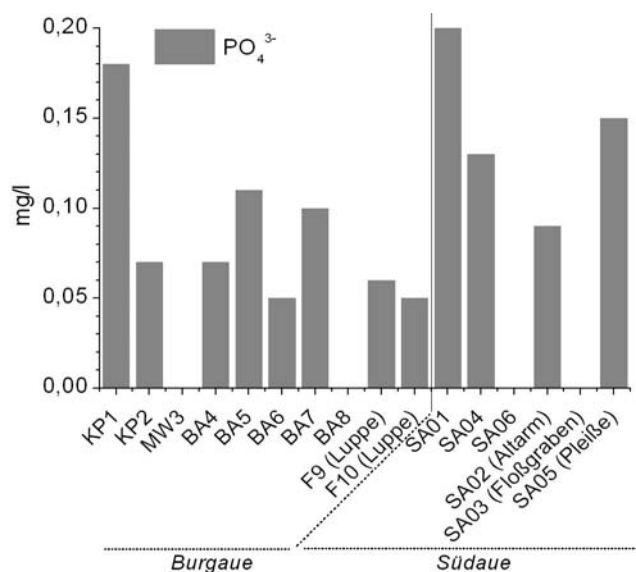


Abb. 8 Gehalte an Phosphat (mg/l)

Die Konzentration von Ammonium in den untersuchten Luppe-Wässern (F9, F10) liegt bei etwa 0,3 mg/l. Bereits in der Luppe werden damit die Zielvorgaben für Fließgewässer (LAWA 1998) erreicht. In den Überflutungsflächen ist die Konzentration teilweise erhöht (max. 0,6 mg/l).

Im Südlichen Auwald treten vereinzelt höhere NH_4^+ -Werte auf. Im Altarmabschnitt liegt NH_4^+ bei 1,9 mg/l. Ammonium entsteht unter aeroben Bedingungen, erhöhte Werte können auf fäkale Verunreinigungen hinweisen.

Die Nitrat-Werte liegen in den Überflutungsflächen der Burgau, in der Luppe und ebenfalls in der Pleiße (SA05) relativ hoch bei 20-25 mg/l. Auf den Überflutungsflächen im Südlichen Auwald sind die Nitrat-Gehalte deutlich niedriger (0,5-3 mg/l). Auch im Vergleich zur Weißen Elster (Messpegel Schkeuditz) stellen sich die Nitrat-Werte der Luppe recht hoch dar ($\text{NO}_3\text{-N}$ Weiße Elster: 01/2011: 7mg/l, 02/2011: 6,6 mg/l) (LfULG 2011).

Nitrit konnte in der Luppe nicht nachgewiesen werden. In den Überflutungsflächen der Burgau liegen die Nitrit-Gehalte zwischen 0,1 und 0,66 mg/l; im Südlichen Auwald zwischen 0 und 0,35 mg/l und in der Pleiße bei 0,28 mg/l.

Hinsichtlich der Nitrit-Gehalte wird die Zielvorgabe nach LAWA (1998) auf fast allen Überflutungsflächen überschritten, der Grenzwert nach TrinkwV (0,5 mg/l) nur auf zwei Flächen in der Burgau (MW3, BA7).

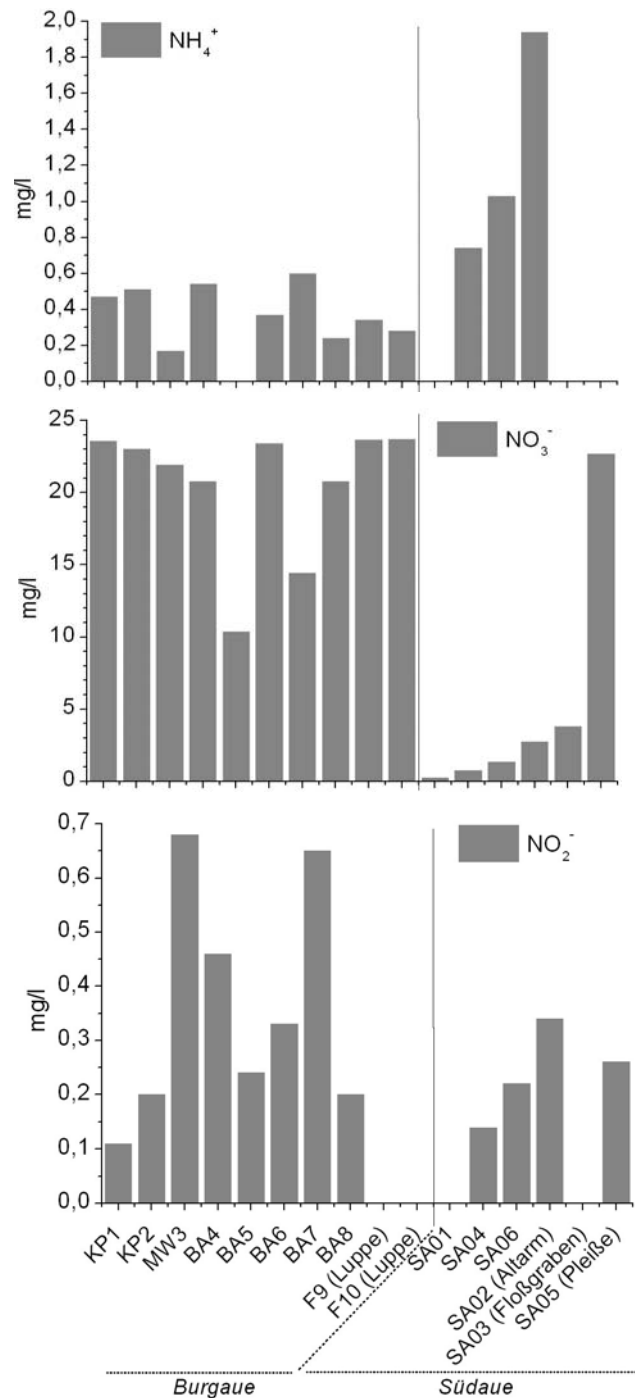


Abb. 9 Gehalte an Ammonium, Nitrat und Nitrit (mg/l)

Nitrat und Nitrit sind Nährstoffe, die als Düngemittel in Landwirtschaft und Kleingärten eingesetzt werden. Abhängig vom Sauerstoffgehalt des Wassers finden Umwandlungsvorgänge des gut wasserlöslichen Nitrats zu Nitrit (und umgekehrt) statt, sie stellen daher nur eine Momentaufnahme dar (siehe Kap. 3.6).

3.6 TOC, IC, TN

Der gelöste Gesamtstickstoff (TN) ist in den untersuchten Überflutungsflächen der Burgau höher konzentriert als in den Überflutungsflächen im Südlichen Auwald (Abb.10). Luppe und Pleiße weisen TN-Werte von ca. 8 mg/l auf. Die Werte liegen deutlich unter den Gehalten, die in der waserlöslichen Fraktion von Ah-Horizonten von Auwaldböden erreicht werden.

Der gelöste anorganische Kohlenstoff (IC) umfasst Hydrogencarbonat-Ionen und suspendiertes Carbonat. Aufgrund deren Pufferwirkung finden die IC-Werte ihre Entsprechung in den neutralen pH-Werten der Wässer (vgl. Abb. 2).

Der gelöste organische Kohlenstoff (TOC) liegt in der Luppe bei ca. 6 mg/l; in der Pleiße bei 4 mg/l und weist damit typische Werte für Flüsse auf. Die TOC-Werte sind mit Messwerten der Weißen Elster (Pegel Schkeuditz) vergleichbar (LfULG 2011). Auf den Überflutungsflächen der Burgau liegen die Werte zwischen 5 und 16 mg/l, im Südlichen Auwald durchschnittlich etwas höher (10-16 mg/l).

Die Ergebnisse zum TOC lassen vermuten, dass durch Verspülung und Umverlagerung von humosem Oberboden, d.h. Humusaufgaben und Ah-Material der Anteil an gelöstem organischem Material in den Überflutungsflächen im Vergleich zum Flusswasser an einigen Standorten erhöht ist. Dies würde die Vermutung, die hinsichtlich der Schwermetallverteilung (siehe Punkt 3.3) getroffen wurde, stützen. Zudem können auch anthropogene organische Verunreinigungen zu erhöhten TOC-Werten geführt haben.

Hinsichtlich der Gehalte an Ammonium, Nitrat, Nitrit sowie TN, IC und TOC ist zu beachten, dass diese Werte leicht veränderbare Parameter darstellen, die im Ökosystem raschen Umwandlungsprozessen sowie jahreszeitlichen, u.U. tageszeitlichen Schwankungen unterliegen.

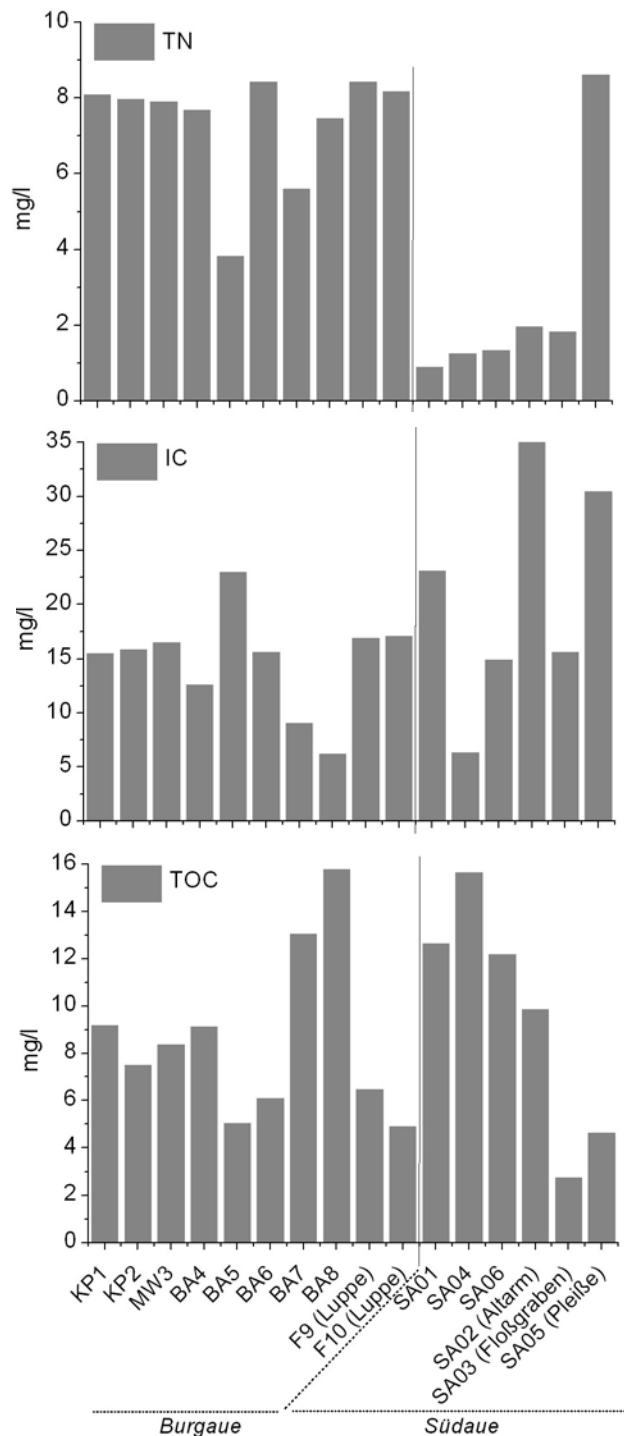


Abb. 10 TN, IC und TOC (mg/l)

4 Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der untersuchten Wasserproben aus dem Nördlichen Leipziger Auwald zeigen, dass die Belastungen des Flusswassers der Luppe hinsichtlich der Parameter Schwermetalle sowie Eisen, Mangan, Ammonium, Nitrit, Phosphat, Sulfat sowie TOC und TN als gering einzuschätzen sind. Erhöhte Werte im Flusswasser sind für Chlorid (35 mg/l), Nitrat (24 mg/l) sowie Aluminium (81-98 mg/l) feststellbar; die Werte erreichen jedoch nicht die Grenzwerte nach TrinkwV. Stellenweise werden die Zielvorgaben nach LAWA (1998) überschritten: Sulfat (=100 mg/l) und Nitrat (= 2,5 mg/l). Bei den Zielvorgaben nach LAWA handelt es sich um den anzustrebenden Gewässergütezustand II (mäßig belastet). Die Gewässergüte der Luppe im Stadtgebiet Leipzig ist derzeit mit Stufe II-III bewertet (STADT LEIPZIG 2007). Die erfassten Werte entsprechen damit dem derzeitigen Zustand des Gewässers und stellen keine davon abweichende besondere Belastung dar.

Die pH-Werte sowie die Werte für Aluminium, Eisen, Sulfat und Phosphat sind mit Daten von 1999 vergleichbar (HAASE 1999, KRÜGER et al. 1999, NEUMEISTER & KRÜGER 2000). In Hinsicht auf diese älteren Erhebungen sind bezogen auf den Messpunkt BA5 leicht erhöhte Gehalte für Cu, Ni, Cd festzustellen (vgl. Abb. 5). Die Messungen ergaben zudem im Vergleich zu den aktuellen Werten für Oberflächenwässer der Südaue (Weiße Elster, Paußnitz) für 1999 partiell deutlich höhere Zink-Konzentrationen (1999: bis 240-400 µg/l) sowie für Nordaue (Weiße Elster) und Südaue (Weiße Elster, Paußnitz) höhere Chlorid-Konzentrationen (1999: 80-90 mg/l).

Diese Vergleichsdaten haben jedoch aufgrund des Messzeitraumes (1997-1999) nur orientierenden Charakter für die aktuellen Erhebungen (siehe Kap. 2). Die aktuell geringeren Werte von Zink und Chlorid könnten bereits auf eine Verbesserung des Gewässergütezustandes zurückzuführen sein (s.o.).

Auf den Überflutungsflächen treten abweichend von den Gehalten des Flusswassers der Luppe erhöhte Werte von Mangan, Zink, Nitrit und TOC sowie vereinzelt Sulfat und Ammonium (sowie Nickel) auf. Für Nitrit werden dabei die Zielvorgaben nach LAWA (1998) ($ZV NO_2^- = 0,1 \text{ mg/l}$), stellenweise die Grenzwerte der TrinkwV ($GW NO_2^- = 0,5 \text{ mg/l}$) überschritten. Hinsichtlich der Gehalte an TOC, Sulfat und Ammonium werden die Zielvorgaben nach LAWA (1998) ($ZV TOC = 5 \text{ mg/l}$, $SO_4^- = 100 \text{ mg/l}$; $NH_4^+ = 0,3 \text{ mg/l}$) nicht erreicht. Für Zink wird der GFS-Wert nach LAGA (2004) ($GFS Zn = 58 \text{ µg/l}$) stellenweise überschritten. Die Mangan-Gehalte in den Überflutungsflächen erreichen stellenweise $>200 \text{ µg/l}$ und überschreiten damit den Grenzwert nach TrinwV erheblich ($GW = 50 \text{ µg/l}$). Eine Bewertung der untersuchten Wässer nach Trinkwasserverordnung bzw. der Überflutungsflächen nach Richtlinien des Gewässerschutzes (Fließgewässer) kann jedoch nur orientierend sein (siehe auch oben).

Flussnahe Standorte (KP1, KP2) sind nicht grundsätzlich stärker belastet als weiter entfernte Messpunkte (vgl. Abb. 1). Als Ursache für die unterschiedlichen Gehalte an Zn, Fe, Al und vor allem Mn in den untersuchten Überflutungsflächen kann eine unterschiedliche Fließdynamik (linienhafte Fließwege, flächenhafte Überströmung) und Fließdauer des Hochwassers betrachtet werden. Dabei können Flusswasser und darin gelöste Stoffe unterschiedlich weit in den Auenbereich verlagert werden. Die Stoffgehalte müssen daher nicht zwingend eine Abnahme mit zunehmender Entfernung zum Fluss zeigen (vgl. WINDE 2000).

Die erhöhten Gehalte an TOC in den Überflutungsflächen im Vergleich zum „Grundgehalt“ im Luppe-Wasser lassen aber vermuten, dass durch die starke Überströmung der Flächen Oberbodenmaterial (vor allem Humusaufgaben sowie Ah-Material, punktuell möglicherweise auch organische Verunreinigungen, siehe Kap. 3.6) aufgewirbelt und verlagert wurde. Dabei kann es in gewissen Umfang zu einer Mobilisierung von organischem Material in die wässrige Phase kommen, die sich in den höheren TOC-Werten widerspiegelt. Auch für die Erklärung der Stoffverteilung und –konzentrationen von Zink sowie Mangan, Aluminium und Eisen sind Verlagerungs- und Mobilisierungsprozesse sowie mikrobielle Bildung und u.U. Ausfällungsprozesse sowie Freisetzung aus Wegebbaumaterial (betrifft auch Chlorid und Sulfat) heranzuziehen.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die Stoffkonzentrationen der untersuchten Wässer – neben hochwassergebundenen Stoffeinträgen – zumindest teilweise auf interne Umverlagerung unterschiedlich vorbelasteter Sedimente in der Aue und eine unterschiedlich intensive Mobilisierung in die wässrige Phase durch Aufwirbeln der Sedimente zurückzuführen sind. Die Stärke der Umverlagerung und Verwirbelung der Sedimente hängt dabei von der Überflutungs- und Sedimentationsdynamik ab, die im Wesentlichen durch lineare Fließwege erhöhter Fließgeschwindigkeiten und durch das Mikrorelief gesteuert werden.

Weitere Schlussfolgerungen werden aus der Analyse der durch das Hochwasser verlagerten Sedimente (partikulär gebundene Stoffgehalte) und Oberbodenproben („Grundgehalte“) erwartet und im Abschlussbericht umfassend diskutiert.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- BESCH, W.-K., HAMM, A., LENHART, B., MELZER, A., SCHARF, B. & C. STEINBERG (1992): Limnologie für die Praxis. Grundlagen des Gewässerschutzes. 3. Auflage. ecomed, Landsberg.
- HAASE, D. (1999): Schadstoffmobilisierung und Verteilung im Südlichen Leipziger Auenwald- Schadstoffbelastung und Stoffdynamik. IN: KRÜGER, A., NEUMEISTER, H., HAASE, D. (1999): Schadstoffmobilisierung und Verteilung in den Leipziger Flussauen. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.
- HÜTTER, L. (1994): Wasser und Wasseruntersuchung. Methodik, Theorie und Praxis chemischer, chemisch-physikalischer, biologischer und bakteriologischer Untersuchungsverfahren. 6. Auflage, Frankfurt/M.
- KRÜGER, A., NEUMEISTER, H., HAASE, D. (1999): Schadstoffmobilisierung und Verteilung in den Leipziger Flussauen. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, gefördert durch das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, vertreten durch das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, Sachgebiet Grundwasser, Az. 13.88023522/49, 1997-1999.
- LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER [Hrsg.] (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Berlin. Quelle: BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2011): Schutzziele und Bewertungsparameter für Binnengewässer (Flüsse und Seen). http://www.bmu.de/binnengewaesser/fluesse_und_seen/schutzziele_bewertungsparameter/doc/2886.php
- LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER [Hrsg.] (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Berlin.
- LfULG – Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie [Hrsg.]: Gewässerkundlicher Monatsbericht. Monate November 2010 bis März 2011. Diese Veröffentlichung ist ausschließlich als Download verfügbar. www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/707.htm
- NEUMEISTER, H. & A. KRÜGER (2000): Ökologisch relevante Parameter im Leipziger Auewald . Projektseminar, Universität Leipzig, Abschlussbericht (unveröffentlicht).
- TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001)
- RL 98/83/EG (1998): Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 03. November 1998 (ABl. EG Nr. L 330).
- RL 2008/105/EG (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage. Spektrum-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- STADT LEIPZIG [Hrsg.] (2007): Umweltbericht der Stadt Leipzig. <http://www.leipzig.de/de/buerger/umwelt/publikationen/>
- WINDE, F. (2000): Der hochwassergebundene Schwermetalltransport als Ursache der Bodenkontamination in der Saaleaue bei Halle. In: Friese, K., Witter, B., Miehlich, G. & M. Rode [Hrsg.]: Stoffhaushalt von Auenökosystemen. Böden und Hydrologie. Schadstoffe. Bewertungen. Springer, Berlin: 237-246.

6 Tabellenanhang

Tabellenanhang 1 **Metalle und Schwermetalle**

	Na [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Fe [µg/l]	Al [µg/l]	Mn [µg/l]	Zn [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]
Burgau														
KP1	24,14	5,44	20,17	75,73	11,87	101,00	0,55	34,93	0,311	0,687	0,214	0,068	0,320	0,343
KP2	23,79	5,60	20,27	75,31	17,78	10,44	0,74	23,78	0,189	0,568	1,439	0,038	0,519	0,279
MW3	23,63	4,75	27,34	101,70	20,67	34,21	194,90	43,43	0,248	1,170	0,250	0,171	1,658	0,355
BA4	23,93	5,61	19,59	79,20	28,69	48,77	53,94	28,83	0,244	0,765	0,378	0,098	0,768	0,452
BA5	40,77	4,44	36,59	193,30	18,21	40,67	334,90	68,04	0,325	1,196	0,505	0,203	2,403	0,235
BA6	24,45	5,96	19,29	71,93	15,01	32,47	34,10	5,97	0,324	0,603	0,829	0,063	0,490	0,241
BA7	19,16	4,90	14,15	61,73	25,80	106,10	55,60	26,42	0,326	0,454	0,584	0,073	0,269	0,692
BA8	12,55	3,28	16,83	67,51	31,79	141,40	3,43	26,12	0,886	0,711	0,125	0,303	0,776	1,421
F9 (Luppe)	26,31	6,55	22,88	79,83	10,35	97,88	37,99	2,36	0,275	0,523	1,138	0,013	0,576	0,181
F10 (Luppe)	27,39	6,73	24,20	81,31	10,05	80,83	39,89	0,43	0,195	0,564	0,127	0,005	0,583	0,326
Südlicher Auwald														
SA01	29,85	9,72	24,50	130,70	30,93	94,99	488,70	32,08	0,296	0,500	1,110	0,241	0,822	0,346
SA04	4,50	5,73	5,11	23,12	61,70	113,30	0,68	23,00	0,502	0,360	0,109	0,080	0,306	0,702
SA06	7,55	5,30	12,66	73,23	19,47	53,17	1,41	28,68	0,481	0,329	0,591	0,183	0,025	0,623
SA02 (Altarm)	17,15	4,78	26,61	153,10	12,50	29,14	4,05	10,01	0,315	0,600	0,191	0,006	0,176	0,204
SA03 (Floßgraben)	51,28	10,60	81,31	340,30	11,48	45,72	1,74	17,07	0,048	1,994	0,093	0,103	0,085	0,082
SA05 (Pleiße)	35,91	9,43	34,11	184,00	7,04	49,29	119,50	11,85	0,342	0,752	0,108	0,013	1,291	0,075

Tabellenanhang 2 **pH-Wert, eLf, Chlorid, Sulfat, Phosphat, Ammonium, Nitrat, Nitrit sowie Kohlenstoff, gesamt (TC), Anorganischer Kohlestoff (IC), Organischer Kohlenstoff, gesamt (TOC) und Stickstoff, gesamt (TN)**

	pH- Wert	eLf [µS/cm]	Cl ⁻ [mg/l]	SO ₄ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	TC [mg/l]	IC [mg/l]	TOC [mg/l]	TN [mg/l]
Burgau												
KP1	7,4	513	34,36	102,58	0,18	0,47	23,59	0,11	24,68	15,51	9,17	8,10
KP2	7,5	530	34,20	101,41	0,07	0,51	23,02	0,20	23,38	15,89	7,49	7,98
MW3	6,7	642	30,16	152,26	-	0,17	21,94	0,68	24,89	16,54	8,35	7,91
BA4	6,8	536	31,66	113,09	0,07	0,54	20,76	0,46	21,75	12,63	9,13	7,69
BA5	6,6	1076	55,01	324,71	0,11	-	10,35	0,24	28,01	22,98	5,04	3,82
BA6	7,1	517	35,73	99,21	0,05	0,37	23,41	0,33	21,74	15,66	6,09	8,44
BA7	6,9	431	29,56	87,48	0,10	0,60	14,43	0,65	22,12	9,06	13,06	5,60
BA8	6,2	422	19,99	115,58	-	0,24	20,78	0,20	22,00	6,22	15,78	7,46
F9 (Luppe)	7,6	557	36,73	113,43	0,06	0,34	23,64	-	23,37	16,91	6,46	8,43
F10 (Luppe)	7,6	558	36,73	114,29	0,05	0,28	23,69	-	21,98	17,08	4,89	8,18
Südlicher Auwald												
SA01	6,4	756	42,81	188,91	0,20	-	0,23	-	35,76	23,12	12,64	0,90
SA04	6,3	159	6,00	26,45	0,13	0,74	0,75	0,14	21,97	6,31	15,65	1,25
SA06	6,4	406	14,53	89,22	-	1,03	1,33	0,22	27,13	14,93	12,19	1,34
SA02 (Altarm)	6,6	788	19,07	200,41	0,09	1,94	2,73	0,34	45,02	35,18	9,85	1,97
SA03 (Floßgraben)	6,9	1671	51,97	703,37	-	-	3,82	-	18,40	15,64	2,76	1,83
SA05 (Pleiße)	7,6	975	40,86	231,27	0,15	-	22,68	0,26	35,10	30,47	4,63	8,62

Tabellenanhang 3 Richtwerte, Grenzwerte und Zielvorgaben für chemische Parameter in Fließgewässern und Trinkwasser

Parameter	Einheit	ZV LAWA (1998) ¹	GFS LAWA (2004) ²	JD-UQN (RL 2008/105/EG) ³	GW TrinkwV 2001 ⁴ / EG-TWRL (RL 98/83/EG)
Eisen	mg/l	-	-	-	0,2
Aluminium	mg/l	-	-	-	0,2
Mangan	mg/l	-	-	-	0,05
Nitrat	mg/l	2,5	-	50	50
Nitrit	mg/l	0,1	-	-	0,5
Ammonium	mg/l	0,3	-	-	0,5
Sulfat	mg/l	100	240	-	240
Chlorid	mg/l	100	250	-	250
Natrium	mg/l	-	-	-	200
Blei	µg/l	*	7	7,2	10
Cadmium	µg/l	*	0,5	0,08-0,25**	5
Chrom	µg/l	*	7	-	50
Nickel	µg/l	*	14	20	20
Kupfer	µg/l	*	14	-	2000
Zink	µg/l	*	58	-	-
TOC	mg/l	5	-	-	- (ohne normale Veränderung)
eLf	µS/cm	-	-	-	2.500
pH-Wert		-	-	-	6,5 > pH-Wert < 9,5

¹ Zielvorgabe LAWA (1998) (Gewässergüteklasse II, mäßig belastet);

Quelle: http://www.bmu.de/binnengewasser/fluesse_und_seen/schutzziele_bewertungsparameter/doc/2886.php

² Geringfügigkeitsschwellenwerte; Werte nach LAWA (2004) und Umweltprobenbank des Bundes:

<http://www.stoffdaten-stars.de> (Datum der letzten Datenaktualisierung: Februar 2006).

³ Jahresdurchschnitt Umweltqualitätsnorm; Anhang I „Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe“ der RL 2008/105/EG (Nationale Umsetzung in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV)

⁴ Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001); diese Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 98/83/EG; Werte nach TrinkwV (2001) und Umweltprobenbank des Bundes: <http://www.stoffdaten-stars.de> (Datum der letzten Datenaktualisierung: Juli 2007)

* Angaben nur bezogen auf Schwebstoffe

** JD UQN abhängig von der Wasserhärte