

SCHWERMETALL-ANALYSE DES BACHBETTES DES LANDGRABENS BEI GROSS-GERAU WALLERSTÄDTEN



**BESONDERE LERNLEISTUNG
VON
NICO ZIMMERMANN**

Abitur 2010

Schüler:	Nico Zimmermann
Schule:	Friedrich-List-Schule
Prüfung:	Besondere Lernleistung
Beginn:	28. September 2009
Fertigstellung:	23. März 2010
Abgabetermin:	26. März 2010
Betreuende Lehrkraft:	Dr. Röhnert
Tutor:	Dr. Heimann
Thema:	Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Idee	01
2. Konzept	02
3. Probenahme	04
4. Lagerung	
4.1. Aufteilung der Bohrkerne	07
4.2. Trocknung	08
4.2.1. Berechnung der Feuchtigkeitsgehalte	09
5. Aufarbeitung	
5.1. Geräteübersicht	11
5.2. Chemikalienübersicht	11
5.3. Königswasser	11
5.4. Sicherheitsangaben zu den benutzten Chemikalien	12
5.5. Vorbereitung	12
5.6. Probe	12
5.7. Aufbau	13
5.8. Aufschließen	13
5.9. Filtern	13
6. Analyse	
6.1. Funktion von Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	15
6.2. Durchführung	16
6.3. Geräteparameter	17
6.4. Kalibrierung	17
6.5. Blindproben-Messung	17
7. Auswertung	
7.1. Darstellung der Messergebnisse	18
7.1.1. Blei	18
7.1.2. Eisen	20
7.1.3. Kupfer	22
7.1.4. Mangan	24
7.1.5. Zink	26
8. Bewertung	
8.1. Gehaltsvergleich mit Bezug auf die Tiefe	28
8.2. Eisen	32
8.3. Kupfer	33
8.4. Mangan	34
8.5. Zink	34
8.6. Blei	35
8.7. Fazit	36
9. Danksagung	37
10. Quellen	38

Anmerkung

Dieses Werk ist eine reine schulische Arbeit und keine offizielle umweltbehördliche Untersuchung. Der Autor/Wissenschaftler übernimmt für seine Untersuchungsergebnisse und Angaben keine Gewähr.

Die Veröffentlichung dieser Arbeit dient ausschließlich als Beispiel und Anregung für Abiturienten/ Abiturientinnen, die sich für eine besondere Lernleistung angemeldet haben bzw. dies vorhaben.

1. Idee

Der Kurs „Umweltschutztechnik“, im 1. Halbjahr der 12. Klasse hat in mir das Interesse geweckt, mich ausführlicher mit diesem Thema auseinander zu setzen. Da mir praktisches Arbeiten Spaß macht, hatte ich schon längere Zeit den Wunsch, selbstständig und über einen längeren Zeitraum im Labor zu arbeiten.

Als Kind spielte ich oft, mit meinen Freunden zusammen, an dem uns nahegelegenen Bach (Landgraben). Vor einiger Zeit hörte ich, dass dieser Bach mit Altlasten belastet sei, die aus früheren Zeiten stammen.

Ich wollte ergründen, ob ich diesen Sachverhalt genauer aufklären kann. Dies bestimmt meine persönliche Bindung zu dem Projekt.

Ich hoffte, dass ich einiges an Erfahrung mitnehmen könnte, vor allem hinsichtlich auf das Chemiestudium, mit dem ich nach dem Abitur beginnen möchte.

Meinen Recherchen zu folge liegen Verunreinigungen der Sedimente vor. Die nachfolgenden Quellen beweisen dies.

„(...) Zudem handelt es sich dabei (Landgraben) um zum stark kontaminierte Sedimente, die eine Sanierung des Landgrabens erschweren. (...) Ist nach der Landesregierung die kontaminierte und belastete Sedimentsschicht abtragbar? Das Abtragen der Sedimentsschicht ist unter hohem Aufwand theoretisch möglich, birgt jedoch erhebliche Risiken mit sich. Die Bewertung des seinerzeit durchgeführten Langzeituntersuchungsprogramms führte zu dem Ergebnis, dass bei einer Entnahme der Sedimente die Gefahr der Mobilisierung von Schadstoffen besteht. (...)“

Aus: Hessischer Landtag, kleine Anfrage der Abg. Dr. Everts (SPD) vom 21. 07.2008 betreffend Situation des Landgrabens im Landkreis Groß-Gerau und Antwort des Ministers für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, 27.08.2008

„(...) Problematisch sind jedoch die nicht eliminierten Stoffe der Industrie und der an der Sole vorhandenen hoch mit Schwermetallen belastete Schlamm früherer Zeiten. (...)“

Aus: Der Magistrat der Kreisstadt Groß-Gerau an das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raun und Verbraucherschutz, Stellungnahme zum Entwurf Bewirtschaftungsplan/Maßnahmenprogramm, 18.09.2009

Ich beschloss mich mit meinem ehemaligen Umweltschutzlehrer Herr Dr. Röhnert in Verbindung zu setzen und ihn nach Rat zu fragen. Ich wollte erst einmal in Erfahrung bringen, ob eine Umsetzung unter den gegebenen Voraussetzungen möglich sei. Ich erfuhr, dass es möglich ist, per AAS eine Schwermetallanalyse durchzuführen.

Die Idee wurde diskutiert und ein Plan erstellt, welcher mir erlaubte, das Bachbett ortsabhängig auf Schwermetalle zu untersuchen.

2. Konzept

Ziel:

Das Projekt dient der Klärung der Frage, ob und in welcher Konzentration Schwermetalle im Sediment des Bachbettes ortsaufgelöst quantitativ nachweisbar sind.

Probenahme:

Die Proben wurden mit einem Bodenbohrer entnommen. Insgesamt wurden vier Bohrungen durchgeführt. Zwei erfolgten am Rand des Bachbettes und zwei wurden mittig durchgeführt.

Lagerung:

Die vier entnommenen Bohrkern wurden vor Ort in Frischhaltefolie eingewickelt und in speziell angefertigten Vorrichtungen transportfähig gemacht.

Um Schimmel zu vermeiden, wurden die Bohrkern nach dem Transport wieder belüftet.

Da eine ortsabhängige Untersuchung durchgeführt werden sollte, mussten die Bohrkern in gleichgroße Abschnitte eingeteilt werden. Von diesen Abschnitten wurden jeweils ca. 5 Gramm Substanz entnommen und in Glasbehälter gelagert.

Die Vorgehensweise richtet sich grundsätzlich nach der DIN EN 13346 (Charakterisierung von Schlämmen – Bestimmung von Spurenelementen und Phosphor – Extraktionsverfahren mit Königswasser).

Die zu untersuchenden Proben müssen im trockenen Zustand aufgearbeitet werden, da sich die Gehaltsbestimmungen auf die Trockenmassen beziehen. Deshalb erfolgte eine Trocknung der Proben im Trockenschrank. Um die Aufnahme von Feuchtigkeit zu verhindern, wurden die Proben in einem geeigneten Exsikkator gelagert, bis die Aufarbeitung erfolgte.

Aufarbeitung:

Das Aufarbeiten der Proben, erfolgt mittels Königswasseraufschlüssen. Der genaue Ablauf eines Königswasseraufschluss befindet sich auf Seite 11 ff.

Die aufgeschlossenen Proben werden in Messkolben gefüllt und verschlossen gelagert.

Analyse:

Die Analyse erfolgte mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS). Die Funktionsweise der AAS wird auf Seite 15 beschrieben.

Bemerkung:

In den folgenden Abschnitten wird oft die Rede von den Begriffen „Bohrkern“ und „Probe“ sein. Um Missverständnisse zu vermeiden, möchte ich anmerken, wo der Unterschied liegt. Als Bohrkerne bezeichne ich das gesamte Sedimentgestein, was durch eine Bohrung erhalten wurde. Davon gibt es vier Stück.

Als Probe bezeichne ich eine kleine Menge an Sedimentgestein, das an einer ganz bestimmten Stelle eines Bohrkernes entnommen wurde. Davon existieren insgesamt 23 Stück.

3. Probenahme

Die Probenahme (28. September 2009):

Um eine ordentliche und sachgemäße Probenentnahme zu gewährleisten war es notwendig, einen Bodenbohrer zu benutzen. Dieser wurde am 28. September 2009, vom *Institut für Geowissenschaften* der Uni Mainz ausgeliehen. Noch am selben Tag wurde die Probenentnahme durchgeführt. Die vier Bohrungen fanden an der Stelle statt, an der ich als Kind oft Zeit verbracht habe.



Abbildung 1: Bei der Bohrung

Die unten stehende Abbildung 2 zeigt an welche Bohrung an welcher Stelle durchgeführt wurde.

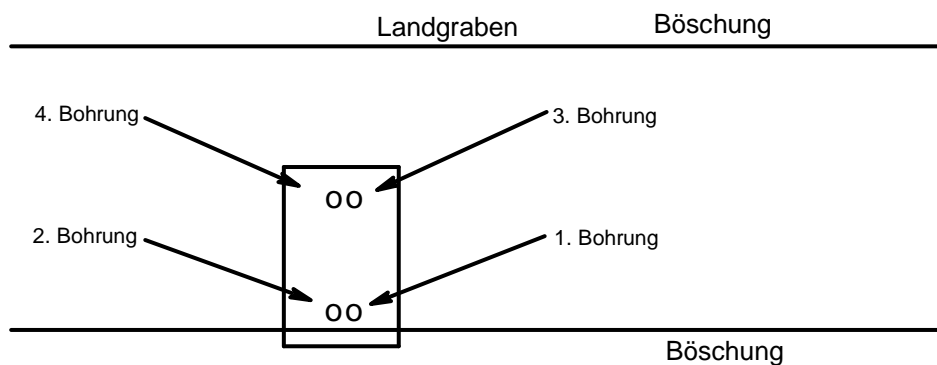


Abbildung 2: Anordnung der Probennahme

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, wurden die ersten zwei Bohrkern in der Nähe der Böschung entnommen. Die Bohrkern 3 und 4 wurden dagegen in der Bachmitte entnommen. Außerdem wurden die Bohrungen 1 und 2, sowie die Bohrungen von 3 und 4 in geringen Abständen zueinander durchgeführt. Für eine aussagekräftige Auswertung, ist es notwendig Werte zum Vergleichen zu haben. Durch die Entnahme jeweils zweier nebeneinander liegenden Bohrkernen, wird die Genauigkeit der Messung erhöht. Je mehr Messwerte zur Verfügung stehen, desto bessere Resultate lassen sich erreichen.

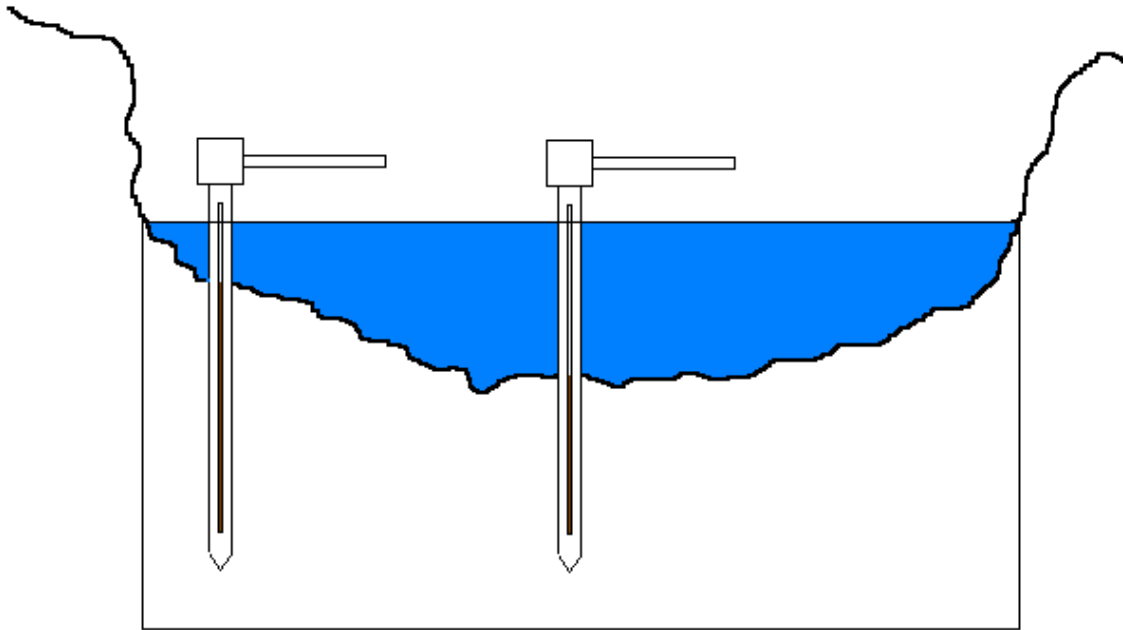


Abbildung 3: Bachquerschnitt mit Bohreranordnung

Da die einzelnen Bohrkern in kleine Analyseproben unterteilt wurden, ist es besser, wenn alle Bohrkern in etwa die gleiche Menge an Substanz - sprich die gleiche Länge - haben. Da der Grund des Baches nicht eben ist, konnte der Bohrer in der Mitte nicht so tief in das Bachbett gebohrt werden wie am äußeren Rand (siehe dazu auch Abbildung 3).

Die Probennahme verlief unproblematisch. Die Entnahme der Proben aus dem Bohrer, gestaltete sich schwieriger. Da es sich bei dem Bohrgerät um kein geschlossenes System handelte und die Tatsache, dass die Proben aus einem Bach stammen, waren die Bohrkern sehr feucht bis nass.

Beim Transferieren der Kern von dem Bohrer in den Transport- bzw. Aufbewahrungsbehälter ließ es sich daher nicht vermeiden, dass die Kern zum Teil auseinander fielen (siehe dazu Abbildung 3). Die Bruchstücke wurden so angeordnet, dass es nach wie vor möglich war, zu ermitteln aus welcher Tiefe sie stammten.



Abbildung 4: Bild eines Bohrkernes nach der Entnahme

Die Bohrkern wurden zum Schutz in Frischhaltefolie gewickelt und zum besseren und sicheren Transport in, durch mich, angefertigte Transportvorrichtungen, bestehend aus halbierten Abwasserrohren, gelegt.

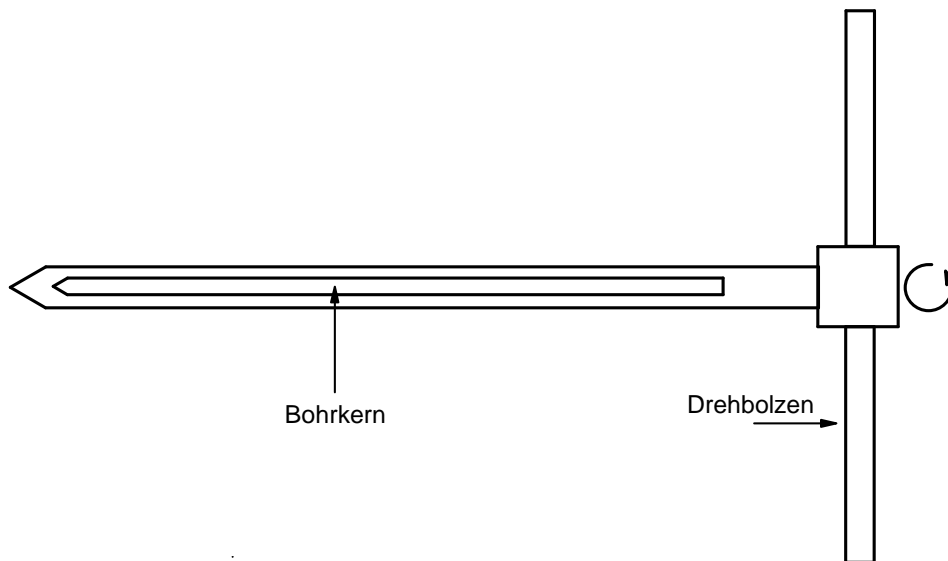


Abbildung 5: Bohrer

4. Lagerung

4.1. Aufteilung der Bohrkern (1. Oktober 2009 und 5. Oktober 2009):

Die richtige Lagerung ist ein wichtiges Kriterium in der Umweltanalytik.

Zum einen können die Bohrkern nicht lange in Folie eingewickelt sein, da auf Grund der hohen Feuchtigkeit die Möglichkeit besteht, dass Schimmel an diesen entstehen könnte.

Deshalb wurde die Frischhaltefolie so weit geöffnet, dass die Bohrkern offen lagen.

Da später, laut DIN EN 13346, der Wassergehalt der Proben bestimmt wird, ist eine längere Lagerung nicht möglich, weder luftdicht noch luftzugänglich. Deshalb ist es notwendig, schnellstmöglich die Proben den Bohrkern zu entnehmen, feucht einzuwiegen und anschließend zu trocknen.

Da die Bohrkern nicht die gleiche Länge aufweisen, wurden nicht überall gleich viele Proben entnommen.

So ergab sich folgende Probenaufteilung:

Bohrkern	Anzahl der entnommen Proben
1	7
2	6
3	5
4	5

Hinweis: Als Bohrkern 1 wird der Bohrkern bezeichnet, der von Bohrung 1 stammt. Bohrkern 2 von Bohrung 2 usw.

In 5 cm Abständen wurden Probe entnommen und in Glasgefäße eingewogen. Da für einen Aufschluss 3 g Substanz benötigt wird, ist eine Probenmasse von 5 g zu entnehmen.

(Die genauen Einwiegen befinden sich auf Seite 9 unter Feuchtigkeitsgehalte).

Die Feuchtigkeit macht einen erheblichen Anteil der Gesamtmasse aus, so dass die Proben später nach dem Trocknen weitaus weniger Masse haben werden.

Zum besseren Verständnis, wie diese Entnahme genau funktionierte, siehe Abbildung 6.

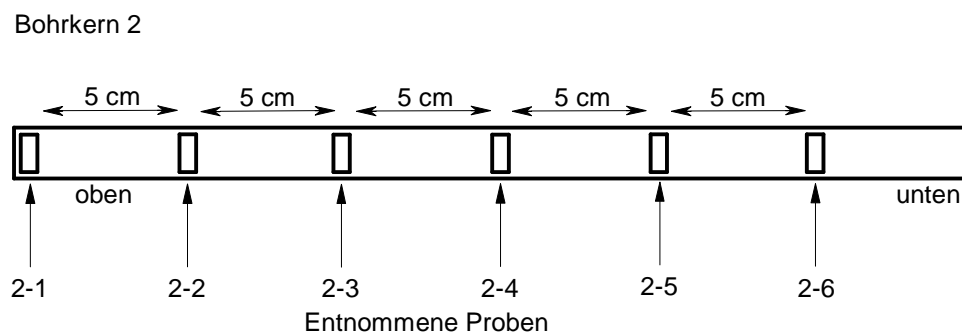


Abbildung 6: Aufteilung der Bohrkern

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Des Weiteren ist der Abbildung zu entnehmen, wie die Bezeichnung der entnommenen Proben erfolgte. Die erste Ziffer gibt an, um welchen Bohrkern es sich handelt. Proben von Bohrkern 2 haben eine 2 an erster Stelle.

Die zweite Ziffer bezeichnet die Stelle, an der die Probe am Bohrkern entnommen wurde.

Proben mit einer höheren Zahl stammen aus einer größeren Tiefe des Bachbettes.

Probe 2-6 ist bei Bohrkern 2 somit die, die aus der größten Tiefe stammt. Probe 2-1 stammt dagegen von oberen Sedimentschichten des Bachbettes.

Diese Nummerierung ist äußerst wichtig. Eine Nummerierung verhindert Fehler und sorgt für eine einfache und sichere Dokumentation.

So werden die Glasbehälter, die die Proben beinhalten, beschriftet, und später auch die Messkolben, in denen die aufgeschlossenen Proben sein werden.

4.2. Trocknung (28. Oktober 2009 / 29. Oktober 2009):

Die Proben, die feucht in die Glasgefäße gefüllt wurden, wurden getrocknet. Die 23 Proben in den Glasgefäßen wurden bei 105-110 °C zwölf Stunden lang getrocknet. Dabei wurde auf Massenkonstanz geprüft. Um zu vermeiden, dass sie während der weiteren Lagerung wieder Luftfeuchtigkeit aufnehmen, wurden sie bis zur weiteren Aufarbeitung in einem Exsikkator aufbewahrt (Siehe dazu auch Abbildung 7).



Abbildung 7: Exsikkator

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

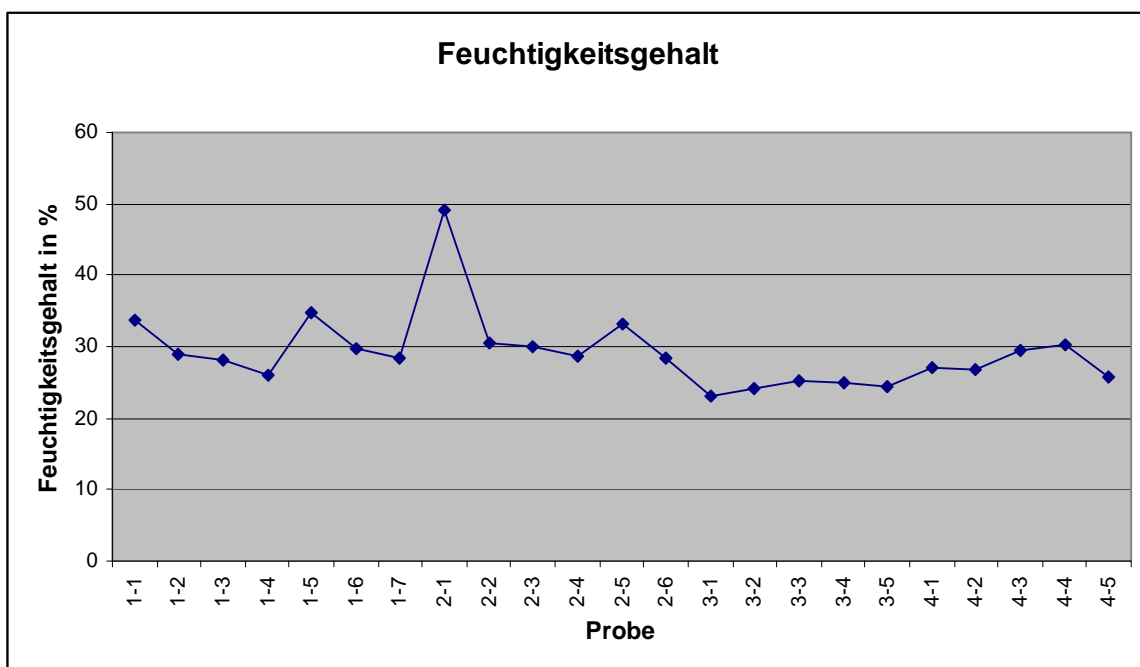
4.2.1. Berechnung der Feuchtigkeitsgehalte:

Probe	m(Probe, feucht) in g	m(Probe, trocken) in g	Feuchtigkeitsgehalt in %
1-1	5,3225	3,5212	33,84
1-2	5,3334	3,7884	28,97
1-3	5,3540	3,848	28,13
1-4	5,2823	3,9013	26,14
1-5	5,3271	3,4718	34,83
1-6	5,2331	3,6735	29,80
1-7	5,2869	3,7819	28,47
2-1	5,1510	2,6164	49,21
2-2	5,4098	3,7521	30,64
2-3	5,6217	3,9288	30,11
2-4	5,3160	3,7979	28,56
2-5	5,1904	3,4699	33,15
2-6	5,2625	3,7684	28,39
3-1	5,1742	3,9823	23,04
3-2	5,1031	3,8666	24,23
3-3	5,0618	3,7853	25,22
3-4	5,1769	3,8898	24,86
3-5	5,0402	3,8116	24,38
4-1	5,0070	3,6472	27,16
4-2	5,0084	3,6605	26,91
4-3	5,0063	3,5363	29,36
4-4	5,0203	3,5071	30,14
4-5	5,1022	3,7893	25,73

$$\text{Feuchtigkeitsgehalt} = \frac{m_f - m_t}{m_f} \cdot 100$$

m_f = Feuchtigkeitsmasse

m_t = Trockenmasse



Grafik 1: Darstellung der Feuchtigkeitsgehalte



Abbildung 8: Probe 2-5 in ihrem Gefäß nach der Trocknung

5. Aufarbeitung

Königswasseraufschlüsse (30. Oktober 2009 - 19. November 2009):

Die Königswasseraufschlüsse wurden nach den Vorgaben der DIN EN 13346 durchgeführt.

5.1. Geräteübersicht:

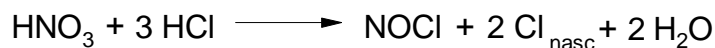
Gerät / Apparatur	Anwendung
250 mL Einhals-Rundkolben	Beinhaltet die Probe und das Königswasser während des Aufschlusses
50 mL Messkolben	Gefäß zur Lagerung der aufgeschlossenen Proben.
Versch. Bechergläser	Zum Umfüllen von Säuren, Zwischenlagerung von Abfällen
Versch. Geräte für Extraktion (siehe dazu auch Abbildung 9)	Geräte für den Aufschluss
Abnutschapparatur	Zum Abfiltrieren der Festrückstände der Probe nach dem Aufschluss

5.2. Chemikalienübersicht:

Chemikalie	Anwendung
Konz. Salzsäure	Bestandteil für Königswasser
Konz. Salpetersäure	Bestandteil für Königswasser
1%ige (V/V) Salpetersäure-Lösung	Für Reinigungszwecke
1,5% ige (V/V) Salzsäure	Zur Nullwerts-Berechnung
Aceton	Für Reinigungszwecke
Dest. Wasser	Für Reinigungszwecke, Zum Verdünnen, Blindprobe




5.3. Königswasser:

Königswasser ist ein Säuregemisch aus 3 Teilen konzentrierter Salzsäure und 1 Teil konzentrierter Salpetersäure. Es ist in der Lage Metalle aus Sedimenten zu lösen, wobei der Sand zurückbleibt. Die bei der Reaktion (siehe unten) entstehenden Chlorradikale und das Nitrosylchlorid (NOCl) sind starke Oxidationsmittel und der niedrige pH-Wert greifen die Metalle an bzw. bringen sie in Lösung.



„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

5.4. Sicherheitsangaben zu den benutzten Chemikalien:

Chemikalie	Gefahrensymbole nach GHS	H-Hinweise nach GHS	P-Hinweise nach GHS
Konz. Salzsäure w(HCl) = 32 %		H290, H314, H335	P280, (P303 + P361 + P353) (P305 + P351 + P338) P312
Konz. Salpetersäure w(HNO ₃) = 65 %		H272, H314	P220, P260, P280, (P303 + P361 + P353) (P305 + P351 + P338)
Salpetersäure-Lösung φ(HNO ₃) = 1%	-	-	-
Aceton		H225, H319, H336 EUH066	P210, P241, P243, (P305 + P351 + P338) (P403 + P235)
Salzsäure-Lösung φ(HCl) = 1,5%	-	-	-
Dest. Wasser	-	-	-

5.5. Vorbereitung:

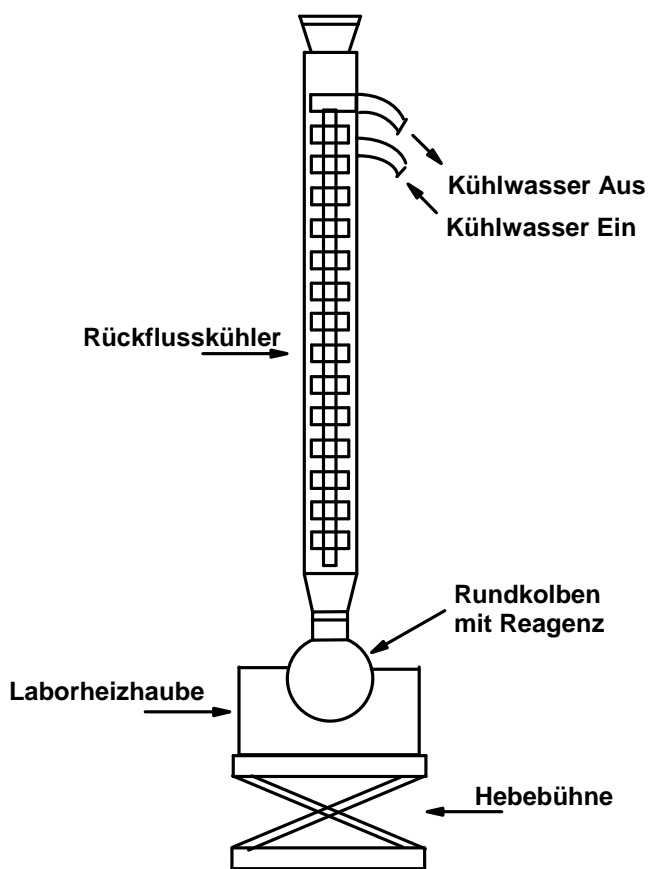
Vor einem Aufschluss wurden alle Geräte ordnungsgemäß gereinigt, die im Laufe der Durchführung entweder direkt oder indirekt mit den Probesubstanzen in Kontakt kommen. Dazu gehört unter anderem die komplette Aufschluss-Apparatur, außerdem auch Utensilien, wie Messkolben, Bechergläser oder Messzylinder. Im Grunde alle Glasapparaturen, die benutzt wurden. Als Reinigungsmittel wurde eine 1%ige (V/V) Salpetersäure-Lösung angesetzt.

5.6. Probe:

Von den getrocknet Proben wurden 3 g (+/- 0,001 g) eingewogen und gemörsert. Das Lösen der Probe durch das Königswasser wird dadurch später beschleunigt und die Extraktion verbessert, da eine größere Angriffsfläche für das Lösungsmittel (Königswasser) entsteht. Die gemörserte Probe wurde in einen 250 mL Einhals-Rundkolben überführt.

Proben von den Bohrkernen 3 und 4 waren gröber, steinartiger als die Proben von Bohrkern 1 und 2. Zudem erhielten sie holzartige und pflanzliche Anteile. Ebenfalls erkennbar waren partielle Farbunterschiede der Proben.

5.7. Aufbau:



Abbildungen 9 und 10: Aufbau der Extraktionsapparatur

5.8. Aufschließen:

Der Probe wird Königswasser hinzugegeben. Das Gemisch wurde zwei Stunden lang, auf Rückflussbedingungen erhitzt. Danach wurde abkühlen gelassen. Rückstände im Rückflusskühler wurden mit 10 mL E-Wasser gespült und in das Reaktionsgefäß überführt.

5.9. Filtern:

Durch einen Cellulose Nitrate Filter (Porengröße: 0,45 µm; Firma: Sartorius) wurde die aufgeschlossene Substanz abgenutscht. Der Filterkuchen wurde entsorgt, das Filtrat umgefüllt in einen 50 mL Messkolben.



Abbildung 11: Filterkuchen



Abbildung 12: Aufgeschlossene Proben

6. Analyse (10. Dezember 2009 - 10. Februar 2010)

6.1. Funktion von Atomabsorptionsspektrometrie (AAS):

Als Typ wurde das Flammen-AAS benutzt.

Die zu analysierende Probe wird angesaugt und gelangt durch einen Zerstäuber. Sie gelangt in die Flamme, wo sie verdampft und atomisiert wird.

Eine Hohlkathodenlampe (HKL) bestrahlt die Probe mit einer spezifischen Wellenlänge. Die HKL wird so gewählt, dass sie dem zu analysierenden Element entspricht. Die Probe absorbiert Teile der Strahlung. Die nicht absorbierte Strahlung wird mit einem Monochromator gespalten, sodass eine Linie entsteht. Diese Linie gelangt zum Detektor, ein Photomultiplier, und wird gemessen.



Abbildung 13: Atomabsorptionsspektrometer

Die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) dient somit der quantitativen und qualitativen Analyse von Elementen.

In der Flammen-AAS wird die Probelösung durch den Gasstrom des Oxidationsmittels angesaugt und zerstäubt. Das dabei entstehende Aerosol vereinigt sich mit einem Brenngas. Ein Prallkörper hält größere Aerosol-Tropfen ab, so dass nur die feinsten Aerosoltröpfchen in die Flamme gelangen.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Eine Hohlkathodenlampe (HKL) dient als Strahlungsquelle. Jede HKL besteht aus dem Element, welches nachzuweisen ist. Die Strahlung wird teilweise absorbiert. Die nicht absorbierte Strahlung gelangt durch einen Monochromator, der die einfallende Strahlung nach einer eingestellten Wellenlänge auf trennt. Durch die Verstellung der Spaltbreite kann der gewünschte Wellenlängenbereich größer bzw. kleiner ausgewählt werden. Der Detektor, ein Photomultiplier, misst die einfallende Strahlung.

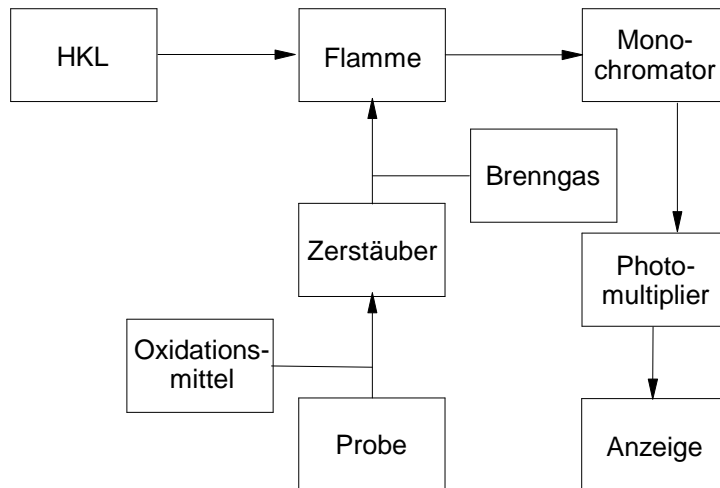


Abbildung 14: Aufbau des AAS

6.2. Durchführung:

Für eine Analyse wurden zuerst die notwendigen Geräteparameter eingegeben. Alle wichtigen sind der unteren Tabelle (Punkt 6.3.) zu entnehmen. Als Brenngas wurde Acetylen benutzt, als Oxidationsmittel Luft.

Nach der Parametereingabe, erfolgten die Lampenjustierung und anschließend die Kalibrierung. Zur Kalibrierung gehörten die Messung des Nullwertes und die Messung der einzelnen Standards.

Zu beachten war, dass die Hohlkathodenlampe Zeit benötigte, um warm zu laufen, deshalb wurde nach 20 Minuten der Nullwert überprüft. Veränderte sich der Nullwert, so wurde neu kalibriert.

Die 23 Messungen der zu untersuchenden Proben wurden durchgeführt. Die angezeigten Konzentrationen wurden notiert.

Die Messung einer Blindprobe wurde zuletzt durchgeführt (siehe dazu Blindproben-Messung auf Seite 17).

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

6.3. Geräteparameter:

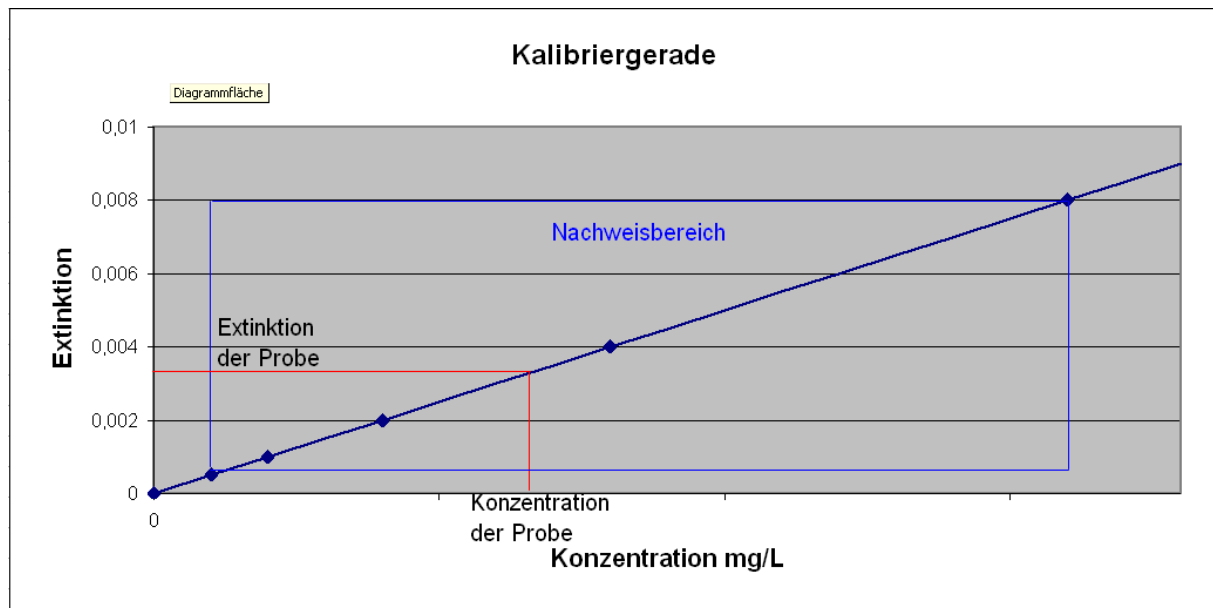
Element	Wellenlänge λ in nm	Lampen-Strom in mA	Messungen	Dauer eine Messung in s	Spaltbreite in nm	Linearer Bereich in mg/L
Blei	283,6	15	4	3	0,7	0,5-8,0
Eisen	248,3	18	4	3	0,7	20,0-80,0
Kupfer	324,8	15	4	3	0,7	2,0-10,0
Mangan	279,8	20	4	3	0,7	0,5-5,0
Zink	214,2	15	4	3	0,7	0,1-1,0

Brenngas: Acetylen

Oxidationsmittel: Luft

Chemikalie zur Nullwert-Kalibrierung: 1,5% ige HCl

6.4. Kalibrierung:



Grafik 2: Beispiel einer Kalibriergeraden

6.5. Blindproben-Messung:

Vor jeder Elementar-Messung wurde eine Blindprobenmessung gemacht.

Als Blindprobe wurde deionisiertes Wasser verwendet. Nach den Messungen ist auszugehen, dass die Blindprobe die untersuchten Elemente unterhalb der Nachweisgrenze beinhaltet. Es ist anzunehmen, dass keine Verfälschungen bei den Element-Analysen, durch verunreinigtes deionisiertes Wasser entstehen.

7. Auswertung

7.1. Darstellung der Messergebnisse:

$$\text{Anteil}(x) = \frac{\beta(x) \cdot V(\text{Lsg.})}{m(\text{Probe})}$$

In die Rechnung wurden die Umrechnung der Maßeinheiten, sowie der Verdünnungsfaktor, mit einbezogen.

Probe	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7
Tiefe (cm)	5	10	15	20	25	30	35

7.1.1. Blei:

Probe	m(Pb) in mg	V in L	β (Pb) in mg/L	m(TS) in g	Gehalt in mg/kg
1-1	0,055	0,05	1,1	3,0016	18,3
1-2	0,045	0,05	0,9	2,996	15,0
1-3	0,035	0,05	0,7	3,0017	11,7
1-4	0,050	0,05	1	3,0021	16,7
1-5	0,055	0,05	1,1	3,0001	18,3
1-6	0,055	0,05	1,1	3,0013	18,3
1-7	0,055	0,05	1,1	3,0022	18,3
2-1	0,065	0,05	1,3	2,6146	24,9
2-2	0,065	0,05	1,3	3,001	21,7
2-3	0,060	0,05	1,2	3,0041	20,0
2-4	0,055	0,05	1,1	3,0022	18,3
2-5	0,055	0,05	1,1	3,0012	18,3
2-6	0,060	0,05	1,2	3,0016	20,0
3-1	0,085	0,05	1,7	3,0011	28,3
3-2	0,115	0,05	2,3	3,0018	38,3
3-3	0,280	0,05	5,6	3,0025	93,3
3-4	0,105	0,05	2,1	3,0035	35,0
3-5	0,065	0,05	1,3	3,0026	21,7
4-1	0,085	0,05	1,7	3,003	28,3
4-2	0,090	0,05	1,8	3,0032	30,0
4-3	0,100	0,05	2	3,0028	33,3
4-4	0,225	0,05	4,5	3,0017	75,0
4-5	0,200	0,05	4	3,004	66,6

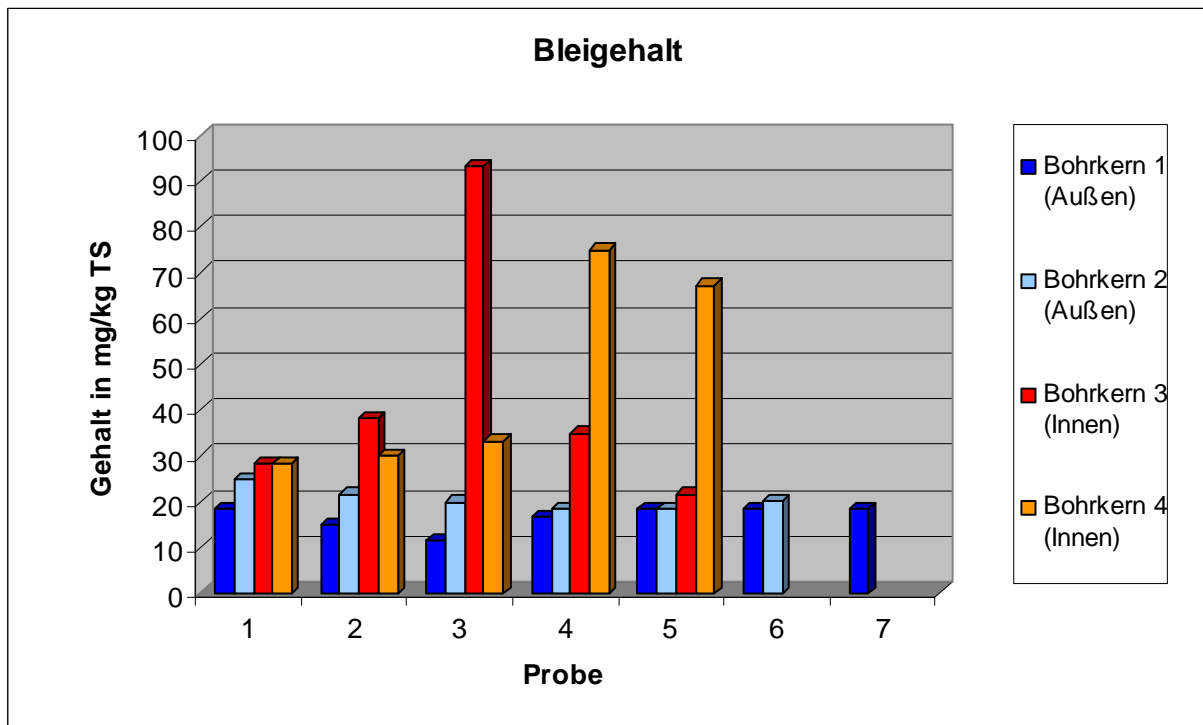
m(Pb): Masse von Blei in 50 mL

V: Volumen der Probe (50 mL)

β (Pb): Masse an Blei in 1 L

m(TS): Aufgeschlossene Masse an Trockensubstanz der zu untersuchenden Probe

Gehalt: Masse an Blei in einem Kilogramm Trockensubstanz



Grafik 3: Bleigehalt im Bach

Diagramm-Analyse Blei

Den Werten ist zu entnehmen, dass in der Bachmitte – in einer Tiefe von etwa 15-25 cm - höhere Bleianteile enthalten sind als am Rand. Die ermittelten Werte der Bohrkerne 1 und 2 liegen alle im Bereich von 10-25 mg/kg.

Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Werte zwischen den Bohrkernen 1 und 2 sowie den Bohrkernen 3 und 4 zum Teil verschieden sein.

Bohrkern 3 hat in Probe 3, das entspricht einer Tiefe von etwa 15 cm den höchsten nachgewiesenen Bleigehalt (93,26 mg/kg TS), während Bohrkern 4 an dieser Stelle einen geringeren Bleigehalt aufweist (30,30 mg/kg TS). In tieferen Schichten sinkt der Bleigehalt von Bohrkern 3. In einer Tiefe von 20 bzw. 25 cm beträgt der Bleigehalt nur noch 34,96 bzw. 21,65 mg/kg TS. Bohrkern 4 besitzt in dieser Tiefe einen Gehalt von 74,96 bzw. 66,58 mg/kg TS und damit den zweit und dritt höchsten Bleigehalt aller Proben.

Der Bleigehalt ist in der Bachmitte damit viel höher als am Rand.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Probe	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7
Tiefe (cm)	5	10	15	20	25	30	35

7.1.2. Eisen:

Probe	m(Fe) in mg	V in L	β (Fe) in mg/L	m(TS) in g	Gehalt in mg/kg
1-1	30,15	0,05	60,3	3,0016	10.044,6
1-2	27,65	0,05	55,3	2,996	9.229,0
1-3	26,30	0,05	52,6	3,0017	8.761,7
1-4	26,30	0,05	52,6	3,0021	8.760,5
1-5	29,90	0,05	59,8	3,0001	9.966,3
1-6	29,55	0,05	59,1	3,0013	9.845,7
1-7	27,00	0,05	54	3,0022	8.993,4
2-1	29,85	0,05	59,7	2,6146	11.416,7
2-2	30,30	0,05	60,6	3,001	10.096,6
2-3	28,80	0,05	57,6	3,0041	9.586,9
2-4	28,10	0,05	56,2	3,0022	9.359,8
2-5	29,40	0,05	58,8	3,0012	9.796,1
2-6	28,45	0,05	56,9	3,0016	9.478,3
3-1	28,40	0,05	56,8	3,0011	9.463,2
3-2	29,00	0,05	58	3,0018	9.660,9
3-3	27,90	0,05	55,8	3,0025	9.292,3
3-4	28,05	0,05	56,1	3,0035	9.339,1
3-5	26,55	0,05	53,1	3,0026	8.842,3
4-1	27,80	0,05	55,6	3,003	9.257,4
4-2	30,00	0,05	60	3,0032	9.989,3
4-3	29,05	0,05	58,1	3,0028	9.674,3
4-4	30,45	0,05	60,9	3,0017	10.144,3
4-5	28,00	0,05	56	3,004	9.320,9

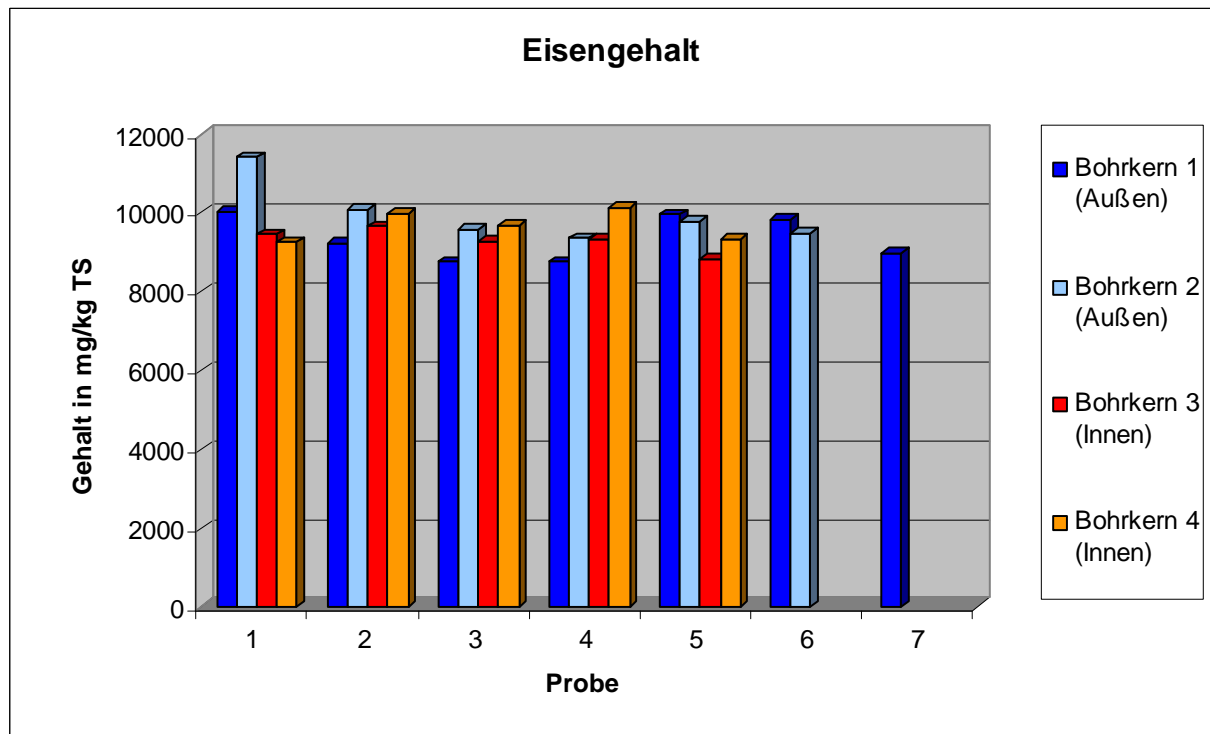
m(Fe): Masse von Eisen in 50 mL

V: Volumen der Probe (50 mL)

β (Fe): Masse an Eisen in 1 L

m(TS): Aufgeschlossene Masse an Trockensubstanz der zu untersuchenden Probe

Gehalt: Masse an Eisen in einem Kilogramm Trockensubstanz



Grafik 4: Eisengehalt im Bach

Diagramm-Analyse Eisen

Die meisten Messwerte liegen im Bereich 8.700 bis 10.500 mg/kg TS. Probe 2-1 sticht ein wenig hervor und bildet mit einem Gehalt von 11.416,7 mg/kg TS den höchsten Wert. Tendenziell ist bei Bohrern 1 und 2 zu erkennen, dass die Gehalte in einer Tiefe von 10 cm etwas fallen und bei 25 cm wieder ansteigen. Die Gehalte von Bohrern 1 und 2 schwanken im Bereich 9.000 bis 10.000 mg/kg TS.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Probe	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7
Tiefe (cm)	5	10	15	20	25	30	35

7.1.3. Kupfer:

Probe	m(Cu) in mg	V in L	β (Cu) in mg/L	m (TS) in g	Gehalt in mg/kg
1-1	<0,1	0,05	<2	3,0016	<33,3
1-2	<0,1	0,05	<2	2,996	<33,4
1-3	<0,1	0,05	<2	3,0017	<33,3
1-4	<0,1	0,05	<2	3,0021	<33,3
1-5	<0,1	0,05	<2	3,0001	<33,3
1-6	<0,1	0,05	<2	3,0013	<33,3
1-7	<0,1	0,05	<2	3,0022	<33,3
2-1	<0,1	0,05	<2	2,6146	<38,3
2-2	<0,1	0,05	<2	3,001	<33,3
2-3	<0,1	0,05	<2	3,0041	<33,3
2-4	<0,1	0,05	<2	3,0022	<33,3
2-5	<0,1	0,05	<2	3,0012	<33,3
2-6	<0,1	0,05	<2	3,0016	<33,3
3-1	<0,1	0,05	<2	3,0011	<33,3
3-2	<0,1	0,05	<2	3,0018	<33,3
3-3	0,145	0,05	2,9	3,0025	48,3
3-4	<0,1	0,05	<2	3,0035	<33,3
3-5	<0,1	0,05	<2	3,0026	<33,3
4-1	<0,1	0,05	<2	3,003	<33,3
4-2	<0,1	0,05	<2	3,0032	<33,3
4-3	<0,1	0,05	<2	3,0028	<33,3
4-4	0,115	0,05	2,3	3,0017	38,3
4-5	0,100	0,05	2	3,004	33,3

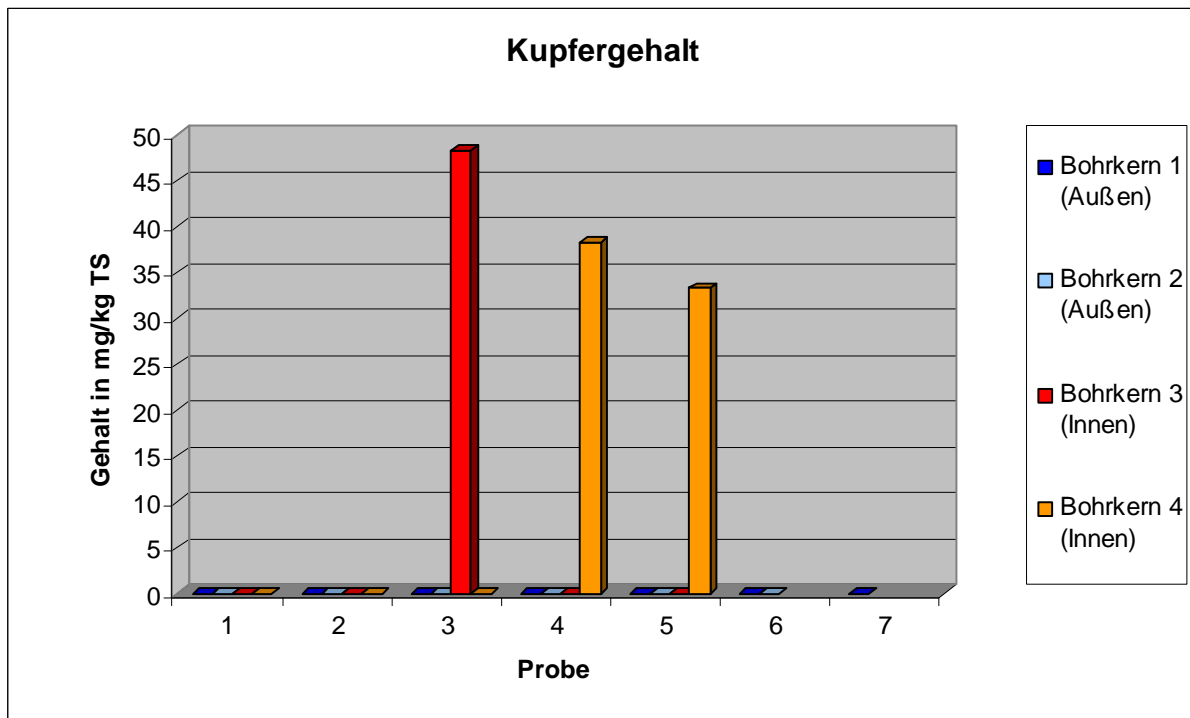
m(Cu): Masse von Kupfer in 50 mL

V: Volumen der Probe (50 mL)

β (Cu): Masse an Kupfer in 1 L

m(TS): Aufgeschlossene Masse an Trockensubstanz der zu untersuchenden Probe

Gehalt: Masse an Kupfer in einem Kilogramm Trockensubstanz



Grafik 5: Kupfergehalt im Bach

Diagramm-Analyse Kupfer

Nur in drei Proben ließen sich Kupferanteile bestimmen. Bei allen anderen Proben, war eine Gehaltsbestimmung nicht möglich, da die jeweiligen Gehalte unter der Nachweisgrenze waren.

Der höchst Wert, der ermittelt werden konnte, betrug 48,29 mg/kg TS. Die beiden anderen Kupferwerte waren nur knapp oberhalb der Nachweisgrenze.

Bei den drei messbaren Werten handelte es sich um Proben aus der Bachmitte.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Probe	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7
Tiefe (cm)	5	10	15	20	25	30	35

7.1.4. Mangan:

Probe	m(Mn) in mg	V in L	β (Mn) in mg/L	m(TS) in g	Gehalt in mg/kg
1-1	1,40	0,05	2,8	3,0016	466,4
1-2	0,95	0,05	1,9	2,996	317,1
1-3	0,85	0,05	1,7	3,0017	283,2
1-4	1,00	0,05	2	3,0021	333,1
1-5	1,35	0,05	2,7	3,0001	450,0
1-6	1,40	0,05	2,8	3,0013	466,5
1-7	1,05	0,05	2,1	3,0022	349,7
2-1	1,35	0,05	2,7	2,6146	516,3
2-2	1,20	0,05	2,4	3,001	399,9
2-3	1,15	0,05	2,3	3,0041	382,8
2-4	1,25	0,05	2,5	3,0022	416,4
2-5	1,40	0,05	2,8	3,0012	466,5
2-6	1,10	0,05	2,2	3,0016	366,5
3-1	1,30	0,05	2,6	3,0011	433,2
3-2	0,80	0,05	1,6	3,0018	266,5
3-3	0,80	0,05	1,6	3,0025	266,4
3-4	1,05	0,05	2,1	3,0035	349,6
3-5	0,95	0,05	1,9	3,0026	316,4
4-1	1,15	0,05	2,3	3,003	383,0
4-2	1,10	0,05	2,2	3,0032	366,3
4-3	0,85	0,05	1,7	3,0028	283,1
4-4	1,15	0,05	2,3	3,0017	383,1
4-5	0,85	0,05	1,7	3,004	283,0

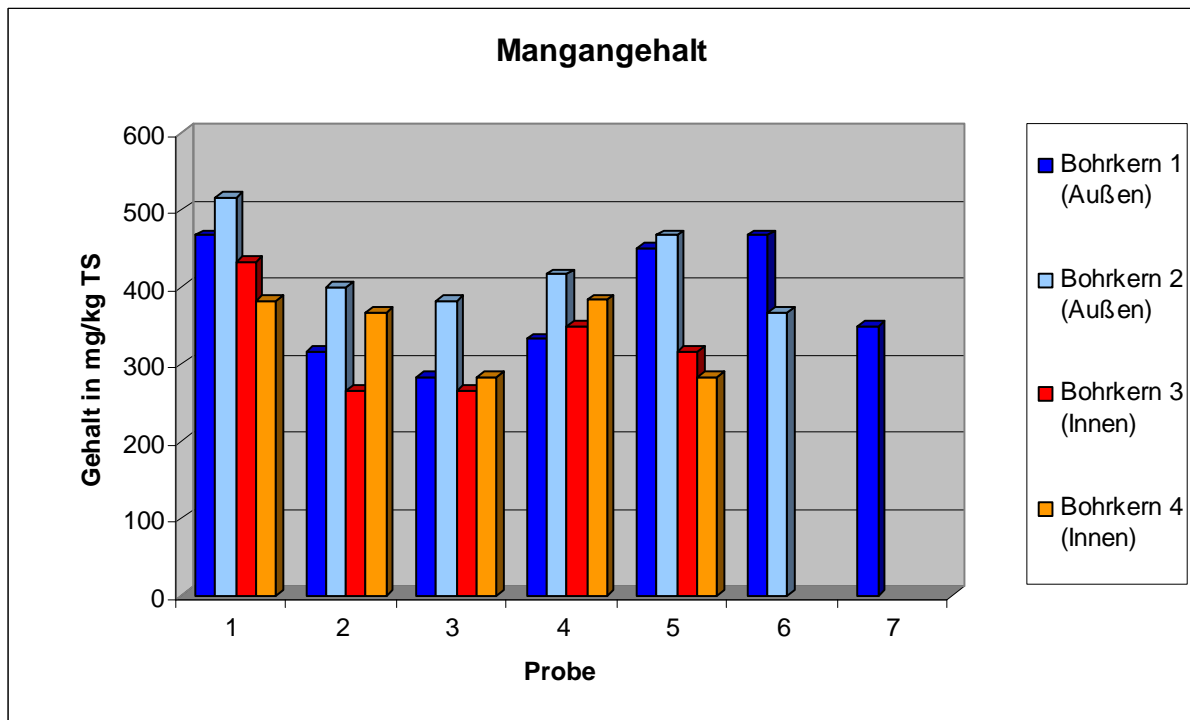
m(Mn): Masse von Mangan in 50 mL

V: Volumen der Probe (50 mL)

β (Mn): Masse an Mangan in 1 L

m(TS): Aufgeschlossene Masse an Trockensubstanz der zu untersuchenden Probe

Gehalt: Masse an Mangan in einem Kilogramm Trockensubstanz



Grafik 6: Mangangehalt im Bach

Diagramm-Analyse Mangan

Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Gehalte der Bohrkerne 1 und 2 höher sind als die der Bohrkerne 3 und 4. Der Mangangehalt ist somit in der Ufergegend höher, als in der Bachmitte.

Die Gehalte beginnen mit hohen Werten, fallen dann in der Tiefe von 10 bis 15 cm und steigen bei 20 cm wieder an. In jeder Probe liegen erhöhte Konzentrationen direkt an der Oberfläche, wie auch in einer Tiefe von 30-35 cm vor.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Probe	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7
Tiefe (cm)	5	10	15	20	25	30	35

7.1.5. Zink:

Probe	m(Zn) in mg	V in L	β (Zn) in mg/L	m(TS) in g	Gehalt in mg/kg
1-1	0,25	0,05	0,5	3,0016	83,3
1-2	0,15	0,05	0,3	2,996	50,1
1-3	0,10	0,05	0,2	3,0017	33,3
1-4	0,10	0,05	0,2	3,0021	33,3
1-5	0,15	0,05	0,3	3,0001	50,0
1-6	0,15	0,05	0,3	3,0013	50,0
1-7	0,10	0,05	0,2	3,0022	33,3
2-1	0,20	0,05	0,4	2,6146	76,5
2-2	0,20	0,05	0,4	3,001	66,6
2-3	0,20	0,05	0,4	3,0041	66,6
2-4	0,15	0,05	0,3	3,0022	50,0
2-5	0,15	0,05	0,3	3,0012	50,0
2-6	0,15	0,05	0,3	3,0016	50,0
3-1	0,35	0,05	0,7	3,0011	116,6
3-2	0,45	0,05	0,9	3,0018	149,9
3-3	0,45	0,05	0,9	3,0025	149,9
3-4	0,35	0,05	0,7	3,0035	116,5
3-5	0,25	0,05	0,5	3,0026	83,3
4-1	0,25	0,05	0,5	3,003	83,4
4-2	0,40	0,05	0,8	3,0032	133,2
4-3	>0,50	0,05	>1,0	3,0028	>166,5
4-4	>0,50	0,05	>1,0	3,0017	>166,6
4-5	>0,50	0,05	>1,0	3,004	>166,4

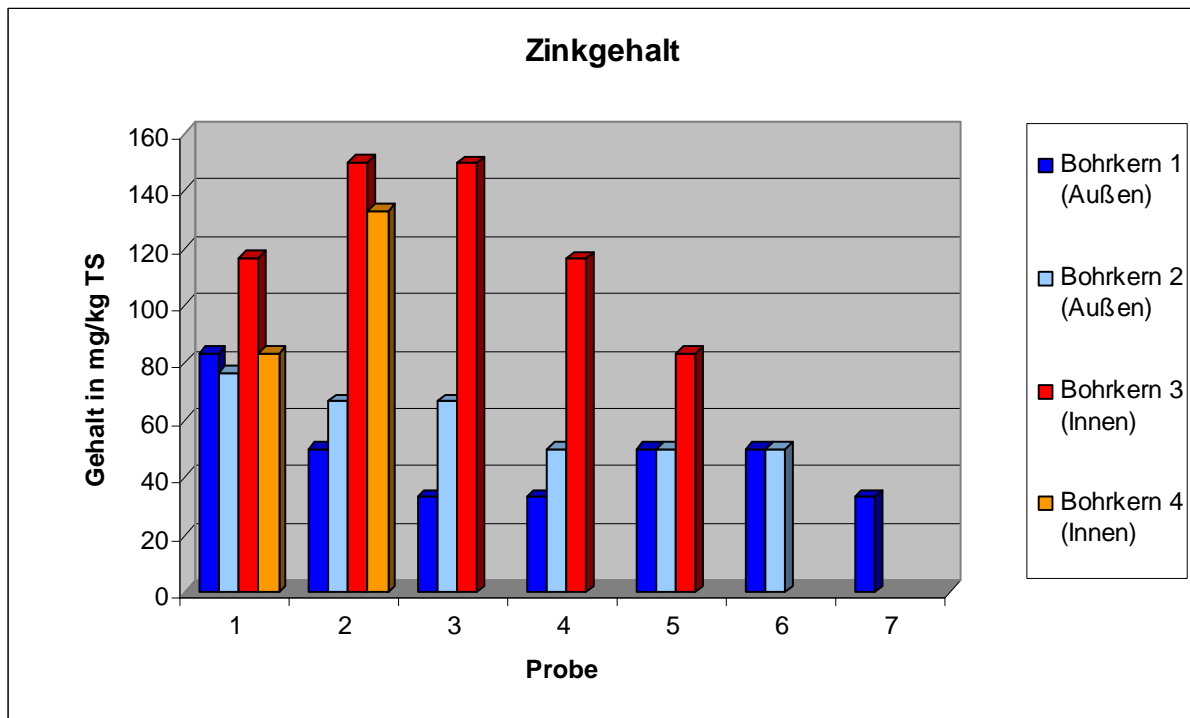
m(Zn): Masse von Zink in 50 mL

V: Volumen der Probe (50 mL)

β (Zn): Masse an Zink in 1 L

m(TS): Aufgeschlossene Masse an Trockensubstanz der zu untersuchenden Probe

Gehalt: Masse an Zink in einem Kilogramm Trockensubstanz



Grafik 7: Zinkgehalt im Bach

Diagramm-Analyse Zink

Die Höchstwerte an Zink im äußeren Bereich betrugen 83,3 und 76,5 mg/kg TS und befanden sich in einer Tiefe von 5 cm.

Während die Gehaltswerte der äußeren Proben sanken, stiegen die Gehalte der inneren Proben an. Die Maxima lagen in einer Tiefe von 10 bis 15 cm (jeweils 149,9 mg/kg TS).

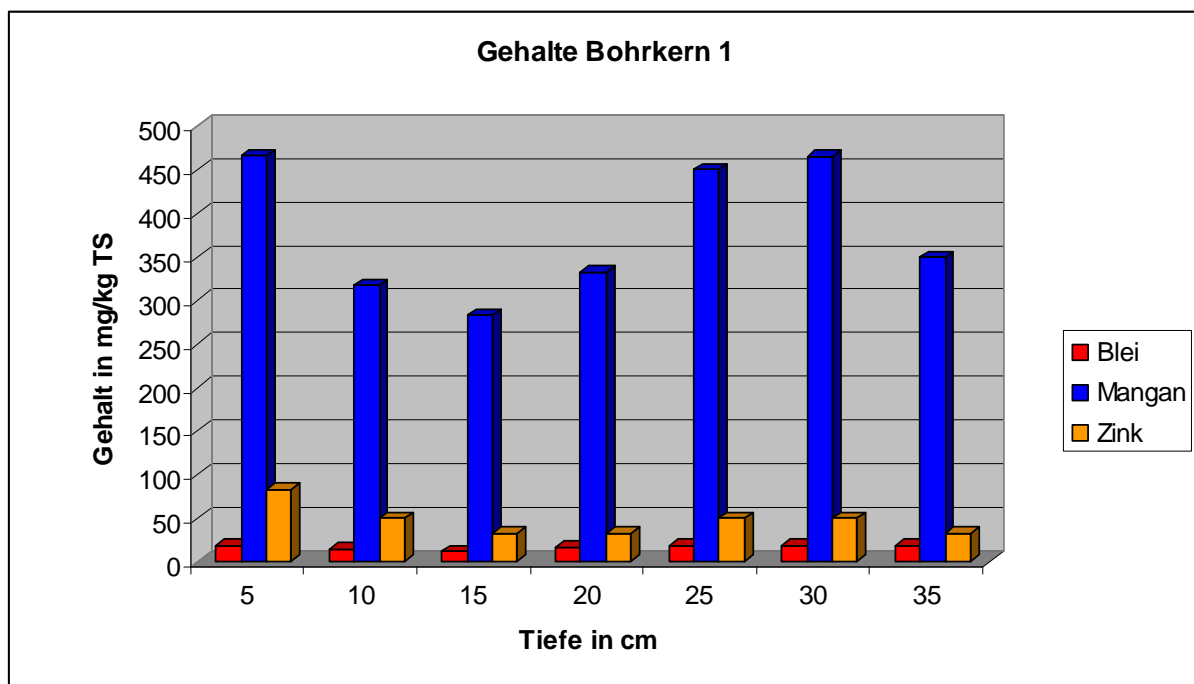
Ab 20 cm fielen die Werte wieder und näherten sich den Werten von Bohr Kern 1 und 2 wieder an. Die letzten drei Gehalte von Bohr Kern 4 konnten nicht ermittelt werden, müssen aber über 166 mg/kg TS liegen und würden damit die Höchstwerte darstellen.

In der Bachmitte liegt mehr Zink vor, als am Bachufer.

8. Bewertung

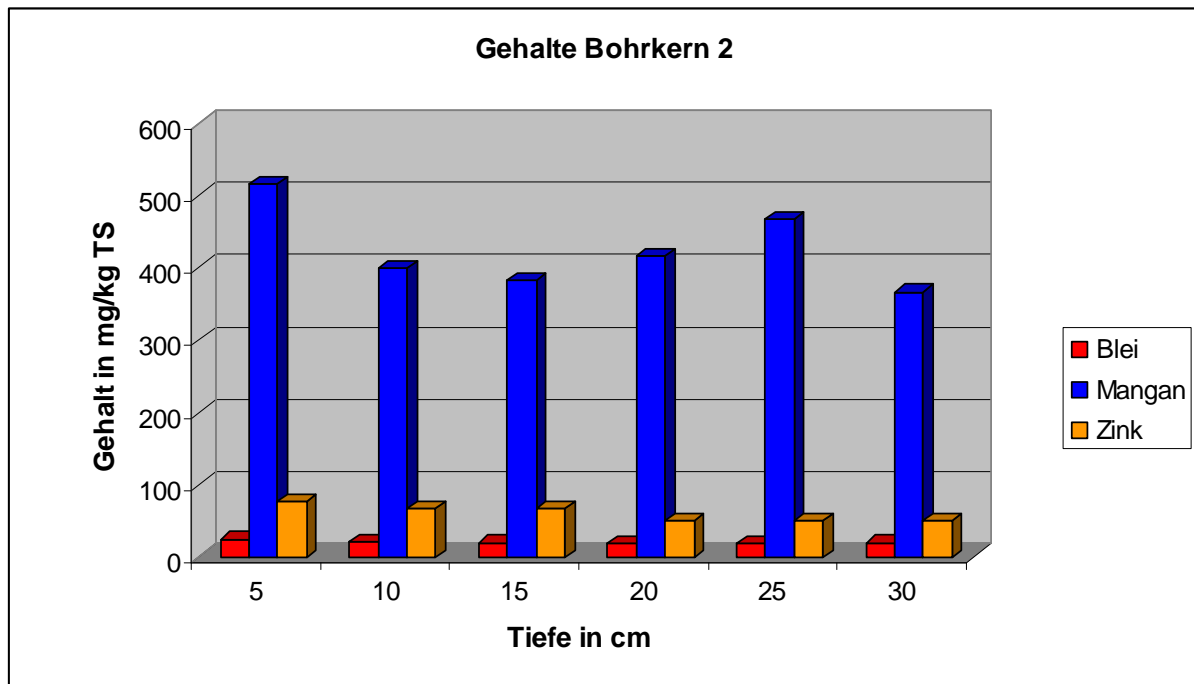
8.1. Gehaltsvergleich mit Bezug auf die Tiefe:

Eisen wurden hier nicht miteinbezogen, da sie wegen ihrer höheren Gehalte nicht mit den anderen Elementen in einem Diagramm darzustellen sind. Auch die drei Kupferwerte wurden ausgelassen, da hier eine Darstellung zu wenig aussagen würde.



Grafik 8: Schwermetall-Gehalte an Bohrstelle 1

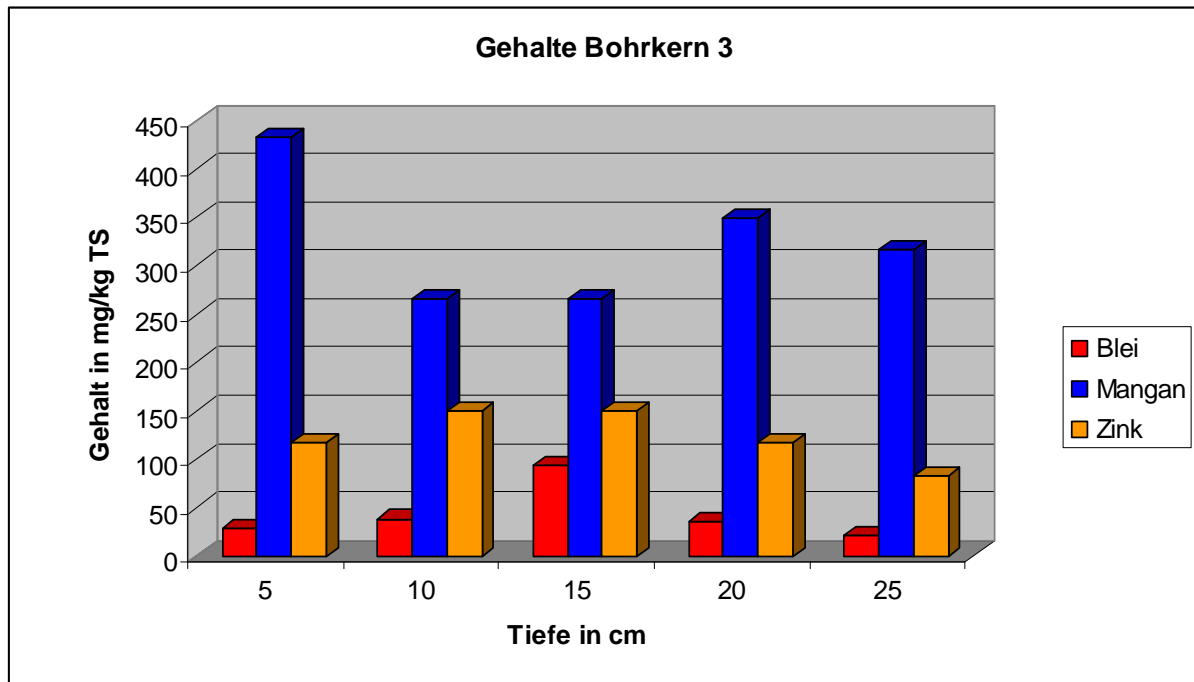
Anhand von Bohrkern 1 ist zu erkennen, dass der Mangangehalt deutlich höher ist als von Blei und Zink. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Höchstwerte von Mangan und Zink im Bereich von 5 cm und 25 bis 30 cm liegen. Der Bleigehalt bleibt annähernd konstant. Die niedrigsten Werte der nachgewiesenen Elemente liegen bei 15 cm.



Grafik 9. Schwermetall-Gehalte an Bohrstelle 2

Der Bleigehalt ist in tieferen, sowie in oberflächennahen Schichten bis auf den ersten Wert konstant. Der Mangangehalt hat wie bei Bohrkern 1 seine größten Gehalte bei 5 cm und im Bereich von 20 bis 25 cm.

Der Gehalt von Zink ist in tieferen Schichten niedriger als in höheren Schichten.



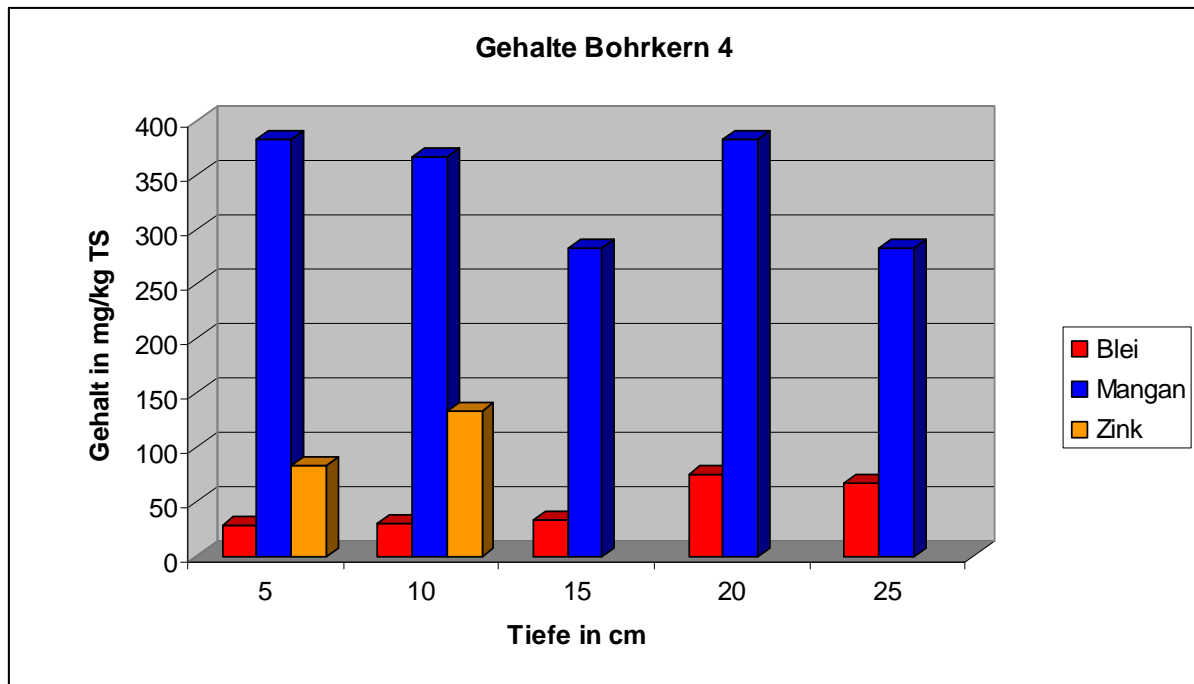
Grafik 10: Schwermetall-Gehalte an Bohrstelle 3

Der höchste Bleigehalt in Bohrkern 3 ist in einer Tiefe von 15 cm nachgewiesen worden. Bis dorthin steigt er, anschließend fällt er wieder.

Der höchste Mangangehalt ist in einer Tiefe von 5 cm nachgewiesen worden. Weitere erhöhte Werte liegen in einer Tiefe von 20 bis 25 cm vor. Im Vergleich zu den Bohrkernen 1 und 2 sind die Werte deutlich niedriger.

Die Zinkgehalte sind im Vergleich angestiegen und sind in einer Tiefe von 10 bis 15 cm am höchsten.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des
Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“



Grafik 11: Schwermetall-Gehalte an Bohrstelle 4

Die ermittelten Höchstwerte an Mangan wurden aus einer Tiefe von 5 bis 10 cm und 20 cm erhalten. Die höchsten Bleigehalte wurden in einer Tiefe von 20 bis 25 cm ermittelt.

Zwischen 5 und 15 cm verhalten sie sich konstant.

Wenn man die Messwerte von Zink mit einbezieht, die nicht ermittelt werden konnten (15-25 cm), dann stellt man fest, dass der Gehalt an Zink in den tieferen Schichten höher ist.

Zusammenfassung:

Die höchsten Bleiwerte wurden in der Bachmitte, in einer Tiefe von 15-25 cm, nachgewiesen.

Bei Eisen konnten keine signifikanten Unterschiede in Ort und Tiefe festgestellt werden.

Kupfer konnte nur in der Bachmitte, in einer Tiefe von 15-25 cm, nachgewiesen werden.

Die höchsten Manganwerte wurden am Rand, in einer Tiefe von 5 und 20 bis 25 cm, nachgewiesen. In der Bachmitte sind die Gehalte an Mangan niedriger, wobei die hiesigen Maximalwerte in der gleichen Tiefe liegen wie am Bachrand.

Die höchsten Zinkwerte wurden in der Bachmitte, in einer Tiefe von 10-15 cm, nachgewiesen.

Die höchsten Werte an Schwermetallen wurden somit in der Bachmitte und in tieferen Regionen nachgewiesen.

8.2. Eisen:

Eisen gehört zu den wichtigsten Spurenelementen bei Lebewesen. Die oxidierte Form ist in vielen Enzymen enthalten und dient als Sauerstofftransporteur bei Mensch und Tier. Außerdem baut es giftiges Wasserstoffperoxid ab, welches im Stoffwechsel entsteht. Eisen wird im Körper in dem Enzym Ferritin und dem Abbauprodukt Hämosiderin gespeichert. Der Transport erfolgt durch Transferrin.

Für einen geregelten Stoffwechsel ist eine Tageszufuhr von ca. 1 mg notwendig. Da allerdings nur 10-15% des Eisens in der Nahrung für den Körper tatsächlich verfügbar sind, empfiehlt die *Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE)* für Jugendliche und Erwachsene eine tägliche Eisenaufnahme von 10-15 mg Eisen, bei Kindern sind es 8-10 mg und bei Schwangeren und Stillenden sogar 30 bzw. 20 mg. Frauen/Mädchen sollten in der Regel etwas weniger zuführen als Männer /Jungen.

Dennoch kann zu viel Eisen im Körper eine toxische Wirkung haben. Laut dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) können 20-60 mg/kg Körpergewicht akute Vergiftungserscheinungen verursachen, ab 180 mg/kg KG wirkt Eisen tödlich. Bei Erwachsenen ist Eisen weniger problematisch, hier liegt die tödliche Dosis bei 1400 mg/kg KG.

Der Grund liegt darin, dass zu viele ungebundene Eisenionen im Körper Schäden hervorrufen können. Überschüssiges Eisen lagert sich in der Leber ab und schädigt diese nachhaltig. Des Weiteren treten erhebliche Nervenschäden auf.

Ein gesunder Körper erkennt eine Überversorgung bis zu einem gewissen Punkt und stoppt bei der Nahrungsaufnahme die Eisenaufnahme.

Die Medizin ist dabei, zu untersuchen, ob eine dauerhaft erhöhte Eisenionenkonzentration Hirnschäden, wie zum Beispiel Parkinson oder Alzheimer, verursachen kann.

Für Eisen besteht keine Zielvorgabe der „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA). Deshalb ist es nicht möglich zu beurteilen, ob eine erhöhte Eisenbelastung bzw. eine Kontamination vorliegt. Da Eisen ein weitverbreitetes und weniger gefährliches Schwermetall ist, können auch die hohen Werte im Bereich des Normalen liegen.

8.3. Kupfer:

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement. Es ist wichtiger Bestandteil vieler Enzyme. Überschüssiges Kupfer wird mit Gallenflüssigkeit über das Verdauungssystem ausgeschieden. Ist die Ausscheidung beeinträchtigt, kommt es zu Kupferablagerungen in der Leber.

Laut DGE benötigen Säuglinge eine tägliche Kupferzufuhr von ca. 0,2-0,7 mg. Kinder, Jugendliche und Erwachsene benötigen zwischen 0,5 und 1,5 mg am Tag (je nach Alter und Geschlecht).

Bei zu geringer Zuführung kann es zu Durchfall kommen.

Bei einer erhöhten Zufuhr von Kupfer, über Nahrung oder die Umwelt, über einen längeren Zeitraum, kann eine Kupfervergiftung eintreten. Es kann zu Gelenksentzündungen (Arthritis), Entzündungen der Prostata und zu Entzündungen des Magen-Darm-Traktes kommen. Es ist außerdem mit Bluthochdruck, einem erhöhten Herzinfarktrisiko und Leberschäden, sowie mit Nervenschädigungen zu rechnen. Schuld sind freie Kupferradikale, die die DNS und die Zellmembranen schädigen. Die tödliche Dosis liegt laut BfR bei 200 mg/kg Körpergewicht. Bei Tieren führt eine Kupferintoxikation in der Regel schnell zum Tod. Wie beim Menschen, werden das zentrale Nervensystem, sowie sämtliche Organe geschädigt.

Die „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA) setzte 1998 eine Zielvorgabe von 60 mg/kg TS für Kupfer in Sedimenten fest.

Es ist davon auszugehen, dass in dem Teilabschnitt des Landgrabens, der analysiert wurde, keine Kontaminierung durch Kupfer vorliegt. Kein ermittelter Wert überschreitet die Zielvorgabe von 60 mg/kg TS. Der höchste gemessene Wert stammt von Probe 3-3 und betrug 48,3 mg/kg TS und war damit deutlich unter der ZV. Neben zwei anderen ermittelten Werten, die jeweils unter 40 mg/kg TS lagen, konnten keine weiteren Werte innerhalb der Nachweisgrenze ermittelt werden. Damit liegen im Landgraben keine erhöhten Werte vor.

8.4. Mangan:

Mangan ist ein essentielles Spurenelement bei Mensch und Tier.

Es ist ein wichtiger Bestandteil von Enzymen, der Verwertung von Thiamin (Vitamin B1) und der Insulinproduktion in der Bauchspeicheldrüse. Der größte Anteil an Mangan im Körper wird jedoch in den Knochen abgelagert.

Laut DGE soll die tägliche Tageszufuhr bei Säuglingen 0,6-1,0 mg betragen, bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen bis zu 5,0 mg (je nach Alter und Geschlecht).

Mangan ist ein weniger problematisches Schwermetall, als andere. Es sind keine toxischen Auswirkungen, über die orale Zuführung, beim Menschen bekannt. Inhalativ bestehen toxische Gefährdungen.

Für Mangan besteht keine Zielvorgabe der „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA). Deshalb ist es nicht möglich zu beurteilen, ob eine erhöhte Manganbelastung vorliegt. Da Mangan ein weniger gefährliches Schwermetall ist, können auch die hohen Werte im Bereich des Normalen liegen.

8.5. Zink:

Zink ist ein essentielles Spurenelement für den Stoffwechsel und ist ein Bestandteil von mehreren Enzymen und notwendig für das Immunsystem. Zink kann im Körper nicht gespeichert werden, langfristige Folgen der Gesundheit sind deshalb nicht zu erwarten.

Daher ist das Zuführen durch Ernährung notwendig. Schnell kann es zu Mangelerscheinungen kommen und das Immunsystem schwächen. Grund kann ein hoher Kupferspiegel oder Eisenspiegel sein.

Laut DGE soll die Zufuhr bei Säuglingen 1,0-2,0 mg am Tag betragen. Die empfohlene Zufuhr bei Kindern liegt zwischen 3,0 und 9,5 mg (je nach Alter und Geschlecht), bei Erwachsenen und Jugendlichen zwischen 7,0 und 10,0 mg. Schwangere und Stillende Frauen sollten täglich 10,0 bzw. 11,0 mg zuführen.

Zink ist ein weniger problematisches Schwermetall, als andere. Dennoch gibt das Bundesinstitut für Risikobewertung an, dass ab einer regelmäßigen Tageszufuhr von 50-300 mg zum Teil akute gesundheitliche Probleme auftauchen.

Für Tiere kann die Aufnahme von Zink gefährliche Auswirkungen haben.

Die „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA) setzte 1998 eine Zielvorgabe von 200 mg/kg TS für Zink in Sedimenten fest.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Es ist davon auszugehen, dass in dem Teilabschnitt des Landgrabens, der analysiert wurde, keine Kontaminierung durch Zink vorliegt. Kein ermittelter Wert überschreitet die Zielvorgabe von 200 mg/kg TS. Die am höchsten gemessenen Werte stammen von Probe 3-2 und 3-3 und betragen 149,9 mg/kg TS und waren damit unter der ZV. Die Gehaltsbestimmungen konnten von drei Proben nicht durchgeführt werden, da die Konzentrationen über der Nachweisgrenze lagen. Die Gehalte müssen theoretisch größer als 166 mg/kg TS sein. Praktisch können sie aber weitaus höher sein. Fakt ist nur, dass in den tieferen Schichten der Bachmitte die höchsten Zinkwerte festgestellt werden konnten. Der Höchstwert der äußeren entnommenen Proben beträgt 83,3 mg/kg TS. Weitere Messwerte an dieser Stelle sind im Bereich von 33,3 bis 76,5 mg/kg TS und sind damit weit unter der ZV.

8.6. Blei:

Blei ist ein giftiges und umweltgefährliches Schwermetall. Durch Aufnahme kann es zu akuten Bleivergiftungen kommen. Der menschliche Organismus kann Blei durch Nahrung, Inhalation und Hautkontakt aufnehmen. Bei Aufnahme einer großen Menge kann dies unmittelbar zum Tod führen. Blei wird nur langsam vom Körper abgebaut, sodass eine Aufnahme von geringeren Dosen über einem längeren Zeitraum ebenfalls tödlich sein kann. Blei lagert sich in Knochen ab und schädigt das zentrale, sowie das periphere Nervensystem. Die Blutbildung kann gestört werden, Nieren, Magen-Darmschäden können auftreten. Außerdem kann Blei fortpflanzungsgefährdend wirken.

Grund für die Bleibelastung von Böden ist in der Regel der Mensch. Quellen sind unter anderem belasteter Dünger, Klärschlämme und Bleipartikel in der Luft, die mit Regen in den Boden gelangen. Einen Großteil machen Altlasten aus der Industrie aus, besonders aus früheren Zeiten.

Pflanzen und Tiere, wie beispielsweise Fische, können Blei über die Luft, über den Boden und über das Wasser aufnehmen. Dadurch besteht die Gefahr, dass Menschen durch den Verzehr, Blei aufnehmen.

Früher stellte bleihaltiges Benzin und die damit verbundenen Abgase der Autos eine große Umweltbelastung dar. Durch bleifreies Benzin, Feinstaubfiltern bei Autos und Abluftreinigung in der Industrie konnte dies in den letzten Jahren sehr stark reduziert werden.

Für Lebensmittel, über die Menschen den größten Anteil an Blei aufnehmen, gibt es festgelegte Höchstwerte. Für Milch beträgt er 20 µg/kg. Entscheidend für diesen Wert ist die Menge, die ein Mensch durchschnittlich aufnimmt. Bei der Nahrungsaufnahme des Menschen, nimmt ein Erwachsener ca. 10% der Bleimenge auf, bei kleinen Kindern liegt die Aufnahme bei 50% und stellt damit eine viel höhere Gefahr dar.

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

Die „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser“ (LAWA) setzte 1998 eine Zielvorgabe von 100 mg/kg TS für Blei in Sedimenten fest.

Es ist davon auszugehen, dass in dem Teilabschnitt des Landgrabens, der analysiert wurde, kein Wert die Zielvorgabe überschreitet, aber mindestens ein Wert nah an der Grenze ist. Mit 93,3 mg/kg TS enthält Probe 3-3 den höchsten gemessenen Gehalt an Blei. Zwei weitere Werte mit 75,0 mg/kg TS (Probe 4-4) und 66,6 mg/kg TS (Probe 4-5) liegen über den restlichen Werten und stellen ebenso erhöhte, aber nach obiger Quelle unbedenkliche Werte dar. Die weiteren ermittelten Gehaltswerte liegen im Bereich von 10-40 mg/kg TS und sind damit weit unter der ZV. Damit ist die Bleibelastung in der Bachmitte höher als am Rand. Viele Proben, die in unmittelbarer Nähe zu einander entnommen wurden, weisen große Gehaltsunterschiede auf, obwohl zu erwarten sei, dass sie ähnlich sind.

Dafür könnte es mehrere Gründe geben. Zum einen ist es möglich, dass die Sedimentschichten nicht mehr geordnet vorliegen, so wie sie sich abgelagert haben. Da dies eine Stelle ist, an der Kinder den Bach betreten, kann es sein, dass dadurch Sedimentverschiebungen stattgefunden haben.

Eine andere Erklärung ist, dass die Bleibelastungen über die Jahre variierten.

Es ist zu vermuten, dass einmal ein übermäßiger Eintrag von Blei in den Bach stattgefunden hat.

8.7. Fazit:

Laut den Messwerten ist nicht davon auszugehen, dass an den Messstelle des Landgrabens, eine Kontamination von Schwermetallen vorliegt. Es konnten lediglich erhöhte Konzentration festgestellt werden, die wahrscheinlich durch Einleiten von Chemikalien in den Bach durch die hiesige Industrie zu erklären sind. Für die von mir untersuchten Schwermetallgehalte liegt keine Gefährdung der dort spielenden Kinder vor.

9. Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei der Kerschensteinerschule Wiesbaden bedanken, die mir für dieses Projekt ihre Mittel zur Verfügung stellte. Außerdem bei allen Lehrern, die mich unterstützt haben. Dazu gehört allen voran Herr Dr. Röhnert, der mich bei dem ganzen Projekt gut unterstützt hat. Außerdem bei Herr Dr. Heimann, als meinen Tutor und Lehrer im Chemie Praktikum, sowie Herr Weyrich, der mir gezeigt hat, wie das AAS-Gerät zu bedienen ist.

Zu großem Dank bin ich auch dem Institut für Geowissenschaften an der Johannes Gutenberg Universität und Herrn Dr. Stephan Buhre verpflichtet, die große Kooperationsbereitschaft zeigten und mir unbürokratisch einen ihrer Erdbohrer ausgeliehen haben.

Außerdem möchte ich diese Gelegenheit nutzen, mich bei meinen Eltern von ganzem Herzen für ihre tolle Unterstützung bei der Durchführung dieses Projektes zu bedanken.

10. Quellen

- DIN EN 13346
- <http://www.hlug.de/medien/wasser/gewaesserguete/mess/temef10.htm>
- http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/wasser/of_wasser/fg_txt.htm
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Landgraben_\(Ried\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Landgraben_(Ried))
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Salzs%C3%A4ure>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Salpeters%C3%A4ure>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6nigswasser>
- <http://www.umweltbundesamt.de/>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Global_harmonisiertes_System_zur_Einstufung_und_Kennzeichnung_von_Chemikalien
- „Untersuchung von Abfällen, Reststoffen und Altlasten“ von Hans Hermann Rump und Bernd Scholz, VCH, 1995, ISBN: 3-527-28754-X
- „Technische Mathematik und Datenauswertung für Laborberufe“ von Klaus Brink, Gerhard Fastert und Eckhard Ignatowitz, Europa-Lehrmittel, 2005, ISBN: 3-8085-7173-X
- „Chemie – einfach alles“ von Peter W. Atkins und Loretta Jones, Wiley-VCH, 2006, ISBN: 3-527-31579-9
- <http://starweb.hessen.de/cache/DRS/17/3/00423.pdf>
- http://www2.hmuelv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/offenlegung2008_bwpl_mp/stedllungnahmen251-300/265_090618_stadt_gro__gerau.pdf
- http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/oberflaechengewaesser/ow_s2_2.htm#2
- http://lims.uni-duisburg.de/Lehre/Material/PrAnalytik/AAS_Varian.pdf
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/anac/aasvirtmess.vlu.html>
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/anac/aasanwend.vlu.html>
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/anac/aaseinf.vlu.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mangan>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Eisen>
- <http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=8>
- <http://www.bfr.bund.de/cd/28383#a28366>
- http://www.bfr.bund.de/cm/238/verwendung_von_mineralstoffen_in_lebensmitteln_bfr_wissenschaft_4_2004.pdf

„Schwermetall-Analyse des Bachbettes des Landgrabens bei Groß-Gerau Wallerstädten“

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Blei>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Bleivergiftung>
- <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/stoffhaushalt/blei.pdf>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Zink>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Kupfer>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Kupfervergiftung>