



DIPLOMARBEIT Master Thesis

Variabilität von Güteparametern in Fließgewässern

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

A.o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Matthias Zessner
und
Dipl. Geograph Jens- Oliver Gabriel

226

Institut für Wassergütewirtschaft, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Theresia Erevbenagie

0225763

Baldiagasse 12/19
1160 Wien

Wien, im Jänner 2010

Abstract

In order to reach the goals of the European Union's water framework directive, it is – among other things – necessary to monitor the quality parameters of flowing waters. Thereby, one can achieve an evaluation of the situation containing the present state, and one can control the achievement of the preferred state. The monitoring is made by analysing the concentrations of parameters. In case the preferred state cannot be reached, one can deduce action plans in order to decrease the emissions. Therefore, knowledge about the loads in the waters is crucial. This is particularly important when border-crossing pollution is the case. However, the spatio and temporal variability of the concentrations can cause considerable discrepancies between the raised loads and the actual loads. In this diploma project, I would like to point out ways and possibilities to improve these problems.

To take into account the spatial variability of concentrations over the profile, various different types of waters were examined. On two different days, samples were taken out of several spots in different types of flowing waters. Also considering the current velocities, the loads were calculated from these samples. In a third run, five samples a time were taken out of two spots in the flowing waters. Thereby, a possible very short temporal variability could be quantified.

This showed that not only considerable spatial difference can occur in the profile, but also momentary fluctuations of the concentration at one certain point of the water. As expected, differences and fluctuations are clearly higher in parameters which are transported particulate than in dissolved parameters.

The test results hardly showed any regularities that would explain the fluctuations of the concentrations. Nor could be found a relation between the spatial distribution of the concentrations and the current velocity. There was a relatively higher spatial variability in waters with high turbulences than in the low-flowing ones. This could be because of the lower absolute values of the concentrations in waters with higher turbulences. Therefore, evenly absolute fluctuations have a relatively stronger effect. Furthermore, it could be discerned that in waters with lower current velocities, momentary temporal fluctuations are higher.

The aim was to show at what spot of a flowing water a sample for the evaluation of loads should best be taken. Therefore, the loads of the concentrations from samples taken out of the middle and from the edge of the waters were determined. These loads were compared to the reference loads. In order to find out whether this would improve the results, the mean average of all concentrations was determined, of which then, the mean average load could be calculated. Moreover, the average mean was determined of a sample taken from the edge and one from the middle, as well as of two samples taken from the edge only.

Kurzfassung

Für die Erfüllung der Ziele der EU- Wasserrahmenrichtlinie ist für die Bestandsaufnahme mit der Bestimmung des Ist- Zustandes und die Kontrolle der Erreichung des guten Zustandes die Überwachung von Güteparametern in Fließgewässern erforderlich. Diese erfolgt über die Auswertung von Stoffkonzentrationen. Sollen jedoch bei nicht Erreichung des guten Zustandes Maßnahmenpläne zur Verringerung von Emissionen abgeleitet werden, ist die Kenntnis von Frachten im Gewässer erforderlich. Besondere Bedeutung kommt der Erhebung von Frachten dann zu, wenn es sich um grenzüberschreitende Verschmutzungsprobleme handelt. Da es jedoch aufgrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität der Konzentrationen zu erheblichen Abweichungen der erhobenen Frachten von den tatsächlich vorhandenen Frachten kommen kann, soll diese Arbeit Möglichkeiten zur Verbesserung aufzeigen.

Aus vorhandener Literatur wurden Methoden zur Berechnung der Jahresfrachten aus einer geringen Anzahl an Proben aufgelistet. Die Eignung der verschiedenen Methoden ist stark vom jeweiligen Parameter abhängig.

Zur Berücksichtigung der räumlichen Variabilität von Konzentrationen über den Querschnitt wurden Untersuchungen an verschiedenen Gewässertypen durchgeführt. Dafür wurden jeweils an zwei Tagen Proben an mehreren Positionen in verschiedenen Fließgewässertypen entnommen. Mit den zusätzlich bestimmten Fließgeschwindigkeiten wurden daraus die Frachten berechnet. Um auch eine mögliche kurzfristige zeitliche Variabilität zu quantifizieren, wurden in einem dritten Durchgang an zwei Positionen in den Fließgewässern jeweils fünf Proben hintereinander entnommen.

Im Rahmen der Untersuchung konnten kaum Gesetzmäßigkeiten gefunden werden, über welche sich die auftretenden Konzentrationsschwankungen erklären lassen. Ein Zusammenhang der räumlichen Verteilung der Konzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit ist nicht zu erkennen. Allerdings wirken sich höhere Turbulenzen durch eine höhere räumliche Variabilität aus, während die kurzfristigen zeitlichen Schwankungen bei höheren Fließgeschwindigkeiten geringer sind. Eine mögliche Ursache dieses Widerspruches liegt an den geringeren Absolutwerten der Stoffkonzentrationen in den Gewässern mit höheren Turbulenzen. Daher wirken sich gleiche absolute Schwankungen relativ stärker aus.

Da aufgezeigt werden soll, an welcher Position eines Fließgewässers eine Probe für die Berechnung der Frachten am besten geeignet ist, wurden an allen Gewässern die mittleren Frachten aus den Konzentrationen bestimmt, die aus Proben aus dem Rand und der Mitte der Fließgewässer stammen. Die so ermittelten Frachten wurden mit den Referenzfrachten aus der Vielpunktmethode verglichen. Um festzustellen, ob es zu einer Verbesserung der Ergebnisse kommt, wenn mehrere Proben für die Berechnung der Frachten herangezogen werden, wurde der Mittelwert aus allen Konzentrationen gebildet und daraus ebenfalls die mittlere Fracht berechnet. Auch der Mittelwert aus einer Probe vom Rand und einer in der Mitte bzw. aus zwei Proben vom Rand wurde für die Berechnung der Frachten herangezogen.

Dabei hat sich gezeigt, dass es für gelöste Parameter wie Chlorid und Gesamtstickstoff unabhängig vom Gewässertyp bei der Ermittlung der Frachten aus einer Probe zu

Abweichungen von den Referenzfrachten um weniger als 5% kommt. Durch die Bildung von Mischproben kann dieses Ergebnis teilweise noch verbessert werden.

Für Schwebstoffe und partikulär transportierte Parameter wie Gesamtposphor treten größere Abweichungen auf. Auch gibt es hier größere Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässertypen. So können an Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches bei der Berechnung der Frachten aus einer Probe vom Rand Abweichungen gegenüber den Referenzfrachten von ca. 40% auftreten. Durch Berechnung der Frachten aus Mischproben aus zwei Proben treten immer noch Abweichungen von 15% bzw. 20% auf. Nur wenn mehrere Proben über den gesamten Querschnitt entnommen werden, können die Abweichungen auf unter 10% reduziert werden. Am Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches können für Gesamtposphor sogar bei einer Mischprobe aus zwei Proben vom Rand Abweichungen von 60% auftreten. An einem mäandrierenden Mittellauf ergeben sich mit weniger als 5% die geringsten Unsicherheiten an der Prallhangseite. An den Kanälen und Gräben treten bei der Berechnung der Frachten aus Proben in der Mitte mit 5% bis 10% geringere Abweichungen als aus Proben vom Rand mit 15% bis 20% auf. Durch Mischproben aus zwei Proben können die Ergebnisse teilweise verbessert werden.

Durch eine Berechnung der Frachten aus einer größeren Anzahl an Proben die über den gesamten Querschnitt entnommen werden, können auch ohne die Messung der Fließgeschwindigkeit die Ergebnisse für alle Gewässertypen deutlich verbessert werden. Da dies aufgrund des großen Aufwandes nicht möglich ist, sollten zumindest Mischproben aus zwei Proben für die Berechnung der Frachten herangezogen werden.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Betreuern A.o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Matthias Zessner und Dipl. Geograph Jens- Oliver Gabriel bedanken, die mir in zahlreichen Gesprächen mit Anregungen und Korrekturen weitergeholfen haben.

Auch den Mitarbeitern des Labors für Wassergütewirtschaft gilt mein Dank, die mich bei der Analyse der Proben unterstützt haben.

Ein Dank auch allen Personen die mich bei meinen Beprobungen begleitet haben.

Meinen Eltern Bmstr. Ing. Karl und Anna Lechner möchte ich dafür danken, dass sie es mir ermöglicht haben dieses Studium zu absolvieren und mich immer in jeglicher Hinsicht unterstützt haben.

Meinem Mann Bobby Erevbenagie möchte ich für seine Unterstützung und sein Verständnis danken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Hintergrund und Motivation	10
2.1	EU- Wasserrahmenrichtlinie	10
2.1.1	Allgemeines zur EU- WRRL	10
2.1.2	Durchführung des Monitorings	11
2.2	Gewässertypen und hydraulische Grundlagen	12
2.3	Bedeutung der ausgewählten Güteparameter	21
2.4	Stand des Wissens zu Frachterhebungen	24
2.4.1	Schwebstoffe	24
2.4.2	Allgemeine Gewässergüteparameter	30
2.5	Motivation dieser Arbeit	33
3	Untersuchungsgebiete und Methoden	35
3.1	Durchführung der Probenahme	35
3.2	Flügelmessungen	36
3.3	Analyse der Proben	37
3.4	Auswertung der Analyseergebnisse	38
3.5	Untersuchungsgebiete	41
3.5.1	Ausgewählte Fließgewässer	41
3.5.2	Unrechttraisen	42
3.5.3	Gölsen	46
3.5.4	Laabenbach	48
3.5.5	Große Tulln	50
3.5.6	Kleine Tulln	52
3.5.7	Göllersbach	54
3.5.8	Schmida	56
3.5.9	Schwechat	61
4	Ergebnisse	67
4.1	Gemessene Konzentrationen	67
4.1.1	Ergebnisse für Chlorid	70
4.1.2	Ergebnisse für Gesamtphosphor	72
4.1.3	Ergebnisse für Gesamtstickstoff	74

4.1.4	Ergebnisse für Schwebstoffe	76
4.2	Betrachtung der Variabilität der Fließgeschwindigkeit und der Konzentrationen über den Querschnitt	78
4.2.1	Variabilität der Fließgeschwindigkeiten über den Querschnitt	78
4.2.2	Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt	81
4.3	Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit	89
4.4	Querprofilbeiwert	93
4.5	Frachtenberechnungen	99
4.6	Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer 108	
4.6.1	Vergleich der räumlichen Variabilität mit der Variabilität an einer Position	108
4.6.2	Gegenüberstellung der beiden Serien	116
5	Diskussion	119
5.1	Gemessene Konzentrationen	119
5.2	Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt	123
5.2.1	Variabilität der Fließgeschwindigkeiten über den Querschnitt	123
5.2.2	Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt	123
5.3	Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit	123
5.4	Querprofilbeiwert	123
5.5	Frachtenberechnungen	125
5.6	Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer 127	
6	Schlussfolgerungen	128
7	Literaturverzeichnis	131
8	Abbildungsverzeichnis	134
9	Tabellenverzeichnis	138
10	Anhang	139

1 Einleitung

Ein Grundsatz der EU- Wasserrahmenrichtlinie, welche den Rahmen für die Gewässerschutzpolitik der Europäischen Union darstellt, ist die Einhaltung des guten ökologischen und chemischen Zustandes aller Fließgewässer. Ziel der EU- Wasserrahmenrichtlinie ist es den guten Zustand bis 2015 in allen Fließgewässern zu erreichen. Sowohl für die Bewertung des Ist- Zustandes der Gewässer, für die Planung von Maßnahmen zur Erreichung, als auch für die Kontrolle des guten Zustandes ist eine Überwachung von Güteparametern erforderlich.

Neben der Betrachtung von Umweltqualitätszielen in den Fließgewässern (immissionsseitige Betrachtungsweise) bilden die Betrachtungen von Emissionen und Stofffrachten (emissionsseitiger Ansatz) die Grundlage der in der EU vorgeschriebenen Gewässerüberwachung (Kombinierter Ansatz). Die meisten Stoffe im Gewässer weisen eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität auf. Aufgrund dieser, wie auch weiterer nicht auszuschließender Fehlerquellen, wie etwa bei der Probenahme, kann es bei der Ermittlung der Umweltqualitätsziele und der Berechnung von Tages- bzw. Jahresfrachten zu erheblichen Ungenauigkeiten kommen. Erreicht das Gewässer nach Ermittlung des Ist-Zustandes nicht den guten chemischen und ökologischen Zustand, werden Maßnahmen veranschlagt, die eine Erreichung des Zieles zu einem späteren Zeitpunkt ermöglichen sollen. Diese Maßnahmen, wie z.B. die weitere Verbesserung der Reinigungsleistung auf Kläranlagen zur Reduktion von Punkteinträgen, oder Maßnahmen in der Landwirtschaft zur Reduktion der diffusen Stoffeinträge werden in Maßnahmenplänen festgelegt. Sie sind teilweise schwierig umzusetzen und zeit- sowie kostenaufwändig. Um sicherzustellen, dass die abgeleiteten Managementmaßnahmen zu einer Verbesserung der Gewässergüte führen, ist es dringend notwendig die Ungenauigkeiten der Bewertungsgrundlage (Gewässergütemonitorings) so gering wie möglich zu halten bzw. zu kennen. Der für ein solches Assessment benötigte Aufwand ist darüber hinaus in einem vertretbaren Rahmen zu halten.

Da aus finanziellen Gründen nicht zu erwarten ist, dass bestehende staatliche und länderspezifische Monitoringprogramme in der Folgezeit ausgeweitet werden, ist die Abschätzung möglicher Ungenauigkeiten des praktizierten Prozederes, bedingt durch verschiedene Fehlerquellen und Variabilitäten, ein erster Schritt zu einem besseren Verständnis der aus dem Monitoring ermittelten Ergebnisse.

Da die Verteilung der Stoffe im Wasser stark durch verschiedene Faktoren, wie z.B. den hydrodynamischen Bedingungen, der Gewässermorphologie und dem Grad der Belastung beeinflusst werden kann, wurden unterschiedliche Gewässertypen für die Durchführung der Untersuchung herangezogen. Die ausgewählten Stellen können wie folgt klassifiziert werden.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches
- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches
- Mäandrierender Mittellauf
- Kanal
- Graben

Die zeitliche Variabilität wurde erfasst, indem jede Stelle mindestens zweimal, manche Stellen dreimal und zusätzlich während eines Hochwassers untersucht wurden.

Zur Bestimmung der räumlichen Variabilität der Konzentrationen wurden Proben über den gesamten

Querschnitt sowie in verschiedenen Tiefen entnommen. Um Rückschlüsse über die vom Gewässer transportierten Frachten zu erhalten, erfolgte eine Abflussmessung jeweils über das gesamte Querprofil.

Um neben der räumlichen Variabilität der Konzentrationen auch eine mögliche Variabilität der Konzentrationen an einem Punkt in einem Fließgewässer zu berücksichtigen, wurden in einem dritten Durchgang an einigen Messstellen fünf Proben nacheinander an der Selben Position entnommen.

Da viele Stoffe an Schwebstoffen gebunden transportiert werden, legt diese Arbeit neben der Betrachtung von ausgewählten Stoffen auch ein besonderes Augenmerk auf die Schwebstoffe. Sowohl vorhandene Literatur als auch die Ergebnisse dieser Untersuchung fließen in diese Arbeit mit ein.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es mögliche Fehlerquellen bei der Berechnung von Frachten und Ungenauigkeiten der durch ein Gewässergütemonitoring erhobenen Einzelwerte aufzuzeigen und zu quantifizieren. Dazu werden sowohl Aspekte der Probenahme als auch die zeitliche und räumliche Variabilität auftretender Stoffkonzentrationen betrachtet. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren soll in Abhängigkeit des jeweiligen Gewässertyps eine Empfehlung zur Durchführung einer optimierten Probenahme angegeben werden.

2 Hintergrund und Motivation

2.1 EU- Wasserrahmenrichtlinie

2.1.1 Allgemeines zur EU- WRRL

Die EU- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) trat am 22. Dezember 2000 in Kraft und wurde am 22. Dezember 2003 mit der Novelle des Wasserrechtsgesetzes in Nationales Recht umgesetzt. Die wichtigsten Grundsätze [1] der WRRL sind:

- Ausdehnung des Gewässerschutzes auf alle Gewässer
- Guter ökologischer und guter chemischer Zustand bis 2015
- Verschlechterungsverbot
- Schrittweise Reduktion/Einstellung der Einleitung spezieller Schadstoffe
- Verankerung des „kombinierten Ansatzes“
- Bewirtschaftung der Gewässer auf Niveau von Einzugsgebieten und Erstellung von Bewirtschaftungsplänen (alle 6 Jahre)
- Reihung von Maßnahmen entsprechend Kosten- Nutzenüberlegungen
- Einbindung der Öffentlichkeit

Zur Überwachung der Einhaltung der Grundsätze ist ein Monitoring unerlässlich. Zuerst erfolgt eine Bestandsaufnahme mit der Bestimmung des Ist- Zustandes. Wenn beim Vergleich dieses Ist- Zustandes mit dem Referenzzustand das Qualitätsziel des guten chemischen und guten ökologischen Zustandes nicht erreicht wird, sind Maßnahmen zu setzen. Diese sollen sicherstellen, dass in Zukunft der gute Zustand erreicht werden kann. Werden stoffliche Belastungen als Ursache für die Nicht- Erreichung des guten Zustandes identifiziert, können Maßnahmen veranschlagt werden, die sowohl die Reduktion von Emissionen aus Punktquellen durch verbesserte Reinigungsleistungen der Kläranlagen als auch die Reduktion von diffusen Einträgen aus der Landwirtschaft umfassen und im Maßnahmenprogramm festzulegen sind. Die Umsetzung dieser Maßnahmenprogramme ist oft sehr schwierig und mit hohem zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Daher ist es sehr wichtig die Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Grundlagen für die Bewertung des Zustandes so gering wie möglich zu halten. [1,2]

Der Zeitplan der WRRL [1,2]

Der Bewirtschaftungsplan wird in drei Stufen in einem sechsjährigen Planungszyklus erstellt.

- Ist- Bestandsanalyse, Erhebung der signifikanten Belastungen und Risikoanalyse der Zielverfehlung
- Überwachungssystem (Monitoring) mit anschließender Abweichungsanalyse (Vergleich des Ist- Zustandes mit dem Referenzzustand)
- Maßnahmenprogramm zur Sicherstellung der Erreichung der Umweltziele

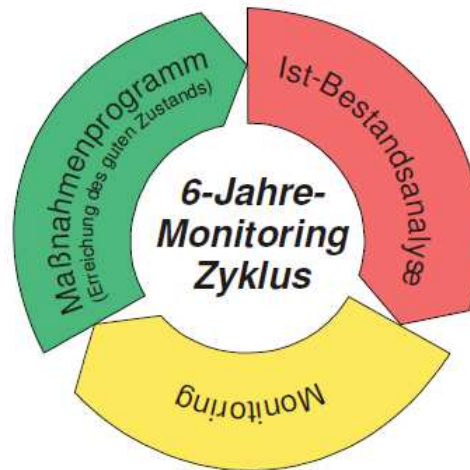


Abbildung 2-1 Schematische Darstellung des sechsjährigen WRRL- Zyklus [2]

Nach Abschluss der sechs Jahre beginnt der Zyklus von vorne.

2.1.2 Durchführung des Monitorings [2,10]

Um die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie für das Monitoring in Österreich umzusetzen, wurde am 14. Dezember 2006 die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft herausgegeben. Davor wurden bereits seit 1991 flächendeckende und regelmäßige Erhebungen der Wassergüte auf Grundlage der Wassergüte- Erhebungsverordnung (WGEV) durchgeführt.

Die GZÜV unterscheidet zwischen überblicksweiser Überwachung, operativer Überwachung und Überwachung zu Ermittlungszwecken.

Überblicksweise Überwachung

Dies sind wenige Messstellen, an denen permanent alle von der WRRL vorgesehenen Parameter gemessen werden. Sie dienen zur flächendeckenden Bewertung und frühzeitigem Erkennen von Problemen.

Die Anzahl dieser Messstellen ist so zu wählen, dass die Bewertung des Gesamtzustandes der Fließgewässer in den einzelnen Planungsräumen gewährleistet ist.

Wahl der Messstellen:

1. An Stellen, an denen der Abfluss bezogen auf den gesamten Planungsraum bzw. auf die Flussgebietseinheit bedeutend ist; das sind jene, an denen das Einzugsgebiet jedenfalls größer als 1.000 km² ist.
2. An Stellen in bedeutenden grenzüberschreitenden Oberflächenwasserkörpern
3. An Stellen in bedeutenden Oberflächenwasserkörpern, die der kontinuierlichen Dokumentation des Gewässerzustandes dienen, einschließlich solcher, die die für den jeweiligen Planungsraum typischen Nutzungsbereiche abbilden.
4. An Stellen, die entsprechend der Entscheidung 77/795/EWG über den Informationsaustausch ausgewiesen wurden.
5. An Stellen in Fließgewässern, die nur sehr geringfügig von anthropogenen Aktivitäten beeinflusst sind und auf Grund ihrer empfindlichen Biozönosen Informationen über

langfristige Veränderungen der natürlichen Gegebenheiten bereitstellen (Referenzmessstellen).

Bei der Wahl des Standortes einer Messstelle ist auf die örtlichen Gegebenheiten, auf dessen Eignung für die Entnahme repräsentativer Proben für die physikalische, chemische und biologische Untersuchung und auf bereits vorhandene Messstellen mit verfügbaren Langzeitdaten Rücksicht zu nehmen.

Die Messstellen werden wie folgt differenziert:

1. Überblicksmessstelle Ü1 - Messstellen mit übergeordneter Bedeutung
2. Überblicksmessstelle Ü2 - Referenzmessstellen
3. Überblicksmessstelle Ü3 - sonstige Messstellen

Der Zeitraum der Beprobung dauert sechs Jahre und umfasst die Erstbeobachtung, in der alle Parameter untersucht werden und Wiederholungsbeobachtungen in den Folgejahren.

Die Probenahme ist anhand von repräsentativ gewonnenen Stichproben nach dem Stand der Probenahmetechnik durchzuführen.

Operative Überwachung

An Stellen mit bekannten Problemen oder zur Überprüfung von durchgeführten Maßnahmen, werden diese eher kurzfristigen Messstellen eingerichtet. Hier werden nur jene Parameter bestimmt, welche eine Gefährdung kennzeichnen.

Wird durch eine operative Überwachung nachgewiesen, dass die geltenden Umweltziele erfüllt werden, sind die entsprechenden Messstellen nicht weiter Teil des operativen Messnetzes. Werden sie jedoch nicht erfüllt, bleiben sie Teil des Messnetzes. Untersuchungen erfolgen allerdings erst wieder nach der Setzung von Maßnahmen zur Überprüfung ebendieser.

Überwachung zu Ermittlungszwecken

Sie wird angewendet, wenn zusätzliche Informationen über einen Wasserkörper erforderlich sind, falls die Gründe für eine Überschreitung nicht bekannt sind oder um das Ausmaß und die Auswirkungen von unbeabsichtigten Verschmutzungen aufzuzeigen.

2.2 Gewässertypen und hydraulische Grundlagen

Fließgewässer nehmen auf ihrem Weg von der Quelle bis zur Mündung gelöste und partikuläre Stoffe auf und transportieren sie. Fließgewässer können in Ober-, Mittel- und Unterlauf gegliedert werden. Der Oberlauf, welcher auch oft als Gebirgsbach bezeichnet wird, ist durch eine niedrige Temperatur, hohe Sauerstoffkonzentration, hohes Gefälle und Geschiebetransport sowie grobkiesige Bachsohlen gekennzeichnet. Hier kommt es meist zu einer starken Erosion. Im Mittellauf nimmt die Erosion deutlich ab. Das Bachbett besteht meist aus Kies und Sand. Ein Sauerstoffeintrag aus der Atmosphäre ist aufgrund ausreichender Turbulenzen ebenso wie im Oberlauf gegeben. Diese Turbulenzen sind im Unterlauf nicht mehr vorhanden. Hier kann es zudem durch erhöhte Einträge von organischer Substanz und Nährstoffen bei einer verstärkten Sedimentation dieser Bestandteile zu Sauerstoffdefiziten

kommen. Die einzelnen Bereiche sind nicht immer deutlich voneinander abzugrenzen. Auch das Bachbett muss als Teil des Gewässers berücksichtigt werden, da es hier zu Interaktionen kommt. Ein Beispiel hierfür sind die Adsorption und Desorption von Nährstoffen an sedimentierten Feinpartikeln. [3,4]

Fließgewässer streben immer einen Gleichgewichtszustand an. Ändert sich das Gefälle wird dies durch Erosions- oder Sedimentationsprozesse ausgeglichen. Auch durch Veränderungen bei den Abflüssen verändern sich Bäche in Abhängigkeit des Untergrundes. Die Erscheinungsform von Fließgewässern kann wie folgt [5] unterschieden werden.

- Gestreckter Gerinneverlauf; er ist von einem starken Sohlgefälle, geringem Geschiebetrieb und einem eingegengten Gerinnebett gekennzeichnet.
- Verzweigter (bifurkierender) Gerinneverlauf; hier sind ein mittleres Sohlgefälle und ein starker Geschiebetrieb vorherrschend.
- Gewundener (mäandrierender) Gerinneverlauf; Kennzeichen hierfür sind eine geringe Fließgeschwindigkeit, geringe Turbulenzen, und ein zumindest zeitweise auftretender Geschiebetrieb.

Hier bilden sich Prall- und Gleithänge aus, an denen es zu Erosions- und Sedimentationsprozessen kommt. Durch unterschiedliche Wasserführungen werden diese Bereiche immer wieder stark verändert und können nicht als stabil angesehen werden. Deswegen kam es in der Vergangenheit oft zu Begradigungen dieser Flussstrecken.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden Messstellen an folgenden Gewässertypen beprobt.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches (Unrechttraisen, Laabenbach, Schwechat-Cholera Kapelle)
- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches (Gölsen mit starker Beeinflussung durch Staustufen)
- Mäandrierender Mittellauf: Die Schwechat in Tribuswinkel wurde für diese Gruppe gewählt.
- Kanal (Große Tulln, Kleine Tulln, Schwechat-Laxenburg) mit breiten, flachen und gestreckten Flussläufen, alle drei Gewässer wurden in der Vergangenheit begradigt und mit Sohlstufen versehen.
- Graben (Schmida, Göllersbach) Diese Fließgewässer sind ebenfalls begradigt und mit Sohlstufen ausgebaut. Allerdings sind sie im Vergleich zu den Kanälen im Verhältnis zur Breite deutlich tiefer. Des Weiteren ist das Bachbett an den Ufern meist deutlich flacher als in der tiefen Mitte.

Die einzelnen Fließgewässer werden im Kapitel 3.5 genauer beschrieben.

Hydraulische Grundlagen [3,6,7,8]

Der Fließbewegungsvorgang des Wassers in offenen Gerinnen ist immer dreidimensional. Um diese Bewegung mathematisch beschreiben zu können ist eine Vereinfachung notwendig. Für eine zweidimensionale Berechnung wird die Annahme getroffen, dass es sich um einen gleichmäßigen Bewegungsablauf der Wasserteilchen auf parallelen Ebenen handelt. Die

eindimensionale Berechnung stellt eine weitere Vereinfachung dar. Dabei wird zusätzlich noch eine gleiche Fließgeschwindigkeit aller Teilchen angenommen, die mittlere Geschwindigkeit.

Nach der Bewegungsart kann der Abfluss in Gerinnen in zwei unterschiedliche Strömungszustände unterteilt werden.

- laminar: die Flüssigkeitsteilchen bewegen sich nebeneinander ohne Durchmischung
- turbulent: der Längsbewegung sind Quer- und Vertikalbewegungen überlagert, es kommt zu Durchmischungen (übliche Bewegung in einem Fließgewässer)

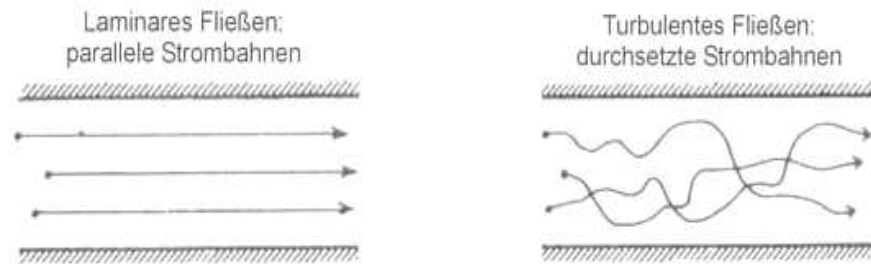


Abbildung 2-2 Laminare und Turbulentes Fließen [7]

Ob der Abfluss laminar oder turbulent fließt ist von der Reynoldszahl abhängig. Diese ist eine dimensionslose Kennzahl und wird nach folgender Formel [3] berechnet.

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (1)$$

v Fließgeschwindigkeit [m/s]

D Hydraulischer Durchmesser $D=4 \cdot R$ der hydraulische Radius [m]

$R=A/U$ (Durchflussfläche/benetzter Umfang)

ν Viskosität [m^2/s]

Bei $Re < 500$ liegt eine laminare Gerinneströmung vor.

An der Gewässersohle geht die Fließgeschwindigkeit auf Null zurück, darüber bildet sich die Prandlsche Grenzschicht (wandbeeinflusster Bereich) aus. Dies ist eine dünne strömungsberuhigte Schicht, in der die Längsgeschwindigkeit durch innere Reibung gedämpft wird. Die maximale Geschwindigkeit wird ca. bei 80% der Wassertiefe und die mittlere bei 38% der Wassertiefe über der Sohle erreicht.

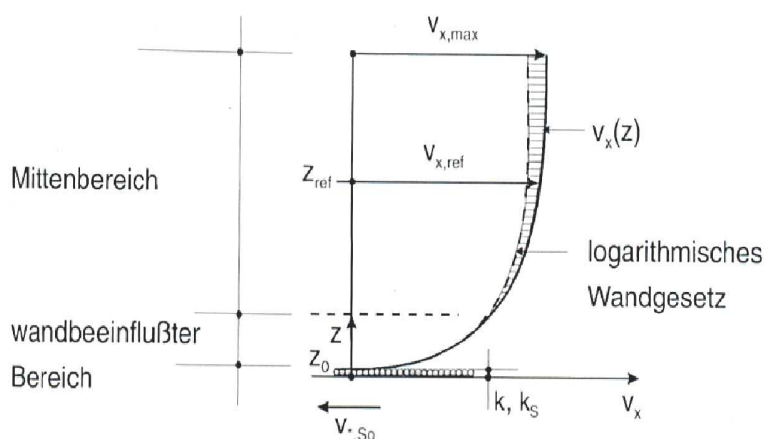


Abbildung 2-3 Vertikalverteilung der Fließgeschwindigkeit [3]

Auch eine Unterscheidung des Abflusses nach der Zeit ist möglich.

- Stationäre Strömung: Die Fließgeschwindigkeit ist unabhängig von der Zeit; der Durchfluss ist konstant.
 - a) stationär gleichförmig: Die Geschwindigkeit im gesamten Gebiet ist unabhängig von Zeit und Ort.
 - b) stationär ungleichförmig: Die Fließgeschwindigkeiten an unterschiedlichen Stellen des Gebietes sind verschieden.
- Instationäre Strömung: Die Fließgeschwindigkeit ist an verschiedenen Orten des Gebietes zeitlich verändert.

Der Abfluss in natürlichen Gewässern erfolgt in der Regel instationär. In der Praxis können diese Vorgänge jedoch durch stationäre Berechnungen angenähert werden. Dies ist vor allem dann möglich, wenn die Veränderungen sehr langsam ablaufen (quasistationär).

In Abbildung 2-4 sind die unterschiedlichen Zustände mit ihren Besonderheiten aufgelistet.

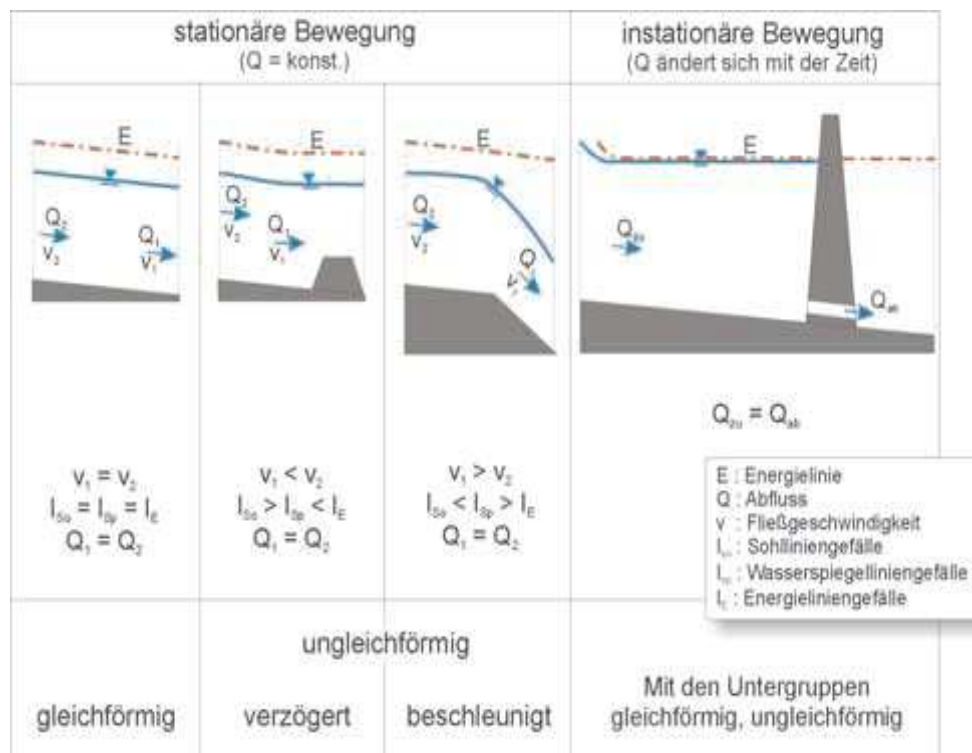


Abbildung 2-4 Stationäre und instationäre Bewegung [7]

Das Fließverhalten des Gewässers wird ebenfalls unterteilt.

- Strömen $Fr < 1$
- Schießen $Fr > 1$

Die Froudsche Zahl $Fr = 1$ gibt die Grenze zwischen den beiden Zuständen an. Sie ist dimensionslos und wird nach der folgenden Formel [3] berechnet.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h_{gr}}} \quad (2)$$

v	Fließgeschwindigkeit [m/s]
g	Erdbeschleunigung [m/s ²]
h_{gr}	Grenztiefe [m]

Da sich bei strömendem Abfluss eine Störung entgegen der Fließrichtung ausbreiten kann, sind hydraulische Berechnungen ebenfalls entgegen der Fließrichtung durchzuführen. Hingegen erfolgt bei schießendem Abfluss die Berechnung in Fließrichtung. Während der Übergang vom strömenden in den schießenden Abfluss kontinuierlich ist, entsteht beim Übergang vom schießenden zum strömenden Abfluss ein Wechselsprung (siehe Abbildung 2-5).

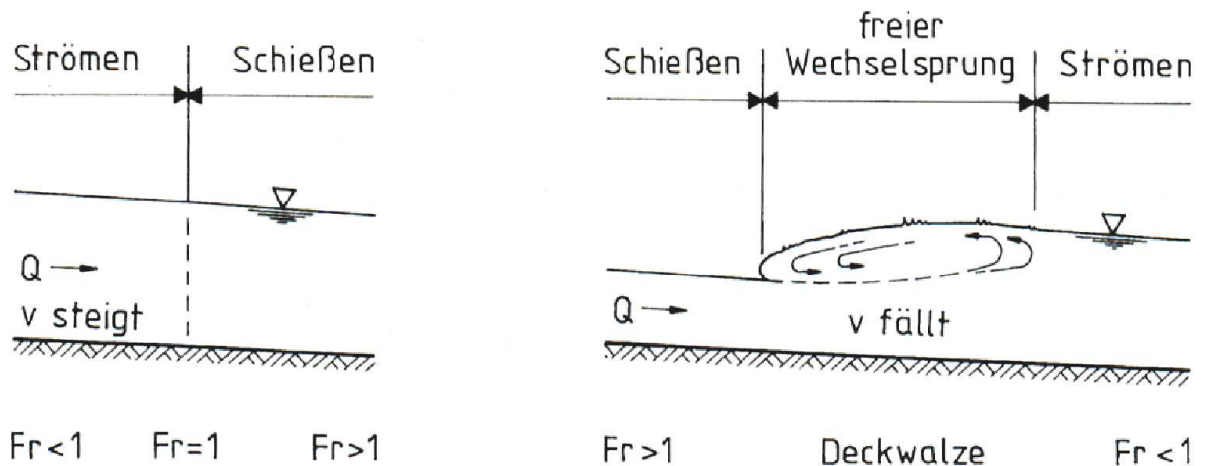


Abbildung 2-5 Formen des Fließwechsels: Strömen- Schießen; Schießen- Strömen [3]

Bernoulli- Gleichung

Aus der Bernoulli- Gleichung [6] (siehe Formel 3) wird für Gerinne unter der Voraussetzung einer hydrostatischen Druckverteilung, einer gleichförmigen Geschwindigkeitsverteilung, einer stationären Strömung und der Inkompressibilität des Fluids die eindimensionale Bernoulligleichung [6] (siehe Formel 4) mit konstanter Energiehöhe H_E .

$$H = z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (3)$$

$$H_E = z + h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4)$$

H	Energiehöhe
z	Höhe über einem Bezugsniveau
$p/(\rho \cdot g)$	Druckhöhe
$v^2/(2g)$	Geschwindigkeitshöhe

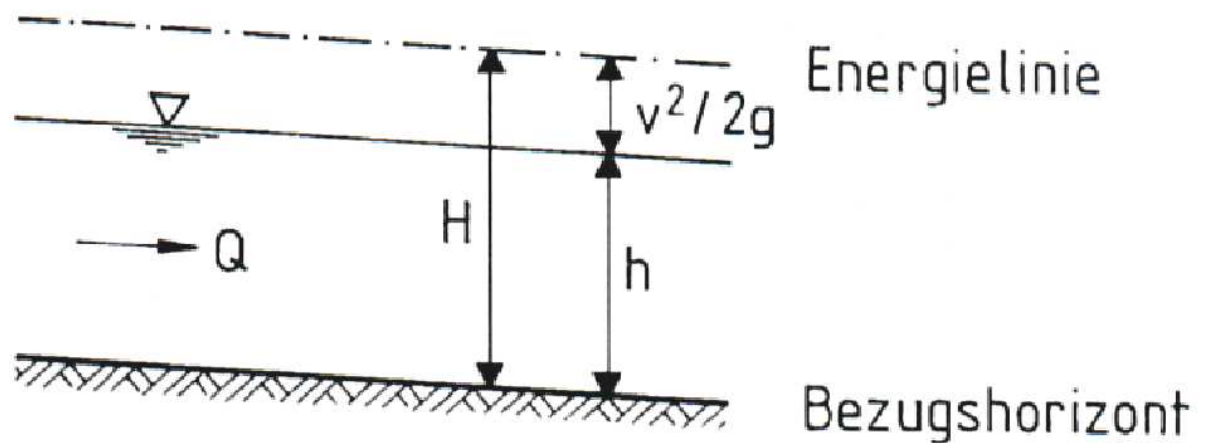


Abbildung 2-6 Bernoulli'sche Energielinienhöhen für Gerinneströmung [3]

Die Neigung der Energielinie wird als Energieliniengefälle bezeichnet. Ist dieses Gefälle gleich dem Sohlgefälle und dem des Wasserspiegels spricht man von Normalabfluss.

Fließformel

Für die hydraulische Berechnung eines Gewässerabschnittes ist eine mathematische Beziehung notwendig. Für stationäre Bedingungen stellt die Fließformel einen Zusammenhang zwischen Abfluss und Wassertiefe her. Da die klassische Fließformel (siehe Formel 5) einige Mängel aufweist, wurde die Gaukler- Manning- Strickler Formel entwickelt. (siehe Formel 6) [7]

$$v = C * \sqrt{r_{hy} * I_E} \quad (5)$$

$$v = k_{st} * r_{hy}^{2/3} * I_E^{1/2} \quad (6)$$

v mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]

C Geschwindigkeitsbeiwert [$m^{1/2}/s$] $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$ (7)

g Erdbeschleunigung [m/s^2]

λ dimensionsloser Reibungsbeiwert

r_{hy} hydraulischer Radius $r_{hy} = \frac{A}{l_u}$ (8)

l_u benetzter Umfang [m]

I_E Energieliniengefälle

k_{st} Strickler- Beiwert [$m^{1/3}/s$]

Der Strickler- Beiwert ist ein hydraulisch äquivalentes Rauheitsmaß und kein messtechnisch erfassbarer Wert. Da er das Rechenergebnis maßgebend beeinflusst, sollte er in natürlichen Gerinnen mit bekanntem Durchfluss geeicht werden. Ist dies nicht möglich, gibt es in der Literatur Listen mit unterschiedlichen Gerinnebeschaffenheiten.

Durchflussberechnung

Der Durchfluss wird auf Grundlage der Kontinuitätsgleichung aus der mittleren Fließgeschwindigkeit und dem Durchflussquerschnitt berechnet.

$$Q = v * A \quad (9)$$

Q Durchfluss [m³/s]

v mittlere Geschwindigkeit [m/s]

A Durchflussquerschnitt [m²]

Aus den Formel 5 und 6 für die mittlere Fließgeschwindigkeit ergibt sich somit der Durchfluss [3,7] zu.

$$Q = \frac{A}{\sqrt{\lambda}} * \sqrt{8g * R * I_E} \quad (10)$$

$$Q = k_{st} * A * r_{ky}^{2/3} * I_E^{1/2} \quad (11)$$

Da vor allem natürliche Gerinne keine konstante Rauheit über den gesamten Querschnitt aufweisen, müssen die Abflussquerschnitte für die hydraulische Berechnung in Teilquerschnitte aufgeteilt werden.

Abflussverhalten der ausgewählten Gewässertypen [3,4,6]

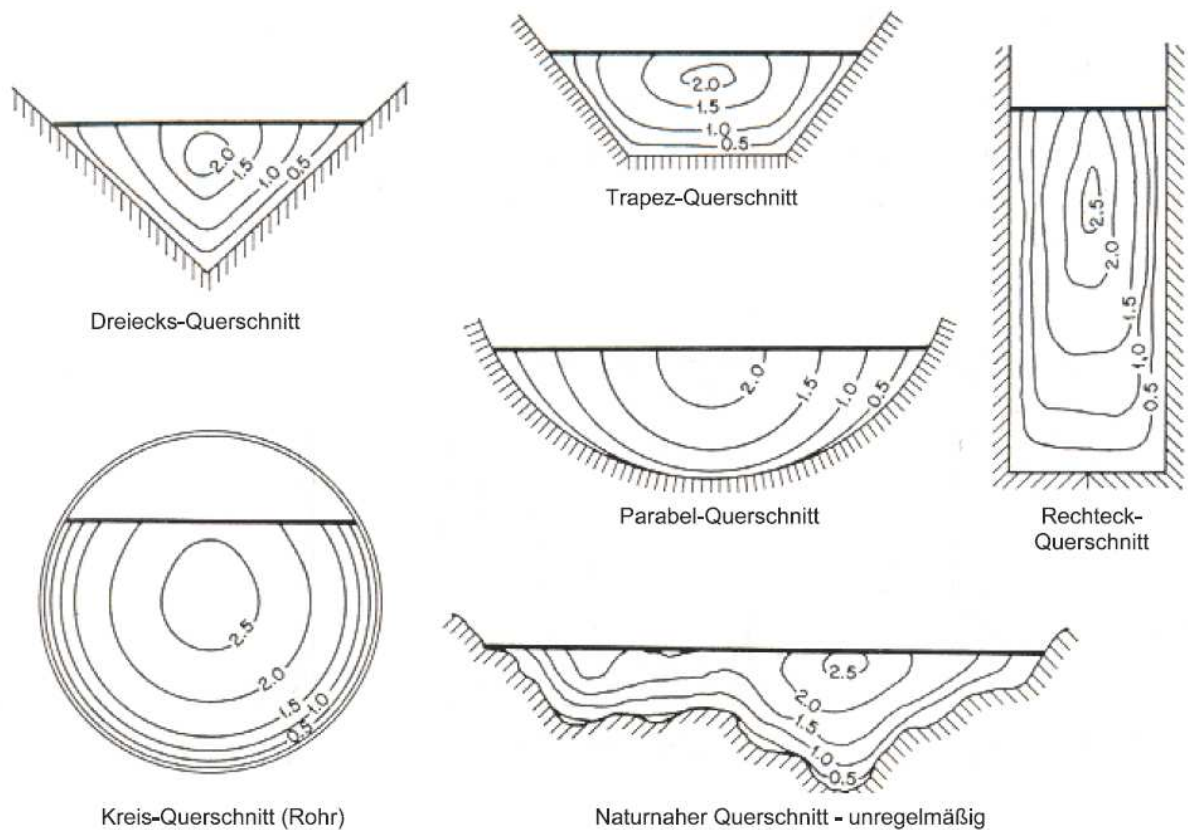


Abbildung 2-7 Schematische Darstellung der Fließgeschwindigkeitsverteilungen in unterschiedlichen Profilen [7]

In der Abbildung 2-7 sind die Fließgeschwindigkeitsverteilungen in unterschiedlichen Profilen dargestellt. Während es bei künstlichen, symmetrischen Querschnitten zu einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung mit einem Maximum in der Mitte an der Wasseroberfläche kommt, ist die Verteilung in natürlichen Fließgewässern unregelmäßig und vom jeweiligen Profil abhängig.

Im Oberlauf der Mittelgebirgsbäche kommt es zu sehr unregelmäßigen Abflüssen über den Querschnitt. Die Strömung wird durch einzelne größere Steine stark beeinflusst und es bilden sich Kiesbänke aus, deren Form sich jedoch ständig verändert. Es wechseln sich Zonen mit stärkerer und schwächerer Strömung ab. Zum Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches kann von denen in dieser Arbeit untersuchten Fließgewässern nur die Gölsen gezählt werden. Sie ist sehr stark durch Staustufen beeinträchtigt. Unterhalb dieser Staustufen bilden sich meist an beiden Rändern Kiesbänke aus und in der Mitte ergibt sich ein Bereich mit einer sehr großen Fließgeschwindigkeit. In diesem Stromstrich kommt es teilweise zur Bildung von Kolken und das Wasser ist hier erheblich tiefer als an den flachen Uferbereichen an denen es aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit zu einer Sedimentation kommt. Bei den Kanälen gibt es eine gleichmäßige Fließgeschwindigkeitsverteilung über den gesamten Querschnitt. Nur am Grund des Gewässers und an den Rändern nimmt die Strömung etwas ab. Im Gegensatz dazu treten bei den Gräben deutliche Differenzen bei den Fließgeschwindigkeiten auf. Hier nimmt die Fließgeschwindigkeit zu den flachen Rändern sehr stark ab. Bei den in dieser Arbeit untersuchten Fließgewässern wird dieses Phänomen noch zusätzlich durch Wasserpflanzen verstärkt, so dass die Strömung teilweise zur Gänze zum Erliegen kommt. Sowohl die Kanäle als auch die Gräben wurden in der Vergangenheit begradigt. Durch die Verkürzung der Fließstrecke kam es zu einer Zunahme des Sohlgefälles. Der dadurch entstandene Energiegewinn führt zu einer erhöhten Tiefenerosion und damit zu einer Eintiefung der Gewässer. Um dieser Eintiefung, welche auch zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führt, durch Reduktion der Fließgeschwindigkeit entgegenzuwirken, wurde in der Vergangenheit eine große Anzahl an Sohlschwellen in die Fließgewässer eingebaut. Ganz anders sieht die Situation bei den mäandrierenden Fließgewässern aus. Hier wurde nicht in den Verlauf eingegriffen, die Gewässer können sich natürlich ausbilden und es kommt zu einer Ablenkung des Stromstriches von der Mitte zum Rand (siehe Abbildung 2-8). Durch die Trägheit drängt das Wasser nach außen, der Wasserspiegel steht schief. Als Folge des seitlichen Gefälles treten Querbeschleunigungen auf. Die resultierenden Kräfte führen das Wasser an die Oberfläche gegen den Prallhang, in der Tiefe zum Gleithang, es entsteht eine Spiralbewegung (siehe Abbildung 2-9). So entstehen Gleithänge an der konvexen Seite der Schlingen in denen die Fließgeschwindigkeit abnimmt und es zu einer erhöhten Sedimentation von Schwebstoffen kommt. An der gegenüberliegenden Seite bildet sich ein Prallhang aus, an dem es zu einer deutlichen Seitenerosion kommt (siehe Abbildung 2-10). Dadurch bilden sich die Mäander immer weiter aus bis es in manchen Fällen zu einem Durchbruch kommt.

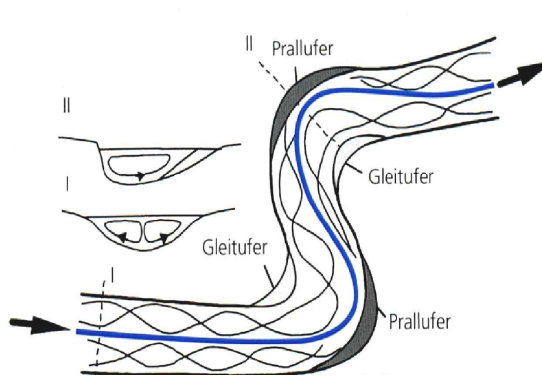


Abbildung 2-8 Entstehung der Mäander [4]

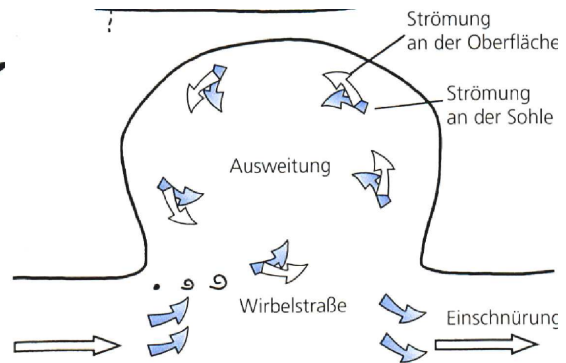


Abbildung 2-9 Spiralströmung [4]

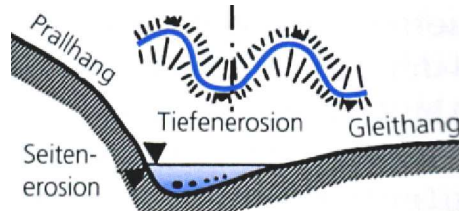
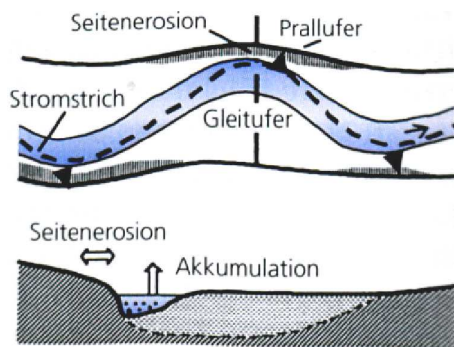


Abbildung 2-10 Akkumulation und Erosion am Gleit- und Prallhang [4]

In Längsrichtung bilden sich durch Ablagerungen von gröberen Sedimenten oft so genannte Riffles (siehe Abbildung 2-11) aus. Dies sind stärker überströmte Schwellen und werden auch als Furten oder Schnellen bezeichnet. Zwischen diesen entstehen Pools oder Stillen in welchen die Strömungsgeschwindigkeit geringer ist und es dadurch zu einer vermehrten Ablagerung von Feinsediment kommt. Da die Prozesse der Sedimentation und der Erosion auch sehr stark durch die Abflussverhältnisse beeinflusst werden, kommt es in diesen Bereichen zu häufigen Veränderungen in der Profilform und sie stellen keinen stabilen Gewässerzustand dar.

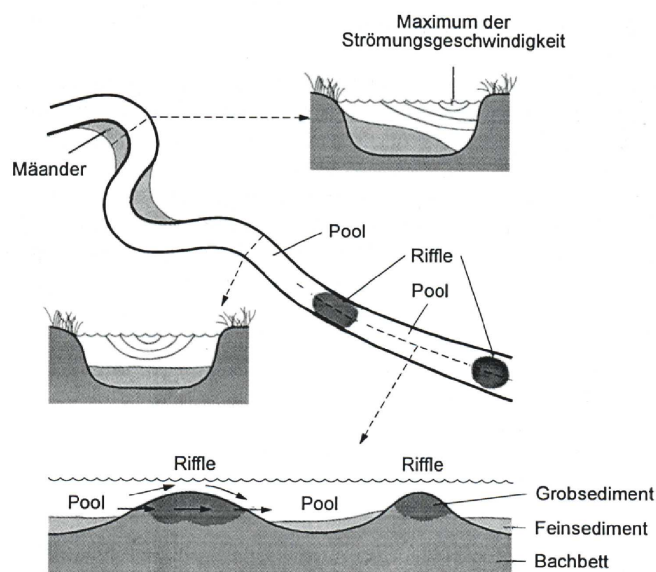


Abbildung 2-11 Ausbildung der Riffle und Pools [3]

Die Hydraulik der Fließgewässer beeinflusst die Gewässergüte indem sie Auswirkungen auf folgende limnophysikalische Parameter hat, welche für die Entwicklung von Biozönosen im Gewässer wichtig sind. [3]

- Temperatur
Sie beeinflusst viele Stoffwechselprozesse und auch die Sauerstoffsättigung ist daran gekoppelt.
- Abflussdynamik
Sie wird durch die Niederschläge und das Einzugsgebiet beeinflusst. Bei Hochwässern kommt es zu starken Geschiebeführungen und bei Niederwasser zu hohen Temperaturen und sinkenden Sauerstoffkonzentrationen.
- Strömung
Sie bewirkt einen Sauerstoffeintrag aus der Atmosphäre und verändert die Form des Bachbettes aufgrund von Erosions- und Sedimentationsprozessen.
- Geschiebe
Erodiertes Material das sich am Grund des Baches rollend, gleitend oder springend fortbewegt. Dabei ist die mittlere Geschwindigkeit maßgebend. Der Einbau von Sohlschwellen und das Einbringen von grobem Sohlmaterial führt zu einem Rückgang, der Ausbau zu linearen Gewässern zu einer Zunahme des Geschiebes.

Die Abgrenzung, ob Feststoffe als Schwebstoffe oder Geschiebe transportiert werden, kann über die Kresser- Formel [5] erfolgen.

$$Fr_{Korn} = \frac{v^2}{g \cdot d_{gr}} = 360 \quad (12)$$

Fr Froudezahl
v mittlere Fließgeschwindigkeit
d_{gr} Korndurchmesser

- Gewässersohle
Während die Sohle im Oberlauf meist aus Kies und Sand besteht, kommt es im Unterlauf zur Sedimentation von organischen Schwebstoffen. Die Struktur der Gewässersohle ist starken Veränderungen ausgesetzt.

2.3 Bedeutung der ausgewählten Güteparameter [3,4,9]

In dieser Arbeit wird näher auf die Parameter Chlorid, Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff, Schwebstoffe, Leitfähigkeit und Temperatur eingegangen.

Chlorid

Chlorid gelangt sowohl aus dem häuslichen und industriellen Abwasser als auch von mit Streusalz behandelten Flächen in die Gewässer. Der natürliche Salzgehalt ist sehr stark von den geologischen Gegebenheiten abhängig. Besonders Fische reagieren sehr sensibel auf zu hohe Chloridkonzentrationen.

Gesamtphosphor

Phosphor ist als Nährstoff von großer Bedeutung. Vor allem deswegen, weil er in den meisten Fließgewässern den limitierenden Faktor darstellt. Der Gesamtphosphor besteht aus dem

gelösten Ortho- Phosphat $\text{PO}_4\text{-P}$ der den Pflanzen unmittelbar zur Verfügung steht, dem gelösten organischen Phosphor und dem partikulären Phosphor. Dieser liegt sowohl in organischer als auch anorganischer Form vor und ist an die Schwebstoffe gebunden.

Partikulärer Phosphor gelangt vor allem aus Oberflächenabschwemmungen und Erosion landwirtschaftlich genutzter Flächen in die Gewässer. Durch den Ablauf von Kläranlagen wird insbesondere $\text{PO}_4\text{-P}$ in die Gewässer eingetragen. Inwieweit und durch welche Prozesse der partikuläre Phosphor für Pflanzen verfügbar ist oder durch Stoffumsetzung während des Transportes oder im Sediment remobilisiert wird, ist eine vieldiskutierte Fragestellung und bedarf einer weiteren Klärung.

Gesamtstickstoff

Auch Stickstoff ist ein Nährstoff. Während in den meisten Fließ- und Binnengewässern der Phosphor limitierend ist, stellt der Stickstoff im Schwarzen Meer und der Nordsee teilweise den limitierenden Faktor dar. Abgesehen von der Problematik der Meere verursachen einige Formen des Stickstoffes auch in den Fließgewässern Probleme. So führt die Nitrifikation von Ammonium zu Nitrat zu einer Sauerstoffzählung im Gewässer. Auch eine Verschiebung des Gleichgewichtes von Ammonium zu Ammoniak aufgrund eines erhöhten pH- Wertes kann in einzelnen Fällen zu Problemen führen, da Ammoniak für Fische toxisch wirkt. Nitrit hat für Fische ebenfalls eine toxische Wirkung.

Der Großteil des Stickstoffes wird über den Ablauf von Kläranlagen und aus der Landwirtschaft durch Infiltrationen von Grundwasser ins Gewässer eingeleitet.

Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit stellt einen Summenparameter für die im Wasser gelösten Ionen dar. Sie ist sehr einfach mit Sonden zu bestimmen, es können jedoch keine Aussagen über die Art der Ionen getroffen werden.

Temperatur

Die Temperatur ist in allen Fließgewässern jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt und wurde in dieser Diplomarbeit für Rückschlüsse auf mögliche temperaturabhängige Prozesse untersucht.

Schwebstoffe [11,12,13]

Viele Stoffe werden an Schwebstoffe gebunden transportiert und werden daher durch Sedimentations- und Transportprozesse der Schwebstoffe beeinflusst. Deswegen legt diese Arbeit neben der Betrachtung von ausgewählten Stoffen auch ein besonderes Augenmerk auf die Schwebstoffe.

Schwebstoffe sind Feststoffe, die im Wasser sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung transportiert und aufgrund der Turbulenzen in Schwebelage gehalten werden. Da sie sowohl organische als auch anorganische Substanzen adsorbieren können, sind sie neben Verlandungsprozessen auch für toxikologische Verunreinigungen von Bedeutung.

Der Schwebstofftransport wird von der Mobilisierung von Material, welches im Einzugsgebiet durch Erosion oder Oberflächenabfluss entsteht, dominiert. Dafür sind Parameter wie Wind, Temperatur, Geologie, Vergletscherung, Bodenart, Bodennutzung, Vegetation und Geländeneigung verantwortlich. Für den Transport im Gewässer spielt das hydrologische

Regime eine entscheidende Rolle. Aber auch die Interaktion zwischen Sedimentation und Resuspension ist maßgebend. Ob es in einem Gewässer zur Sedimentation, zum Transport oder zur Erosion kommt, ist vor allem von der mittleren Fließgeschwindigkeit und dem Korndurchmesser abhängig und kann über das Hjulström- Diagramm ermittelt werden (siehe Abbildung 2-12)

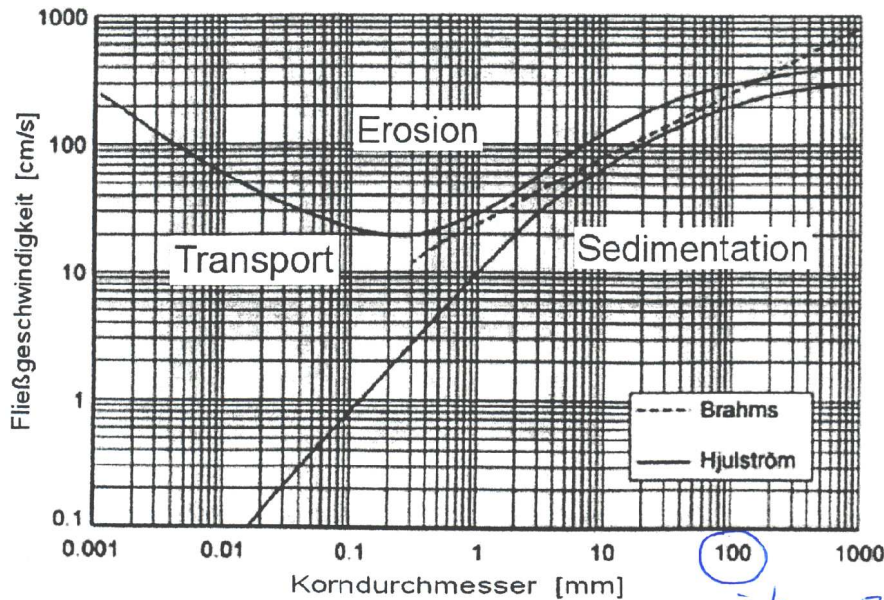


Abbildung 2-12 Hjulström Diagramm [5]

Die Sedimentationsgeschwindigkeit beträgt in Fließgewässern 1-22 m/d [12] und ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Durchmesser der Schwebstoffe
- Zusammensetzung der Schwebstoffe
- Schwebstoffkonzentration

Die Größe der Teilchen wird sowohl von der geographischen Region, der trophischen Situation als auch der saisonalen Phase beeinflusst. So sind die Teilchen im Herbst und im Winter etwas kleiner als im Frühling und Sommer. Auch die Zusammensetzung variiert je nach Jahreszeit.

Durch veränderte Strömungsverhältnisse und Wellen kann es auch zu einer Remobilisierung bereits sedimentierter Teilchen kommen.

Besonders während Hochwasserereignissen wird ein Großteil der Jahresfracht in relativ kurzer Zeit transportiert. Deswegen sollten diese Ereignisse bei der Berechnung von Jahresfrachten unbedingt mit berücksichtigt werden. Zu erwähnen ist auch, dass das Maximum der Schwebstoffkonzentration meistens bereits vor dem Scheitelpunkt der Abflusskurve erreicht wird. Abbildung 2-13 zeigt den Zusammenhang zwischen Schwebstoffen und Durchfluss an der Elbe in der Nähe von Magdeburg. Die Punkte 1 bis 10 stellen den Zeitpunkt der unterschiedlichen Messungen dar. Während die maximale Schwebstoffkonzentration schon bei der zweiten Messung erreicht wird, steigt der Durchfluss weiter an.

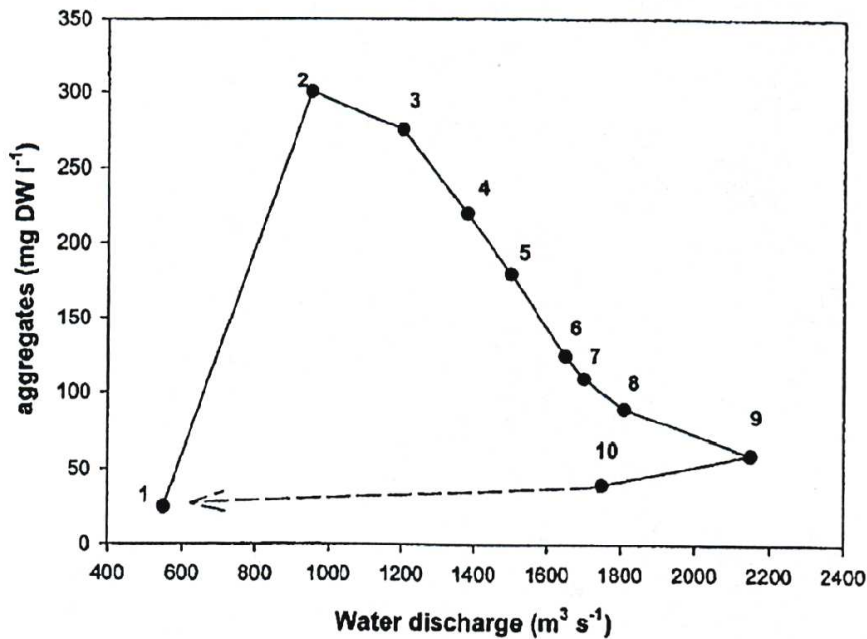


Abbildung 2-13 Zusammenhang Abflusskonzentration und Durchfluss bei Hochwasser [13]

Negative Effekte von Schwebstoffen

- Verlandungsprozesse können zur Verringerung der Durchflusskapazität und somit zu Ausuferungen bei Hochwasserereignissen führen. Bei Kraftwerken führen sie zur Reduktion des Speichervolumens.
- Toxikologische Verunreinigung durch Adsorption von Schadstoffen.
- Dämpfung von autotrophen Prozessen; diese können durch die Trübung beeinflusst werden.
- Mechanische Belastung für Bauteile und Lebewesen.
- Anhaften und Verenden von Organismen die zu nahe an die Feststoffe kommen.

2.4 Stand des Wissens zu Frachterhebungen

2.4.1 Schwebstoffe [11,14]

Eine Erhebung der Feststofffrachten in Gewässern ist nach der Wasserkreislauferhebungsverordnung (WKEV) erforderlich. Sie unterscheidet zwischen Basismessnetz und Sondermessnetz und die Daten aus dem Basismessnetz sollen anschließend im hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht werden. Die Messstellen dieses Basismessnetzes sind ortsfeste Einrichtungen welche über längere Zeiträume betrieben werden und zur Erstellung von Wasserhaushaltsbilanzen von Flussgebieten und zum Nachweis von Änderungen des Wasserkreislaufes dienen. Im Gegensatz dazu dienen die Sondermessstellen für Forschungszwecke oder werden im Zusammenhang mit wasser-wirtschaftlichen Projekten eingerichtet.

Die Messstellen müssen nach §5 (1) WKEV so ausgewählt werden, dass eine repräsentative Erfassung von Wasserstand, Durchfluss, Wassertemperatur und der Feststoffe innerhalb der unterschiedlichen hydrologischen Regime durchgeführt werden kann.

„Die repräsentative Erfassung bedeutet, dass die Ergebnisse der Messungen des Basismessnetzes mit Methoden der hydrologischen Regionalisierung Rückschlüsse auf unbeobachtete Gebiete und Wasserkörper [...] ermöglichen.“

Feststoffmessstellen im Sinne der WKEV sind ortsfeste Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Erfassung von Schwebstoffen und/oder Geschiebe. Es sind an solchen Messstellen auch der Wasserstand und der Durchfluss zu erfassen.

Zielsetzungen durch die Messstellen des Basismessnetzes:

- Erfassung der Einträge nach und der Austräge aus Österreich
- Erfassung der zeitlichen Verteilung und der Bilanz des Schwebstofftransportes in ausgewählten Gewässerabschnitten
- Erfassung der Einträge in ausgewählte Seen
- Abschätzung von Erosionsraten bzw. des Schwebstoffabtrages in ausgewählten Einzugsgebieten
- Erstellung langfristiger Monitoringreihen für die Abschätzung von Klimaeinflüssen auf Erosions- und Transportprozesse
- Erfassung von Daten für wissenschaftliche, wasserbauliche und ökologische Problemstellungen
- Ermöglichung von Prozess-, Ursachen- und Wirkungsanalysen

Kriterien für die Standortauswahl und allgemeine Bestimmungen der Messstellenausstattung

Gemäß §8 WKEV für die Standortwahl von Messstellen an Oberflächengewässern sind folgende Kriterien maßgeblich:

1. Das hydrologische Regime des Einzugsgebietes
2. Die Größe und die Höhenlage des Einzugsgebietes
3. Die geologischen und geomorphologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet
4. Die Gewässernetzdichte
5. Die anthropogenen Eingriffe in das Abflussgeschehen
6. Die Größe der Wasserfläche bei stehenden Gewässern
7. Die Grenznähe
8. Die ortsbezogenen Anforderungen (gerade Gewässerstrecke, stabiles Profil)
9. Die Eignung zur Abschätzung der Grundwasserneubildung gemäß der Quantitätszielverordnung für alle Grundwasserkörper und Gruppen von Grundwasserkörpern

Empfohlene Ausstattung einer Messstelle:

- Stromanschluss
- Vorrichtung zur Wartung und Reinigung der Sonde
- Messeilbahn
- Pegelhaus

Die Schwebstoffkonzentrationen unterliegen im Gewässer sowohl einer räumlichen als auch zeitlichen Variabilität. Die zeitlichen Schwankungen ergeben sich aus Änderungen des Durchflusses, Verfügbarkeit des Materials und des Niederschlages. Hingegen sind die Gründe für räumliche Schwankungen noch nicht restlos geklärt. Die unterschiedlichen

Strömungsverhältnisse über den Querschnitt spielen jedoch eine Rolle. Da eine Erfassung dieser Schwankungen mit einer Einpunkt- Entnahme häufig nicht ausreicht und eine Probenentnahme in einem geeigneten Raster nicht möglich ist, wird meist eine Kombination aus Probenentnahme und Trübungsmessungen angewendet. Dies ist möglich da die Trübung sehr gut mit der Schwebstoffkonzentration korreliert. Allerdings haben die Korngrößen einen Einfluss auf die Messergebnisse, deshalb müssen diese zusätzlich mit Probenentnahmen in Schwebstoffkonzentrationen umgerechnet werden.

Um die Variabilität der Schwebstoffe zu erfassen, gibt es folgende Methoden. [11]

Methoden zur Erfassung der zeitlichen Variabilität

Dafür kommt entweder das Direkte Probenentnahmeverfahren, bei dem an einer Stelle wiederholt Proben entnommen werden, oder das Indirekte Verfahren mittels Trübungsmessung in Frage.

Methoden zur Erfassung der räumlichen Variabilität

Hier wird bei den Direkten Probenentnahmeverfahren zwischen der Vielpunktentnahme und der Integrationsentnahme unterschieden.

Vielpunktentnahme

Sie ist die genaueste, aber auch aufwendigste Methode zur Bestimmung der Schwebstoffe. Der Querschnitt wird je nach Breite in fünf bis zehn Abschnitte unterteilt in denen in drei bis fünf verschiedenen Tiefen Proben entnommen werden. An den jeweiligen Entnahmestellen wird außerdem die örtliche Geschwindigkeit gemessen um die geschwindigkeitsgewichtete mittlere Schwebstoffkonzentration (s_m) zu ermitteln. Die Bedingungen während der Entnahme sollten möglichst stationär sein, um genauere Ergebnisse zu erzielen. Außerdem sollte das Entnahmegesetz isokinetisch sein.

Integrationsentnahme

Hier wird der Querschnitt ebenfalls in Abschnitte unterteilt. Der Unterschied zur Vielpunktentnahme ist, dass die Entnahme nicht punktwise in verschiedenen Tiefen sondern beim Absenken oder Anheben des Gerätes über die Tiefe erfolgt. Man erhält somit sofort die mittlere geschwindigkeitsgewichtete Schwebstoffkonzentration. Voraussetzung hierfür ist ein isokinetisches Einstromen in das Entnahmegesetz. Diese Methode ist zwar schneller aber auch, vor allem bei höherer Fließgeschwindigkeit, ungenauer als die Vielpunktentnahme. Sie wird vor allem bei starken zeitlichen Schwankungen der Strömungsverhältnisse angewendet.

Bei der Integrationsmethode gibt es zwei verschiedene Methoden. Einerseits die „Methode Identischer Breiten“, bei der das Profil in gleich breite Abschnitte unterteilt wird. Dabei ist die Sink- bzw. Hebegeschwindigkeit an allen Stellen gleich groß und es ergeben sich unterschiedliche Probenmengen. Anschließend wird die Schwebstoffkonzentration je Lotrechter bestimmt. Aus allen Proben wird anschließend die Schwebstoffkonzentration des Gesamtprofils berechnet. Diese Variante kann mit oder ohne Durchflussmessung erfolgen. Zweitens gibt es noch die „Methode Identischer Durchflüsse“. Hier wird der Querschnitt in Abschnitte mit gleichem Durchfluss aufgeteilt. Die Absenk- bzw. Hebegeschwindigkeit muss dabei nicht für alle Abschnitte gleich sein. Aufgrund weniger Messlotrechten ist diese Methode

zeitsparend, es werden allerdings die Kenntnisse über die Durchflussverhältnisse benötigt. Das arithmetische Mittel der einzelnen Schwebstoffkonzentrationen ergibt anschließend die mittlere Schwebstoffkonzentration.

Bei den Indirekten Verfahren werden sowohl Akustische, als auch optische Verfahren angewendet.

Akustische Verfahren

Bei den „Acoustic Doppler Current Profiler“ (ADCP) werden Ultraschallwellen ausgestrahlt, welche an der Gewässersohle und an Schwebstoffteilchen reflektiert werden. Die rückgestrahlte Echointensität ist sowohl von der Wellenlänge als auch von der Schwebstoffkonzentration und der Korngrößenverteilung abhängig. Gemeinsam mit zeitgleich entnommenen Proben können diese Intensitäten zu Schwebstoffkonzentrationen umgerechnet werden.

Optische Verfahren

Sinnvoll ist auch hier eine Kombination aus der Trübungsmessung und Kalibrierproben, um auch die zeitliche Variabilität zu bestimmen. Dafür werden sondennahe Einzelpunktentnahmen durchgeführt.

Mit der Verteilung der Schwebstoffkonzentration über das Querprofil wird die mittlere geschwindigkeitsgewichtete Schwebstoffkonzentration über das Querprofil ermittelt, welche zu einer Zeitreihe generiert wird. Durch Multiplikation dieser Zeitreihe mit der Zeitreihe des Durchflusses erhält man die Schwebstofffracht.

In Tabelle 2-1 sind die verschiedenen in Österreich angewendeten Messmethoden und die Häufigkeit ihrer Durchführung dargestellt.

Tabelle 2-1 Messmethoden und Häufigkeiten [11]

Parameter	Methode	Häufigkeit
Trübung	Trübungssonde	Kontinuierlich
Schwebstoffkonzentration in Sondennähe	Einzelpunktentnahme mit Schöpfgefäß oder Pumpsammler in Sondennähe (Kalibrierproben)	bei Hochwasser mind. täglich; bei mittlerer Schwebstoffführung mind. 1–2 x wöchentlich; bei niedriger Schwebstoffführung seltener
Verteilung der Schwebstoffkonzentration im Querprofil	Vielpunktentnahme, Integrationsentnahme, kombinierte ADCP-Messung mit Probenentnahme	2–4 x jährlich bei unterschiedlichen Durchflüssen je nach Absicherung des Querprofilbeiwertes
Korngrößen	Probenentnahme zur Gewinnung einer ausreichenden Menge an Schwebstoffen	anstrebenswert: mindestens 1x jährlich bei höherer Wasserführung

Analysetechnik [11]

Die abfiltrierbaren Stoffe werden mittels Druck- oder Vakuumfiltration durch Filter mit einem Porendurchmesser von 0,45µm abfiltriert und anschließend gravimetrisch bestimmt.

Plausibilitätsprüfung der Rohdaten [11]

Die aufgezeichnete Ganglinie vom Trübungssensor wird gemeinsam mit dem Durchfluss und den Schwebstoffkonzentrationen aufgezeichnet. Bei der Plausibilitätsprüfung müssen mögliche Einflüsse, sowohl natürliche und anthropogene, als auch gerätespezifische und Fehler bei der Probenahme berücksichtigt werden. Diese Einflüsse auf die Ganglinie müssen dann bewertet werden. Grundsätzlich gibt es hierfür drei verschiedene Möglichkeiten.

- Beibehaltung der Originaldaten, wenn natürliche und/oder anthropogene Einflüsse erkennbar und erklärbar sind.
- Beibehaltung der Originaldaten, wenn der Verlauf der Ganglinie nicht erklärbar ist, es sich aber nicht um Ausreißer handelt.
- Korrektur der Daten, wenn gerätespezifische bzw. messstellenbedingte Einflüsse erkannt werden oder es sich um Ausreißer handelt.

Eine Korrektur der Daten ist bei einer ausreichenden Anzahl von Kalibrierproben grundsätzlich möglich und es wird dadurch eine kontinuierliche Auswertung ermöglicht.

Bestimmung der kontinuierlichen Schwebstoffkonzentration an einem Punkt im Profil [11]

Für die Umrechnung der Sondenaufzeichnungen in sondennahe Schwebstoffkonzentrationen kann nach zwei verschiedenen Verfahren vorgegangen werden.

1. Sondenbeiwert (k_s)

Dieses Verfahren wird herangezogen, wenn die Kalibrierproben in einer hohen zeitlichen Dichte zur Verfügung stehen, aber der Zusammenhang aus Trübungsmessung und Kalibrierproben ungünstig ist.

Nach Berechnung des Sondenbeiwertes k_s (siehe Formel 13) erfolgt eine lineare Interpolation der aperiodischen Korrekturfaktoren.

$$k_s = \frac{s_k}{s_s} \quad (13)$$

- | | |
|-------|--|
| k_s | Sondenbeiwert |
| s_k | gravimetrisch bestimmte Schwebstoffkonzentration |
| s_s | zugehörige Sondenaufzeichnung |

2. Regressionsanalyse

Bei einer guten Korrelation zwischen Sondenwerten und Kalibrierproben und unregelmäßigen Entnahmeintervallen kann die Umrechnung über eine Regressionsanalyse erfolgen.

Bestimmung der Schwebstofffracht und der mittleren Schwebstoffkonzentration [11]

Für die Ermittlung der Schwebstofffrachten im Querprofil wird für jeden Punkt der Messlotrechten der Schwebstofftrieb durch Multiplikation der Konzentration s_0 mit der Fließgeschwindigkeit berechnet. Aus diesem erhält man durch Multiplikation mit der dazugehörigen Fläche die Schwebstofffracht. Durch Aufsummieren der einzelnen Teilfrachten ergibt sich die Fracht im Querprofil.

$$Q_s = \int_0^b \int_0^{t_w} s_0 * v * dt_w db \quad (14)$$

Q_s	Schwebstofffracht
s_0	Schwebstoffkonzentration
v	Fließgeschwindigkeit
t_w	Wassertiefe
b	Breite des Gewässers

Die mittlere Schwebstoffkonzentration des gesamten Querprofils ergibt sich als Quotient von dem in Formel 14 berechneten Schwebstofftransport und dem Durchfluss zum Zeitpunkt der Messung. Gegenüber einer einfachen Mittelwertbildung der einzelnen gemessenen Konzentrationen wird hier der Einfluss der Fließgeschwindigkeit berücksichtigt.

$$s_m = \frac{Q_s}{Q} \quad (15)$$

s_m	mittlere Schwebstoffkonzentration
Q_s	Schwebstofffracht
Q	Durchfluss

Ermittlung des Querprofilbeiwertes k_p und der kontinuierlichen mittleren Schwebstoffkonzentration im Profil [11]

Der Querprofilbeiwert ist ein Maß für die räumliche Variabilität der Konzentrationen und soll einen Zusammenhang zwischen der mittleren Schwebstoffkonzentration im Querprofil und der lokal gemessenen Konzentration herstellen und wird nach folgender Gleichung berechnet.

$$k_p = \frac{s_m}{s_k} \quad (16)$$

k_p	Querprofilbeiwert
s_m	mittlere Schwebstoffkonzentration
s_k	lokal gemessene Schwebstoffkonzentration

Der Querprofilbeiwert wird bei unterschiedlichen Durchfluss- und Konzentrationsbedingungen berechnet. Es ergibt sich ein messstellenspezifischer Zusammenhang zwischen Querprofilbeiwert und Durchfluss. Mittels Regressionsgleichungen können dann für beliebige Durchflüsse die zugehörigen Querprofilbeiwerte abgeschätzt werden.

Berechnung der Schwebstofffracht für beliebige Zeiträume [11]

Durch Multiplikation der Zeitreihen von Durchfluss und Schwebstofffracht erhält man die Schwebstofffracht für beliebige Zeiträume.

$$V_s = \int_{t_1}^{t_2} Q_s(t) dt \quad (17)$$

V_s	Schwebstofffracht für beliebige Zeiträume
-------	---

Q_s Schwebstofffracht
t Zeit

2.4.2 Allgemeine Gewässergüteparameter

Da die Konzentrationen in den Fließgewässern nicht nur räumlichen sondern auch zeitlichen Schwankungen unterliegen, können sich bei der Berechnung von Jahresfrachten aus einer geringen Anzahl an gemessenen Proben große Ungenauigkeiten ergeben.

Methoden [15] zur Bestimmung von Jahresfrachten

1. Mittelwert Berechnung

Bei der Mittelwert Berechnung wird das arithmetische Mittel aus 12 bzw. 24 einzelnen Konzentrations- Abflusspaaren berechnet, welches anschließend auf die Jahresfracht hochgerechnet wird.

$$L_m = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot Q_i}{n} \quad (18)$$

L_m arithmetisches Mittel der 12 bzw. 24 Frachten
i Entnahmenummer 1-12 bzw. 1-24
c_i Konzentration mit der Nummer i
Q_i Abfluss mit der Nummer i
n Anzahl der Entnahmen

2. Berechnung der Frachten mit Abflussanpassung

Die Frachten nach der Mittelwertberechnung werden mit einem Korrekturfaktor normiert und so an eine Fracht bei Mittelwasser angenähert. Die Begründung ist eine Über- bzw. Unterschätzung der Frachten bei hohen bzw. niedrigen Abflüssen während der Probennahme.

$$K_{\text{Korrekturfaktor}} = \frac{MQ}{Q_m} \quad (19)$$

MQ Mittlerer jährlicher Abfluss
Q_m Mittlerer Abfluss der Messungen

3. Bayrische Methode

Im deutschen Bundesland Bayern wird 12 Konzentrationen pro Jahr jeweils ein Abfluss zugewiesen. Dieser errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der Abflüsse, welche zwischen der jeweiligen Messung und der vorangegangenen bzw. der nachfolgenden Messung aufgetreten sind. Diese Methode kann ebenfalls mit 24 Entnahmen pro Jahr durchgeführt werden.

4. Methode nach International Commission for the Protection of Danube River (ICPDR)

Bei dieser Methode werden generell 25 Konzentrationen- Abfluss- Paare für die Berechnung herangezogen. Sollen die Ergebnisse dieser Methode mit denen der anderen Methoden verglichen werden, können jedoch auch 24 Werte für die Berechnung gewählt werden. Aus diesen 24 Konzentrationen wird die durchschnittliche monatliche Konzentration berechnet, welche anschließend zur Berechnung der mittleren Fracht herangezogen wird.

$$c_m = \frac{\sum_{i \in m} c_i * Q_i}{\sum_{i \in m} Q_i} \quad (20)$$

c_m Durchschnittliche monatliche Konzentration
 Q_i Abflüssen am Probenahmetag eines jeden Monats
 c_i Konzentration am Probenahmetag eines jeden Monats

$$L_m = c_m * Q_m * d * 0,0864 \quad (21)$$

L_m mittlere Fracht
 Q_m durchschnittlicher Abfluss des Monats oder Abfluss während der Messung
 d Anzahl der Tage

Die mittleren Frachten der einzelnen Monate werden anschließend zu Jahresfrachten aufsummiert.

5. FQ- Methode mit Hochwasser

Hier werden die Frachten aus den Konzentrationen und den zugehörigen Abflüssen berechnet und anschließend mit dem Abfluss in Beziehung gesetzt. Im FQ- Diagramm wird mit Hilfe einer Regressionsanalyse die Funktion berechnet. Die vorhandenen Abflüsse werden in diese Funktion eingesetzt um die Jahresfracht zu erhalten.

Das Verhältnis von Frachten zu Abfluss ist vom jeweiligen Stoff abhängig und wird in lineare und nicht lineare Beziehungen eingeteilt. Während die Konzentrations- und Frachtzunahme bei Chlorid, NO_3 und PO_4 linear sind, nehmen die $\text{NO}_3\text{-N}$ Frachten bei zunehmendem Abfluss linear ab. Das Verhalten von P_{tot} und Schwebstoffen kann meistens durch exponentielle Funktionen am besten beschrieben werden.

Hochwasserereignisse werden bei 12 bzw. 24 Entnahmen pro Jahr oft nicht berücksichtigt. Werden sie berücksichtigt, sind sie jedoch überrepräsentiert. Daher können zusätzlich zu den 12 bzw. 24 Entnahmen noch zwei und vier Entnahmen während Hochwasserereignissen simuliert werden. Es werden also 14 und 16 bzw. 26 und 28 Entnahmen herangezogen.

Da der größte Anteil der Jahresfrachten während Hochwasserereignissen transportiert wird, wirken sich Ungenauigkeiten während dieser viel stärker auf die Frachtermittlung aus als Ungenauigkeiten während Niederwasserzeiten.

Referenzfrachten [15]

Soll festgestellt werden, welche der oben beschriebenen Methoden die genauesten Ergebnisse für die verschiedenen Parameter liefert, müssen die berechneten Jahresfrachten mit Referenzfrachten verglichen werden. Diese Referenzfrachten werden durch Aufsummieren der durch kontinuierliche Aufzeichnungen der Konzentrationen und Abflüsse berechneten Frachten ermittelt.

Zusammenhang Konzentration- Abfluss [15]

Dieser Zusammenhang ist sehr stark vom jeweiligen Parameter und dessen Herkunft abhängig. Während z. B. Chlorid mit zunehmendem Abfluss meistens verdünnt wird, und die Konzentration somit abnimmt, ergibt sich bei Schwebstoffen meist eine größere Konzentration. Dies ist dadurch zu erklären, dass es bei starken Regenereignissen einerseits zu erhöhter Erosion und andererseits zu einer Remobilisierung von Sedimenten kommt.

Konzentrationen in Relation zu Abfluss und Zeit [15]

Die partikulär transportierten Stoffkonzentrationen wie Schwebstoffe, GP und TOC nehmen bei Hochwasserereignissen deutlich zu. Hierbei machen die partikulären Anteile des organischen Kohlenstoffes POC einen Großteil der TOC- Fracht aus. Die Parameter $\text{oPO}_4\text{-P}$ und NH_4 hingegen, zeigen bei einigen Hochwässern abnehmende, bei anderen zunehmende Konzentrationen. Chloridkonzentrationen nehmen in der Regel mit zunehmendem Abfluss aufgrund der Verdünnung ab. Bei NO_3 kommt es zu jahreszeitlichen Schwankungen aufgrund des temperaturabhängigen Einflusses der Denitrifikation.

Überlegungen zur Methodenauswahl [15]

Es gibt keine Methode, die für alle Stoffe die besten Ergebnisse erzielt. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden sind von der Transporteigenschaft des jeweiligen Stoffes (gelöst, partikulär) und der Wasserführung (trockenes, feuchtes Jahr, hohe Abflussteigerung bei Hochwasser) abhängig. Durch eine Steigerung von 12 auf 24 Messungen pro Jahr können die Ergebnisse für die Jahresfrachten deutlich verbessert werden.

Die Genauigkeit der Berechnung ist sowohl von der Variabilität der Konzentrationen, der gewählten Berechnungsmethode und der Anzahl der verwendeten Stichproben abhängig. Die einzelnen Stoffe können im Hinblick auf ihre Variabilität in vier verschiedene Gruppen unterteilt werden.

1. Gelöste Parameter mit einer vergleichsweise geringen Variabilität
Das sind $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ und Chlorid. In dieser Gruppe können die Jahresfrachten mit 24 Messwerten pro Jahr recht gut berechnet werden. Die besten Ergebnisse sind mit der Mittelwertmethode mit 24 Messwerten zu erzielen.
2. Gelöste Parameter mit fallweise kurzzeitigen Konzentrationsspitzen
Zu dieser Gruppe kann $\text{NH}_4\text{-N}$ gezählt werden. Hier ist die Genauigkeit der Ergebnisse stark vom Verhältnis zwischen Grundbelastung und Konzentrationsspitzen abhängig. Die Methoden Bayern mit 24 Messwerten und ICPDR mit 12 Messwerten pro Jahr haben hier die besten Ergebnisse geliefert.
3. Parameter, die zu einem großen Anteil partikulär transportiert werden und deren Transport somit durch den abflussbeeinflussten Schwebstofftransport geprägt ist.
Dazu zählt P_{tot} , TOC , N_{tot} und Schwermetalle in Gewässern wie der Donau. Hier können die genauesten Ergebnisse mit der Methode ICPDR erreicht werden.
4. Parameter die überwiegend partikulär transportiert werden und die abflussgeprägt eine sehr hohe Variabilität aufweisen.
Zu dieser Gruppe können die Schwebstoffe gezählt werden. Hier sind alle Methoden recht ungenau und bei einer beschränkten Anzahl an Stichproben kommt es bei den berechneten Jahresfrachten zu einer starken Abweichung gegenüber den Referenzfrachten. In dieser Gruppe ist eine Berücksichtigung von Hochwasserereignissen erforderlich. Dazu eignet sich generell die FQ- Methode am Besten. Bei falscher Anwendung kann sie die Ergebnisse allerdings noch stärker verfälschen als bei Anwendung der anderen Methoden.

Obwohl der Schwerpunkt der Untersuchungen die dieser Diplomarbeit zugrunde liegen auf der Analyse der räumlichen Variabilität liegt, sind die hier erläuterten Fakten und Methoden zur Berücksichtigung der zeitlichen Variabilität von großer Bedeutung. Da sich teilweise sehr große Ungenauigkeiten in den Jahresfrachten aufgrund der geringen Anzahl an Proben ergeben, wird es umso wichtiger die Schwankungen in der Berechnung der Frachten aufgrund der räumlichen Variabilität so gering wie möglich zu halten. Die Qualität der Ergebnisse der Jahresfrachten ist sowohl von der Berücksichtigung der räumlichen als auch zeitlichen Variabilität abhängig. Die Schwankungen die sich daraus ergeben sollen für beide so gering wie möglich gehalten werden.

2.5 Motivation dieser Arbeit

Die EU- Wasserrahmenrichtlinie fordert einen guten Zustand für alle Fließgewässer bis 2015. Für die Bewertung des Ist- Zustandes von Gewässern und die Planung von Maßnahmen zur Erreichung als auch die Kontrolle des guten Zustandes ist eine Überwachung von Güteparametern erforderlich.

Für die Betrachtung der Flusseinzugsgebiete sind Frachterhebungen von wesentlicher Bedeutung, da sie die Grundlage für eine Stoffbilanzierung von Gewässersystemen darstellen. Sie geben Auskunft über die Summe der Austräge von Stoffen aus einem Gebiet und werden für die Überprüfung der Effektivität von Maßnahmen benötigt. Konzentrationen sind wichtige Faktoren für die Auswirkungen der Stoffeinträge auf die Fließgewässer können alleine aber nicht dieselben Informationen liefern.

Bei der Berechnung der Frachten tritt das Problem auf, dass sowohl die Abflussverhältnisse hohen zeitlichen als auch die Stoffkonzentrationen hohen räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterliegen. Da die Gewässerfrachten meist in Jahresfrachten angegeben werden, die häufig aufgrund von 12 oder 24 Einzelmessungen berechnet werden, kann es zu großen Ungenauigkeiten kommen. Im Kapitel 2.4.2 wurden einige Methoden beschrieben, die zu einer Verbesserung der Frachtberechnung führen. Allerdings unterliegen die Konzentrationen auch räumlichen Schwankungen im Querprofil. Eine Entnahme mehrerer Proben über den Querschnitt, wie im Kapitel 2.4.1 beschrieben, ist jedoch nicht immer möglich. In der GZÜV wird gefordert, bei der Probenahme auf die Repräsentativität der Proben zu achten. Da aber keine konkreten Vorgaben diesbezüglich erwähnt werden, setzt sich diese Diplomarbeit mit der Fragestellung auseinander, wie groß die Schwankungen über Querprofile verschiedener Fließgewässertypen sind und worauf bei der Probenahme Rücksicht genommen werden soll. Auch mögliche Schwankungen die sich durch die Probenahme und die Analyse ergeben sollen analysiert werden. Des Weiteren wird untersucht, an welchen Stellen eines Querprofiles die gemessenen Konzentrationen zu den Frachten führen, welche den gesamten Querschnitt am besten repräsentieren. Das Ziel dieser Diplomarbeit ist die Auflistung von Empfehlungen zur Vorgehensweise der Probenahme in den verschiedenen Gewässertypen unter Berücksichtigung der eben genannten Aspekte.

3 Untersuchungsgebiete und Methoden

3.1 Durchführung der Probenahme

1. und 2. Durchgang

Der im Folgenden beschriebene methodische Ablauf der Probenahme wurde mit Ausnahme der Stelle in St. Veit an der Gölsen je zweimal durchgeführt.

Nach der Auswahl der geeigneten Stelle wurde ein Maßband über das Fließgewässer gespannt. Die Stationierung erfolgte dabei immer vom orographisch linken zum rechten Ufer. Je nach Typ und Breite des jeweiligen Fließgewässers wurde in 0,5m oder 1m Schritten die Wassertiefe gemessen. Da keine Informationen über die Veränderungen der Morphologie der Gewässersohle in den Zwischenbereichen vorhanden sind, kommt es hier zu einer möglichen Fehlerquelle. Deswegen wurde bei auffälligen Sprüngen oder starken Veränderungen der Sohlmorphologie die Gewässertiefe auch an diesen Stellen gemessen.

Anschließend erfolgte eine Bestimmung der Fließgeschwindigkeit mittels hydrologischen Flügels. Details hierzu werden im Kapitel 3.2 genauer beschrieben. Die Temperatur, der pH-Wert, der Sauerstoffgehalt und die Sauerstoffsättigung wurden mit Sonden pH/Oxi 340i/SET und die Leitfähigkeit mit Sonden LF 323-B/Set bestimmt. Diese wurden vor jeder Beprobung kalibriert. Zuletzt wurden Proben über den Querschnitt und je nach Gewässertyp in verschiedenen Tiefen genommen. Diese wurden anschließend im Labor untersucht.

Hochwasser

Da im Juni 2009 an allen untersuchten Gewässern ein Hochwasserereignis stattfand, wurde die Chance genutzt, dieses in das Untersuchungsprogramm zu integrieren. Dies ist sinnvoll um die zeitlichen Schwankungen von Gewässergütekonzentrationen abschätzen zu können. Da zum Beispiel bei den Schwebstoffen ein Großteil der Jahresfrachten während eines Hochwassers abgeführt wird. Allerdings war es aufgrund der Abflusssituation nicht möglich über den gesamten Querschnitt der Fließgewässer Proben zu entnehmen. Deswegen wurden die Proben vom Ufer aus mit Hilfe eines Schöpfgefäßes an einer langen Stange entnommen. Auch ein Messen mit Sonden im Gewässer war ausgeschlossen. Die Messungen wurden daher im Anschluss an die Beprobung in den Flaschen durchgeführt.

An der Stelle in Absdorf war es nicht möglich Proben zu entnehmen da die Stelle unzugänglich war.

3. Durchgang

Während in Durchgang eins, zwei und bei der Hochwasserbeprobung Fragen nach der räumlichen und zeitlichen Variabilität im Vordergrund standen, sollte im dritten Durchgang untersucht werden, welche Schwankungen auftreten, wenn an ein und derselben Stelle mehrere Proben entnommen werden. Es wurden daher sowohl kurzfristig auftretende Schwankungen als auch die Unsicherheiten bei der Probennahme und Analyse bestimmt. An zwei Positionen in den Fließgewässern wurden jeweils fünf Proben entnommen. Um auch bei den Werten, welche mittels Sonden bestimmt werden, eine mögliche Variabilität festzustellen, erfolgten die Messungen in den Flaschen. An jenen Stellen an denen eine Online-Durchflussmessung vorhanden ist, wurde die Geschwindigkeit nur an den jeweiligen

Entnahmestellen gemessen. An allen anderen Messstellen wurde wie bei den ersten beiden Durchgängen, eine Abflussbestimmung mittels Geschwindigkeitsmessungen über den gesamten Querschnitt vorgenommen.

Da sich sowohl die zwei Stellen an der Unrechttraisen als auch Große und Kleine Tulln und die zwei Stellen an der Schmida jeweils sehr ähnlich sind, wurden beim dritten Durchgang nicht mehr alle Stellen untersucht. Die Stelle in St. Aegydt am Neuwalde an der Unrechttraisen, die Stelle in Sieghartskirchen an der Kleinen Tulln und die Stelle in Absdorf an der Schmida wurden nicht mehr berücksichtigt.

Probenahme

Die Probenahme erfolgte mit einer 1l PE- Flasche, welche vor der Befüllung dreimal mit dem Bachwasser gespült wurde. Bei der Entnahme wurde die verschlossene Flasche in die gewünschte Tiefe geführt, vorsichtig geöffnet und wieder verschlossen nach oben gebracht. Die Tiefe wurde mit einer Stange gemessen. Da keine biologischen Parameter zu bestimmen waren, wurde die Flasche nicht bis zum Rand vollgefüllt, um für die Bestimmung der Schwebstoffe im Labor eine vollständige Homogenisierung der Probe durch schütteln zu erleichtern. Vor allem bei den Bodennahen Proben war besonders darauf zu achten, kein Sediment aufzuwirbeln. Beim Auftreten unplausibler Werte wurden diese als Ausreißer aus dem Datensatz entfernt und für die weitere Betrachtung nicht berücksichtigt. Insgesamt mussten lediglich zwei Werte aus dem Datensatz entfernt werden.

Behandlung von Ausreißern:

Bei den Schwebstoffen gab es einen Ausreißer. Da die Probe nahe am Grund entnommen wurde und dieser sehr schlammig war kann davon ausgegangen werden, dass Sediment aufgewirbelt wurde. Daher wurde diese Probe bei der weiteren Auswertung nicht herangezogen. Auch beim Chlorid gab es einen Ausreißer, welcher ebenfalls aus dem Datensatz entfernt wurde.

An einem Tag kam es jedoch bei den Chloridkonzentrationen immer wieder zu deutlichen Konzentrationsschwankungen. Da kein Fehler in der Analyse gefunden werden konnte, wurden die Werte bei der weiteren Auswertung berücksichtigt.

3.2 Flügelmessungen

Für die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit wurde der Querschnitt je nach Gewässerbreite und Sohlmorphologie in einzelne Abschnitte mit einer Breite von 0,5 oder 1m unterteilt. In diesen Abschnitten wurde entsprechend der Gewässertiefe meist in verschiedenen Tiefen gemessen.

Die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit erfolgte mittels hydrologischen Flügeln des Typ Ott C2 und Ott C31. Die Entscheidung für den jeweiligen Flügel wurde vor Ort anhand der geschätzten Fließgeschwindigkeit getroffen.

Zur Messung der Fließgeschwindigkeit wurde ein 30 Sekunden- Intervall gewählt. Vor Ort wurde die Anzahl der Umdrehungen in 30 Sekunden notiert und später mit Hilfe der jeweiligen Kalibrierungsformel die Geschwindigkeit berechnet. Da vor allem beim kleineren Flügel Schwankungen auftraten, wurde die Messung wiederholt und anschließend der Mittelwert der beiden Werte für die Berechnung herangezogen.

Zu beachten ist, dass die bei der Beprobung gemessenen Durchflüsse in den meisten Fällen nicht mit den aufgezeichneten Pegelwerten aus dem Internet (Wasserstandsnachrichten des Landes NÖ) übereinstimmen. Bei fast allen Stellen gibt es eine Abweichung von ca. 10%. An der Großen Tulln sind die Abweichungen kleiner am Göllersbach jedoch deutlich größer. Die Berechnung der aufgezeichneten Durchflüsse erfolgt mittels Schlüsselkurve aus dem kontinuierlich gemessenen Wasserstand. Eine mögliche Ursache für die großen Abweichungen ist die Berechnung mit den falschen Schlüsselkurven. Wird für die Berechnung der Frachten der Pegel aus der Internet-Datenbank herangezogen, ergeben sich somit möglicherweise erste Ungenauigkeiten.

3.3 Analyse der Proben

Die Proben wurden in einer Kühlbox ins Labor des Institutes für Wassergütwirtschaft an der TU Wien gebracht und dort analysiert. Dabei wurden die Parameter TOC, DOC, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, GN, PO₄-P, GP, Cl und SS untersucht.

Die Tabelle 3-1 zeigt die dafür angewendeten genormten Methoden.

Tabelle 3-1 Untersuchte Parameter mit angewendetem Verfahren und Normen

DIN	DEV	EN	ISO	ÖNORM	Standard Methods	APHA/AWWA/WPCF
38409 Teil 3	H3	1484				
38409 Teil 3	H3	1484				
38406 Teil 5	E5-1		7150			
38405 Teil 10	D10	26777	6777	M 6282		
					4500NO-E 4-135	418C
	H36					
38405-D11-3	D11-2	1189	6878:2004			
	D11	6878:2004	6878:2004	M 6237		
38405 Teil 20	D20	10304-1	10304-2			
38409	H2					

	Thermischer Aufschluss	
	Thermischer Aufschluss	
	Photometrische Bestimmung als Indophenolblau nach Berthelot	
	Photometrische Bestimmung mit Sulfanilamid und N-(1-Naphthyl)-ethyldiamin	
	Reduktion zu Nitrit mit Cd	
	Gesamt Stickstoff Bestimmung (als NO ₃ -N nach 418 C) nach Aufschluss mit Peroxodisulfat im MW	
	Photometrische Bestimmung mit Ammoniummolybdat	
	Photometrische Bestimmung mit Ammoniummolybdat nach Aufschluss mit Peroxodisulfat im MW	
	Ionenchromatographie	
	Abfiltrierbare Stoffe	
TOC		
DOC		
NH ₄ -N		
NO ₂ -N		
NO ₃ -N		
GN		
PO ₄ -P		
GP		
Cl		
SS		

3.4 Auswertung der Analyseergebnisse

Nach der Analyse der Proben im Labor folgte die statistische Auswertung und graphische Darstellung um Rückschlüsse auf die räumliche und zeitliche Variabilität der Konzentrationen treffen zu können und eine Aussage der Auswirkungen dieser Variabilität auf die Frachtberechnung machen zu können. Diese Ergebnisse werden im Kapitel 4 dargestellt.

- Gemessene Konzentrationen

In diesem Kapitel werden die Konzentrationen ausgewählter Parameter über alle Entnahmetage an den verschiedenen Stellen präsentiert. Mit dem Programm SigmaPlot 9.0 wurden Box Plots der gemessenen Konzentrationen dargestellt. Dies sind Diagramme zur graphischen Darstellung der Verteilung von Daten [27]. Dabei werden die 95- und 5- Perzentile als Punkt, die 90- und 10- Perzentile mit einem kurzen Querstrich die 75- und 25- Perzentile mit einem Rechteck, der Median mit einem langen Querstrich und der Mittelwert mit einer strichlierten Linie dargestellt. Dafür wurden die gemessenen Konzentrationen der ersten beiden Durchgänge, und an jenen Stellen, an denen drei Beprobungen stattfanden, auch diese herangezogen. Die während des Hochwassers ermittelten Konzentrationen wurden in einer weiteren Graphik dargestellt. Da hier meist nur zwei bis drei Proben pro Stelle entnommen wurden, würde eine gemeinsame Darstellung diese Werte als Ausreißer darstellen.

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick über die zeitliche Variabilität der Konzentrationen der ausgewählten Güteparameter für die unterschiedlichen Messstellen aufzuzeigen. Für einen übersichtlichen Vergleich der unterschiedlichen Messstellen und somit auch der Gewässertypen, wurden die Konzentrationen jedes Parameters für alle Messstellen gemeinsam dargestellt.

- Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt

Wird bei der Durchführung der Probenahme nur eine einzelne Probe entnommen, und aus der daraus bestimmten Konzentration die Fracht des gesamten Querschnittes berechnet, wäre es sehr wichtig, dass diese Probe möglichst repräsentativ für den gesamten Querschnitt ist. Deswegen beschäftigt sich dieses Kapitel mit der möglichen Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt. Es sollen mögliche Zusammenhänge der Verteilungen aufgezeigt werden. Zur leichteren Veranschaulichung wird die Variabilität der gemessenen Konzentrationen graphisch dargestellt. Dazu wurde das Programm Surfer 8.0 verwendet. Hier werden den verschiedenen Punkten x und y Koordinaten und ein Wert (z) zugeordnet. Mit der Methode „Kriging“ interpoliert das Programm die Werte zwischen diesen Punkten. „Kriging“ ist ein geostatistisches Verfahren zur Interpolation von Daten an Orten ohne Messwert unter Berücksichtigung der räumlichen Varianz [28].

An der Wasseroberfläche und am Grund des Fließgewässers wurden keine Proben entnommen. Da die Werte an diesen Stellen jedoch für die Darstellung erforderlich waren, wurden für die Oberfläche die Werte der höchsten und für den Untergrund die der tiefsten Entnahmestelle herangezogen. Jeder Punkt mit einem zugeordneten Wert ist mit einem Kreuz gekennzeichnet. Die Stellen an denen dagegen tatsächlich ein gemessener Wert vorliegt wurden mit einem Punkt markiert. Um bei breiten Fließgewässern mit geringer Tiefe eine bessere Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wurden die Profile überhöht dargestellt.

- Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit

Um herauszufinden ob die Verteilung der Konzentrationen von der Fließgeschwindigkeit beeinflusst wird, wurden Korrelationen zwischen den Konzentrationen der ausgewählten Parameter und der Fließgeschwindigkeit erstellt. Dafür wurde die Funktion „Scatter Plot“ im Programm SigmaPlot 9.0 genutzt. Es erfolgte eine Gegenüberstellung der ersten beiden Durchgänge. Zur Unterscheidung der beiden wurden sie in verschiedenen Farben dargestellt.

- Querprofilbeiwert

Aus den im Labor bestimmten Konzentrationen wurden mit der Vielpunktmethode die Frachten bestimmt. Dafür wurden die einzelnen Konzentrationen mit den Teildurchflüssen multipliziert. Um die Durchflüsse zu erhalten, wurden die gemessenen Fließgeschwindigkeiten mit den dazugehörigen Teilflächen multipliziert. Durch Aufsummieren der einzelnen Teilfrachten erhält man die Gesamtfracht des Querprofiles. Die mittlere Konzentration der verschiedenen Parameter wird durch Division dieser Gesamtfracht durch den gesamten Abfluss an der jeweiligen Messstelle berechnet.

Der Querprofilbeiwert ist ein Maß für die räumliche Variabilität der Konzentrationen und stellt das Verhältnis der mittleren Konzentration zur tatsächlich gemessenen Konzentration an den verschiedenen Punkten im Querprofil dar. Er wird nach Formel 16 im Kapitel 2.4.1 berechnet. Anschließend wird der Querprofilwert in Relation zur Breite aufgetragen. Dies erfolgte im Programm SigmaPlot 9.0 mit der Funktion „Scatter Plot“.

- Frachtenberechnung

Für die Bestimmung der Frachten in einem Gewässer, wird meist eine Probe entnommen und aus der ermittelten Konzentration mit dem gesamten Abfluss die mittlere Fracht des ganzen

Querschnittes berechnet. Es soll nun untersucht werden, wie groß die Abweichungen der so erhaltenen Frachten im Vergleich zur Referenzfracht sein können. Dazu wurden die Frachten aus den Konzentrationen der an beiden Ränder und aus der Mitte entnommenen Proben berechnet. An jenen Stellen an denen am Rand oder in der Mitte eine Entnahme in verschiedenen Tiefen stattfand, wurden diese Fälle ebenfalls unterschieden. Um festzustellen, ob es zu einer Verbesserung der Ergebnisse kommt, wenn mehrere Proben über den Querschnitt genommen werden ohne die Geschwindigkeit in den jeweiligen Punkten zu bestimmen, wurde der Mittelwert aus allen Konzentrationen gebildet und daraus ebenfalls die mittlere Fracht berechnet. Auch der Mittelwert aus einer Probe vom Rand und einer in der Mitte bzw. aus zwei Proben vom Rand wurde für die Berechnung der Frachten herangezogen. Für alle so erhaltenen Frachten wurde die Abweichung von der Referenzfracht bestimmt. Als Referenzfracht dient die durch die Vielpunktmethode berechnete Fracht.

Um zu ermitteln an welcher Stelle des Querschnitts eine Entnahme die Besten Ergebnisse liefert, wurden aus den Abweichungen der ermittelten Frachten aus den unterschiedlichen Positionen von den Referenzfrachten an allen Gewässern und für alle Parameter die 90- und 10- Perzentile berechnet. Deren Differenz wird mit Vertrauensintervall bezeichnet. Dies ist der Bereich in dem 80% der berechneten Abweichungen liegen.

Um einen Vergleich der verschiedenen Gewässertypen vornehmen zu können, wurde das Vertrauensintervall aller Messstellen der Klasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches und der Gräben und Kanäle bestimmt. Hier wurden die Daten der ersten beiden Durchgänge an den verschiedenen Gewässertypen für die Berechnung des Vertrauensintervalls herangezogen. An den beiden Gewässerklassen Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf wurde die Beprobung jeweils nur an einer Stelle vorgenommen, daher ist die Datenmenge zu gering um 90- und 10- Perzentile berechnen zu können und es wurden die einzelnen Abweichungen analysiert. Da nicht an allen Fließgewässern eine Entnahme sowohl am Rand als auch in der Mitte in mehreren Tiefen erfolgte, wurde bei der Betrachtung der einzelnen Gewässertypen nur zwischen einer Probe vom Rand, von der Mitte, dem Mittelwert aus vielen und dem Mittelwert aus einer Probe vom Rand und einer in der Mitte bzw. aus zwei Proben vom Rand unterschieden.

- Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer

Um zu belegen, welche Schwankungen bei einzelnen Proben, einerseits aufgrund natürlicher Gegebenheiten und andererseits durch die Probenahme und Analyse im Labor, auftreten können, wurden beim dritten Durchgang jeweils fünf Proben an derselben Position eines Fließgewässers entnommen. Diese fünf Proben wurden jeweils mit Serie eins und zwei bezeichnet. Aus den ermittelten Konzentrationen wurde die Abweichung jeder einzelnen Probe vom Mittelwert berechnet. Um einen Vergleich der Variabilität in einem Punkt mit der räumlichen Variabilität zu erhalten, wurde aus den Konzentrationen der ersten beiden Durchgänge ebenfalls die Abweichung vom Mittelwert bestimmt. Diese Ergebnisse wurden nebeneinander als Box Plots jeweils für die verschiedenen Gewässertypen dargestellt. Aufgrund der geringen Datenmenge im dritten Durchgang kann das Programm für diese jedoch nur 25- und 75- Perzentile und nicht die 10- und 90-Perzentile berechnen. Für einen möglichen Zusammenhang der Schwankungen an einem Punkt mit der Fließgeschwindigkeit, erfolgte

zusätzlich eine Gegenüberstellung der beiden Serien für die drei Gewässertypen Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches, Kanal und Graben.

Im Zuge der Auswertung hat sich gezeigt, dass es sinnvoller gewesen wäre, diese Untersuchung in die ersten beiden Beprobungen zu integrieren.

3.5 Untersuchungsgebiete

3.5.1 Ausgewählte Fließgewässer

Um bei der Untersuchung die Auswirkungen der Abflussbedingungen auf die Verteilung der Konzentrationen zu erheben, wurden Messstellen an verschiedenen Typen von Gewässern gewählt. Bei der Wahl der jeweiligen Stelle, wurde wenn möglich ein Ort mit Online Durchflussmessung des Landes NÖ herangezogen. An diesen Stellen konnten die gemessenen Durchflüsse mit den aufgezeichneten verglichen werden. Die Unterscheidung der einzelnen Messstellen erfolgte wie in Kapitel 2 beschrieben in die Gewässertypen Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches, Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches, Mäandrierender Mittellauf, Kanal und Graben.

Tabelle 3-2 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

Beprobungsst. Gewässer	Breite	Max. Tiefe	Verhältnis B/T	Q	EZG-Fläche	MQ MQ/A	Morphologie
St. Aegydt Unrechttreisen	7,20m 6,70m	0,45m 0,40m	16 16,75	2,84m ³ /s 2,09m ³ /s	51,7km ²	1,32m ³ /s 25,5l/(skm ²)	Unregelmäßiger Oberlauf
Hohenberg Unrechttreisen	11m 11m	0,55m 0,48m	20 22,92	4,76m ³ /s 3,81m ³ /s	n.b.	2,60m ³ /s 25,5l/(skm ²) ₁	Unregelmäßiger Oberlauf
Leitsberg Laabenbach	6,45m 7,20m	0,22m 0,19m	29,32 37,89	0,20m ³ /s 0,18m ³ /s	n.b.	n.b. 6,1l/(skm ²) ₂	Unregelmäßiger Oberlauf
Cholerakapelle Schwechat	10,0m 16,80m	0,66m 0,71m	15,15 23,66	1,54m ³ /s 3,98m ³ /s	181km ²	1,54m ³ /s 8,5 l/(skm ²)	Oberlauf mit Prall- und Gleithang

Tabelle 3-3 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches

Beprobungsst. Gewässer	Breite	Max. Tiefe	Verhältnis Breite/Tiefe	Q	EZG-Fläche	MQ MQ/A	Morphologie
St. Veit Gölsen	10,30m	1m	10,30	2,51m ³ /s	211,1km ²	3,39m ³ /s 16,1l/(skm ²)	Kiesbänke an den Ufern Kolk in der Mitte

Tabelle 3-4 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Mäandrierender Mittellauf

Beprobungsst. Gewässer	Breite	Max. Tiefe	Verhältnis B/T	Q	EZG-Fläche	MQ MQ/A	Morphologie
Tribuswinkel Schwechat	7,30m 10,0m	0,86m 0,90m	8,49 11,11	1,39m ³ /s 3,09m ³ /s	n.b.	n.b. 8,5 l/(skm ²) ³	Prall- und Gleithang; Trapezprofil

¹ Übernommen von St. Aegydt am Neuwalde

² Übernommen von Siegersdorf

³ Übernommen von der Cholerakapelle

Tabelle 3-5 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Kanal

Beprobungsstelle Gewässer	Breite	Max. Tiefe	Verhältnis Breite/Tiefe	Q	EZG- Fläche	MQ MQ/A	Morphologie
Sieghartskirchen Kleine Tulln	4,50m 4,50m	0,39m 0,36m	11,54 12,50	0,22m ³ /s 0,18m ³ /s	68,5 km ²	n.b. 6,1l/(skm ²) ₄	Flaches Trapezprofil
Laxenburg Schwechat	13,70m 13,90m	0,29m 0,48m	47,95 28,96	0,89m ³ /s 6,52m ³ /s	n.b.	n.b. 8,5 l/(skm ²) ₅	Flaches Trapezprofil
Siegersdorf Große Tulln	9,0m 10,90m	0,53m 0,77m	16,98 14,15	1,24m ³ /s 0,70m ³ /s	202,3 km ²	1,24m ³ /s 6,1l/(skm ²)	Flaches Trapezprofil

Tabelle 3-6 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Graben

Beprobungsst Gewässer	Breite	Max. Tiefe	Verhältnis B/T	Q	EZG- Fläche	MQ MQ/A	Morphologie
Hollenstein Schmida	2,60m 3,20m	0,54m 0,45m	4,81 7,11	0,25m ³ /s 0,49m ³ /s	212 km ²	0,25m ³ /s 1,2 l/(skm ²)	Tiefes Trapezprofil
Absdorf Schmida	2,90m 3,30m	0,55m 0,64m	5,27 5,15	0,32m ³ /s 0,76m ³ /s	n.b.	n.b. 1,2 l/(skm ²) ⁶	Tiefes Trapezprofil
Obermallebar n Göllersbach	4,70m 5,00m	0,66m 0,63m	7,12 7,94	0,26m ³ /s 0,29m ³ /s	379,9 km ²	0,39m ³ /s 1,0l/(skm ²)	Tiefes Trapezprofil

3.5.2 Unrechttraisen

Die Unrechttraisen ist einer der beiden Quellflüsse der Traisen, welcher sich bei Freiland, mit der Türnitzer Traisen zur Traisen vereinigt. Sie entspringt in den nördlichen Kalkalpen und fließt bis Untermittlerbach in einem Sohlenkerbtal, später in einem engen Kerbtal. Ihre wichtigsten Zubringer sind der Keerbach und der Weißenbach. Das Einzugsgebiet, welches bis zur Messstelle in St. Aegydt am Neuwalde 51,7 km² beträgt, besteht zum größten Teil aus Wald und Weiden. In St. Aegydt am Neuwalde und in Hohenberg leiten zwei Kläranlagen mit 3.500 und 3.000 EW in die Unrechttraisen ein. [16, 17, 18, 19]

An der Unrechttraisen wurden zwei Stellen für die Beprobung gewählt. Die erste in St. Aegydt am Neuwalde und die zweite in Hohenberg.

In Tabelle 3-7 sind die auftretenden Abflüsse seit Beginn der Aufzeichnung im Jahr 1983 aufgelistet. MQ ist das arithmetische Mittel der Abflüsse in der angegebenen Zeit. NQ und HQ sind der niedrigste und der höchste Abfluss in der Aufzeichnungs- Periode. Die Daten entstammen aus dem hydrographischen Jahrbuch von Österreich 2006 und sind für alle vorhandenen Stellen angeführt.

⁴ Übernommen von Siegersdorf

⁵ Übernommen von der Cholerakapelle

⁶ Übernommen von Hollenstein

Tabelle 3-7 Durchfluss St. Aegydt am Neuwalde von 1983- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)

	m ³ /s	Datum
NQ	0,39	06.02.1994
MQ	1,32	
HQ	11,0	08.07.1997

Da der Pegel in Hohenberg nicht im hydrographischen Jahrbuch vorhanden ist, es aber eine Online- Pegelmessstelle gibt, wurden hier die Daten von der Homepage des Landes Niederösterreich verwendet. In dieser Quelle wurden jedoch nur das MQ und das HQ aufgelistet.

Tabelle 3-8 Durchfluss Hohenberg [20]

	m ³ /s	Datum
MQ	2,60	
HQ	44,2	07.09.2007

Um die Durchflüsse während der Beprobungszeitpunkte besser einordnen zu können, ist in der folgenden Graphik die Aufzeichnung der Durchflüsse an der Pegelmessstelle in Hohenberg aufgezeichnet. Die Zeitpunkte der ersten beiden Durchgänge der Beprobung wurden mit einem grünen, die der Hochwasserbeprobung mit einem roten und die des dritten Durchganges mit einem gelben Punkt gekennzeichnet.

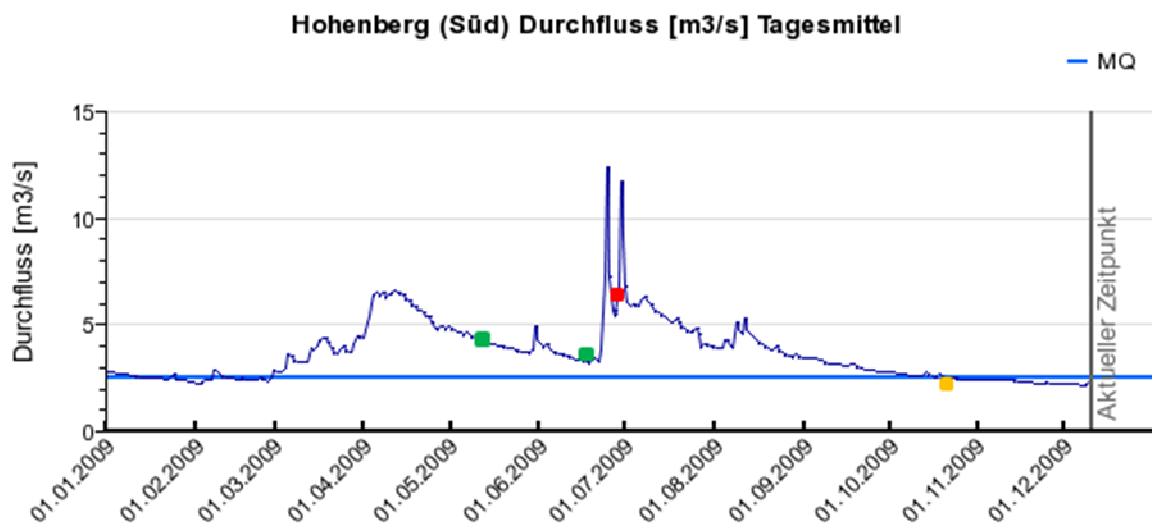


Abbildung 3-1 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Hohenberg [20]

St. Aegyd am Neuwalde

**Abbildung 3-2 Probenahmestelle St. Aegyd - Unrechttraisen**

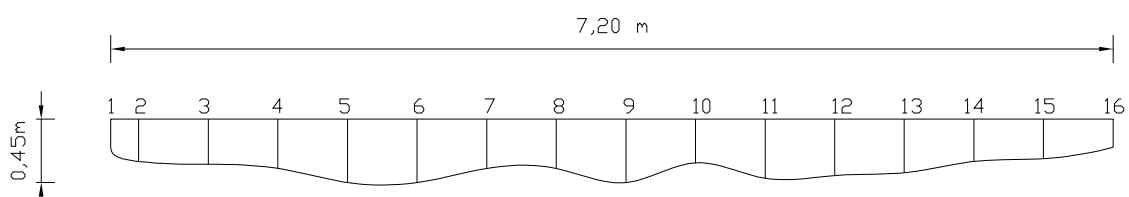
Diese Stelle liegt am Oberlauf der Unrechttraisen. Der Untergrund besteht aus grobem Kies und teilweise liegen größere Steine im Gewässer. Generell ist das Bachbett eher flach und gleichmäßig.

Circa 10m flussauf der Messstelle mündet linksufrig ein Rohr in die Unrechttraisen (siehe Abbildung 3-2). Um den Einfluss dieser Punktquelle auf die Verteilung der Konzentrationen zu untersuchen, wurde davon ebenfalls eine Probe entnommen.

1. Durchgang

Am 14.05.2009 war die Unrechttraisen an dieser Stelle 7,20m breit und die maximale Tiefe betrug 0,45m. Wie in Abbildung 3-3 zu sehen ist, gab es in der Mitte zwei etwas flachere Bereiche. Vor der Probenahme hat es sehr stark geregnet und auch während der Probenahme gab es zeitweise Regenschauer. Deshalb lag der Durchfluss an diesem Tag mit $2,84\text{m}^3/\text{s}$ deutlich über dem mittleren Durchfluss von $1,33\text{m}^3/\text{s}$.

In Abbildung 3-3 ist das Querprofil an dieser Stelle beim ersten Durchgang am 14.05.2009 dargestellt. Die Zahlen in der Graphik stellen die Stationierungen dar, an denen die Fließgeschwindigkeit gemessen und die Proben entnommen wurden, wie im Kapitel 3.1 beschrieben.

**Abbildung 3-3 Querprofil in St. Aegyd am 14.05.2009**

2. Durchgang

Da der am 18.06.2009 gemessene Durchfluss von $2,09\text{m}^3/\text{s}$ einen Einfluss auf die benetzte Böschung hat, waren hier sowohl die Breite mit $6,70\text{m}$, als auch die maximale Tiefe mit $0,40\text{m}$ etwas geringer. Das Bachbett war ebener als bei der letzten Beprobung. Es war an diesem Tag sonnig, heiß und es gab keinen Niederschlag.

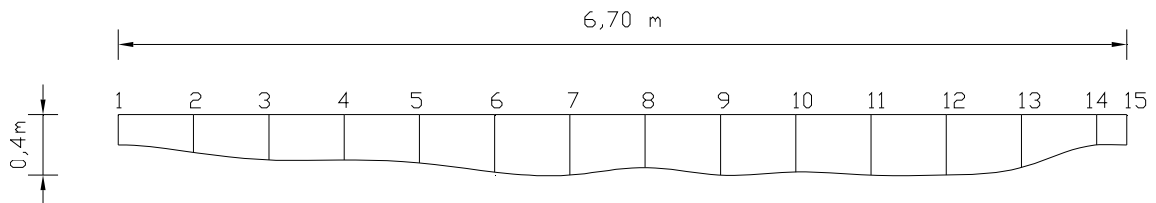


Abbildung 3-4 Querprofil in St. Aegydt am 18.06.2009

Hohenberg



Abbildung 3-5 Probenahmestelle Hohenberg - Unrechttraisen

Hohenberg ist die zweite Stelle an der Unrechttraisen die beprobt wurde. Im Gegensatz zu St. Aegydt am Neuwalde war das Bachbett in Hohenberg, sowohl der Untergrund als auch die Wassertiefe, viel unregelmäßiger. So wechselten sich Stellen mit Sand und feinerem und größerem Kies ab. Auch hier gab es vereinzelte große Steine im Bachbett. Aufgrund der unterschiedlichen Tiefen und die durch große Steine beeinflusste Strömung, variierte auch die Fließgeschwindigkeit über den Querschnitt sehr stark. Ca. 30m oberhalb der Messstelle macht die Unrechttraisen eine Kurve und auf der linken Seite ragen Sträucher weit in das Bachbett hinein und beeinflussen ebenfalls die Strömung in einem Bereich von ca. zwei Metern. An dieser Stelle gibt es keinerlei Uferbefestigungen das Flussbett der Unrechttraisen ist hier etwas breiter.

1. Durchgang

Durch die starken Regenfälle kam es zu einem Durchfluss der mit $4,76\text{m}^3/\text{s}$ fast doppelt so hoch war, als der mittlere Durchfluss von $2,60\text{m}^3/\text{s}$. Die Unrechttraisen hatte am 14.05.2009 in Hohenberg eine Breite von 11m und eine maximale Tiefe von 0,55m. Auf der orographisch linken Seite bestand das Bachbett aus Kies und bei der Position 9 (siehe Abbildung 3-6) gab es eine Kiesanlandung mit geringerer Tiefe. Von Position 10 bis 20 bestand der Untergrund aus Grobkies und in der flachen Zone am rechten Ufer aus Sand

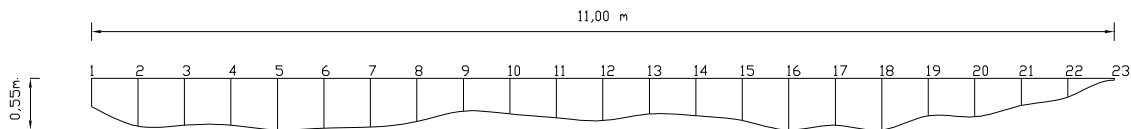


Abbildung 3-6 Querprofil in Hohenberg am 14.05.2009

2. Durchgang

Die Breite betrug am 18.06.2009 ebenfalls 11m. Da der Durchfluss mit $3,81\text{m}^3/\text{s}$ zwar geringer, aber immer noch über dem mittleren Durchfluss lag, betrug die maximale Tiefe zu diesem Zeitpunkt nur 0,48m. Beim Vergleich der Abbildung 3-6 und Abbildung 3-7 ist zu erkennen, dass sich das Profil am linken Rand etwas verändert hat. An diesem Tag war es sonnig und es gab keinen Niederschlag.

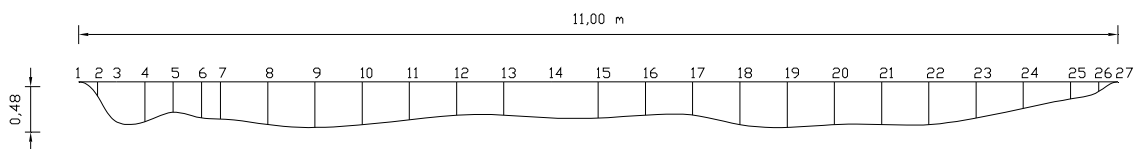


Abbildung 3-7 Querprofil in Hohenberg am 18.06.2009

3.5.3 Gölsen

Ihren Namen bekommt die Gölsen östlich von Hainfeld nach der Vereinigung aus Fliedersbach und Gerstbach. Kurz darauf mündet der Ramsaubach, welcher auch Innere Gölsen genannt wird, ein. Die Gölsen fließt Richtung Osten durch die Flyschzone, bis sie in Traisen in die Traisen mündet. Die Höhendifferenz, die die 15km lange Gölsen dabei zurücklegt beträgt in etwa 80m. Ihre wichtigsten Zubringer sind der Halbach, der Wiesenbach und der Schwarzenbach. Der Fluss ist mit sehr vielen Sohlstufen verbaut, kann allerdings in einem relativ breiten Flussbett Schotterbänke bilden. Das Einzugsgebiet beträgt an der Messstelle in St. Veit an der Gölsen $211,1\text{km}^2$. [17, 18, 19, 21]

Tabelle 3-9 Durchfluss St. Veit an der Gölsen von 1981- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)

	m ³ /s	Datum
NQ	0,30	29.11.192
MQ	3,39	
HQ	300	07.07.1997

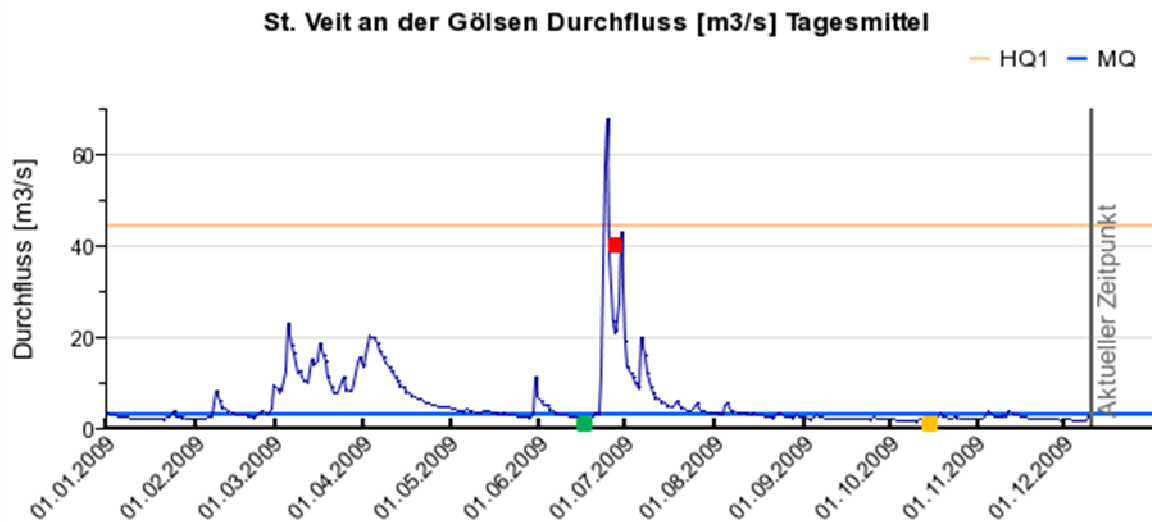


Abbildung 3-8 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in St. Veit an der Gölsen [20]



Abbildung 3-9 Probenahmestelle St. Veit an der Gölsen - Gölsen

An der Gölsen wurde die Probenahme an der Pegelmessstelle bei St. Veit unterhalb einer Steinschwelle durchgeführt. Während das orographisch rechte Ufer sehr flach zuläuft und es in diesem Bereich so gut wie keinen Abfluss gibt, ist die Fließgeschwindigkeit in der Mitte beachtlich. dort vertieft sich das Flussprofil. Das linke Ufer ist nicht so flach wie das rechte Ufer

und die Fließgeschwindigkeit ist dort größer. Der Untergrund reicht von Kies in den Randzonen bis zu großen abgerundeten Steinen in der Mitte.

Da der Abfluss zu späteren Zeitpunkten zu groß war, konnte diese Stelle nur einmal untersucht werden.

1. Durchgang

Mit einem Durchfluss von $2,51\text{m}^3/\text{s}$ der etwas geringer als der mittlere Durchfluss von $3,39\text{m}^3/\text{s}$ war, einer Breite von $10,30\text{m}$ und einer maximalen Tiefe von $1,0\text{m}$ war dies die tiefste aller untersuchten Stellen.

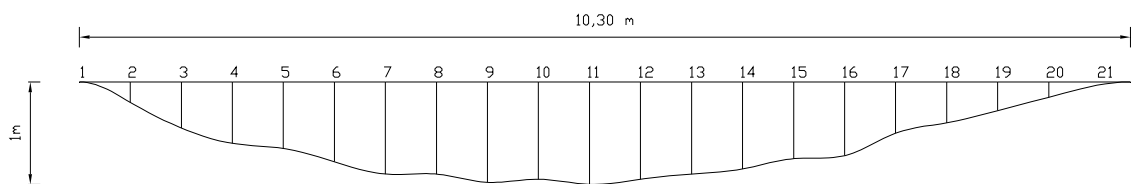


Abbildung 3-10 Querprofil in St. Veit am 18.06.2009

3.5.4 Laabenbach

Der Laabenbach ist der Oberlauf der Großen Tulln, welche ihren Namen allerdings erst ab Neulengbach trägt. Er entspringt am Pass Klammhöhe und durchfließt bis zur Namensänderung die Flyschzone. Aufgrund des überwiegend undurchlässigen Untergrundes im Einzugsgebiet, gelangt der Niederschlag sehr schnell in das Fließgewässer. [22]



Abbildung 3-11 Probenahmestelle Leitsberg - Laabenbach

Die gewählte Stelle am Laabenbach liegt ein kleines Stück unterhalb von Leitsberg und ist sehr flach und breit. An der orographisch linken Seite ist der Untergrund sandig, während er auf der rechten Seite aus Kies besteht. Vereinzelt liegen etwas größere Steine im Bachbett. Diese führen zu Stellen mit geringerer Fließgeschwindigkeit. Die Strömungsschatten der Steine waren bei der Flügelmessung deutlich messbar. Das Ufer ist auf der linken Seite mit sehr großen Steinen befestigt. Diese haben jedoch durch das Hochwasser, welches deutlich unter dem HQ 1 lag, zum Teil ihre Position verändert.

1. Durchgang

Am 26.05.2009 betrug der Durchfluss $0,20\text{m}^3/\text{s}$. Der Laabenbach war an der ausgewählten Messstelle $6,45\text{m}$ breit und die maximale Tiefe lag $0,22\text{m}$. Bei der Position 5 (siehe Abbildung 3-12) lag ca. 2m Flussauf ein etwas größerer Stein im Wasser, der eine deutliche Beeinflussung der Geschwindigkeit in diesem Bereich mit sich zog. Das Wetter war an diesem Tag sonnig und es gab keinen Niederschlag.

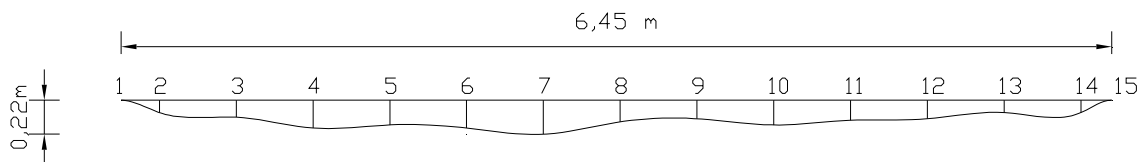


Abbildung 3-12 Querprofil in Leitsberg am 26.05.2009

2. Durchgang

Obwohl der Durchfluss am 15.06.2009 mit $0,18\text{m}^3/\text{s}$ etwas geringer als beim ersten Mal war, betrug die Breite diesmal $7,20\text{m}$. Dafür war die maximale Tiefe nur $0,19\text{m}$. Auch an diesem Tag wurde die Geschwindigkeit im Bereich von Position 6 und 7 (siehe Abbildung 3-13) von Steinen beeinflusst. Beim Vergleich der Abbildung 3-12 und Abbildung 3-13 erkennt man, dass sich das Bachbett zwischen den Beiden Zeitpunkten kaum verändert hat. Das Wetter war an diesem Tag stark bewölkt und in der Früh gab es etwas Nieselregen.

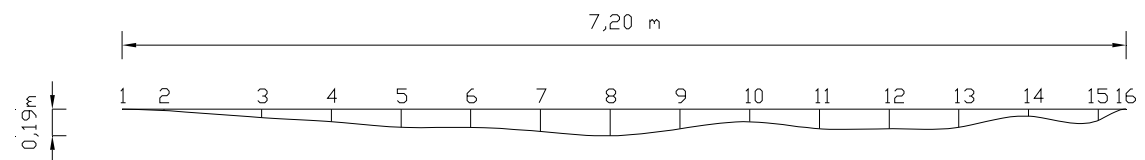


Abbildung 3-13 Querprofil in Leitsberg am 15.06.2009

3.5.5 Große Tulln

Sie entspringt als Laabenbach am Pass Klammhöhe und trägt ihren Namen ab Neulengbach. In Neulengbach durchquert sie einen schmalen Streifen der Subalpinen Molasse und anschließend bis Judenau die Molasse Zone. Da das Einzugsgebiet sehr flach ist, kommt es trotz des gering durchlässigen Materials in diesem Gebiet zu einem niedrigen Oberflächenabfluss. Von Judenau bis zur Mündung in Tulln in die Donau durchfließt sie eine quartäre Schotterfläche. Auch hier ist nur mit geringem Oberflächenabfluss zu rechnen, da ein Großteil des Niederschlages versickert. Die Große Tulln legt über ihre 40km Länge eine Höhendifferenz von 423m zurück.

Die wichtigsten Zubringer der Großen Tulln sind der Gernbach, der Brandbach, der Lengbach, der Buchenbach, der Dambach, der Seebach, der Anzbach, der Raipoltenbach, der Moosbach und die Kleine Tulln, welche allerdings nur zum Teil, seit der Errichtung des Kraftwerkes in Greifenstein (1981-1985), eingeleitet wird.

Aufgrund der undurchlässigen Bodenschichten im Oberlauf der Großen Tulln (Laabenbach) ist der Unterschied zwischen Mittel- und Hochwasser sehr groß (siehe Tabelle 3-10). Daher wurden in der Vergangenheit viele Bereiche in Siedlungsgebieten stark ausgebaut. Mittlerweile erfolgten teilweise Renaturierungsmaßnahmen.

Das Einzugsgebiet an der Pegelstelle in Siegersdorf ist 202,3km² groß und durch landwirtschaftlich genutzte Flächen geprägt. Dadurch kommt es zu einer diffusen Belastung. Aber auch eine Belastung durch den Ablauf einer Kläranlage mit 47.000 EW ist an dieser Stelle gegeben.

Durch die Errichtung des Kraftwerkes Greifenstein wird im Unterlauf ein Teil der Großen Tulln durch die Donau zurückgestaut.

[18, 19, 22]

Tabelle 3-10 Durchfluss Siegersdorf von 1956- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)

	m ³ /s	Datum
NQ	0,05	20.08.1993
MQ	1,24	
HQ	183	08.07.1997

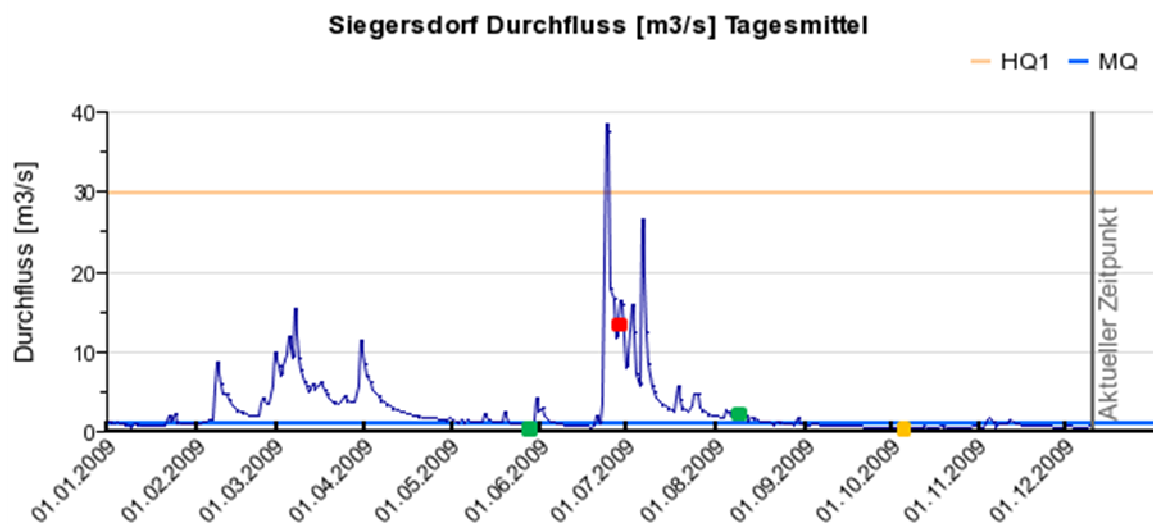


Abbildung 3-14 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Siegersdorf [20]**Abbildung 3-15 Probenahmestelle Siegersdorf – Große Tulln**

An der Großen Tulln wurde eine Stelle ca. 20m oberhalb der Pegelmessstelle in Siegersdorf gewählt. Der Untergrund besteht aus Sand und Kies und ist eben, allerdings auf der orographisch linken Seite etwas tiefer. Aufgrund der starken Trübung, war bei der ersten Beprobung nicht zu erkennen, dass am Grund des Gewässers ein kleines Rohr einmündet. Um eine eventuelle Beeinflussung durch eine Punktquelle auszuschließen, fand die zweite Beprobung einige Meter oberhalb dieses Rohres statt. An dieser Stelle war ein deutlicherer Unterschied in den Wassertiefen vorhanden. Auch war der Untergrund auf der rechten Seite wesentlich schlammiger. Die Große Tulln ist in diesem Bereich sehr gestreckt. Oberhalb dieser Stelle fließt sie in einer leichten Rechtskurve.

Während das Wasser bei den ersten zwei Beprobungen aufgrund erhöhter Schwebstoffkonzentrationen sehr trüb war, gab es bei der dritten Beprobung eine geringere Schwebstoffkonzentration was zu einer guten Sicht führte.

1. Durchgang

Die Breite betrug am 26.05.2009 9,0m und die maximale Tiefe 0,53m. Mit einem Durchfluss von $0,84\text{m}^3/\text{s}$ kam es an diesem Tag zu einem etwas geringeren Durchfluss als das MQ von $1,24\text{m}^3/\text{s}$. Auf der rechten Seite des Fließgewässers kam es zu einer deutlichen Schaumbildung.

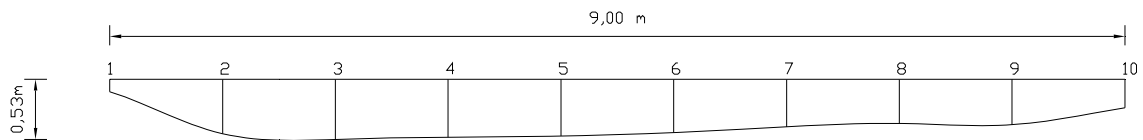


Abbildung 3-16 Querprofil in Siegersdorf am 26.05.2009

2. Durchgang

Aufgrund des Positionswechsels unterschied sich das Profil am 15.06.2009 deutlich von der ersten Beprobung. Während der Untergrund bis zur Position 10 (siehe Abbildung 3-17) aus Sand und vereinzelt Steinen bestand, war er danach im flacheren Bereich sehr schlammig. Die Breite betrug hier 10,90m und die maximale Tiefe war trotz des geringeren Durchflusses von $0,70\text{m}^3/\text{s}$ an dieser Stelle mit 0,77m deutlich tiefer als an der ersten Messstelle. Das Wetter war an diesem Tag bewölkt und in der Früh gab es Nieselregen. Die Schaumbildung trat diesmal auf der linken Seite auf.

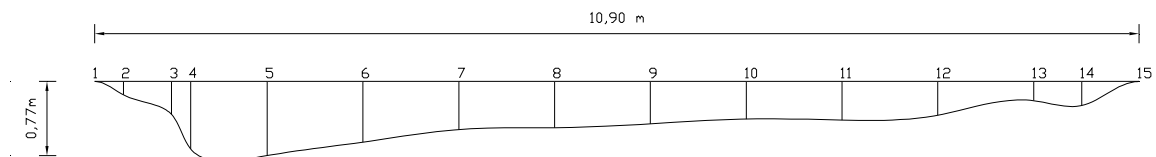


Abbildung 3-17 Querprofil in Siegersdorf am 15.06.2009

3.5.6 Kleine Tulln

Die Kleine Tulln entspringt in Rekawinkel und fließt in einem langgestreckten Kanal. Bis Kogel fließt sie durch die Flyschzone, anschließend durch einen schmalen Streifen der Subalpinen Molasse. Von Sieghartskirchen bis Judenau durchquert sie die Molasse Zone. In Judenau wird seit der Errichtung des Kraftwerkes Greifenstein (1981-1985) der Großteil der Kleinen Tulln in die Große Tulln eingeleitet. Der Rest fließt im alten Bachbett welches in quartären Schotterflächen verläuft und an die Altarme zwischen Langenlebar und Greifenstein angeschlossen wurde. Diese fließen unterhalb des Kraftwerkes in die Donau.

Ihre wichtigsten Zubringer sind der Haberbach, der Schönbach, der Röhrenbach, der Rossbach und der Elsbach. [23]



Abbildung 3-18 Probenahmestelle Sieghartskirchen – Kleine Tulln

An der Kleinen Tulln gibt es zwar keine Online- Durchflussmessung, allerdings eine Pegelmessstelle in Sieghartskirchen. Diese wurde für die Untersuchung herangezogen. Die Entnahme erfolgte 5m oberhalb der Schwelle. Hier gibt es große Steine als Uferbefestigung und der Untergrund besteht aus Sand und vereinzelt Steinen. Der Grund der Kleinen Tulln ist relativ eben und sandig bis schlammig. Die Fließgeschwindigkeit ist in der Mitte größer als am Rand. Oberhalb der Entnahmestelle macht das Fließgewässer eine starke Linkskurve, sonst ist er in diesem Bereich vollkommen gerade. Das Einzugsgebiet an der Messstelle beträgt $68,5\text{km}^2$. [18]

1. Durchgang

Am 26.05.2009 war die Kleine Tulln an dieser Stelle 4,50m breit und an der tiefsten Stelle 0,39m tief. Der Durchfluss an diesem Tag betrug $0,22\text{m}^3/\text{s}$. Bei Position 10 (siehe Abbildung 3-19) lag ein Stein oberhalb der Stelle an der die Flügelmessung stattfand so dass sich ein deutlicher Strömungsschatten ausbildete. Die Kleine Tulln war an diesem Tag aufgrund der hohen Schwebstoffkonzentrationen sehr trüb. Wie an der Große Tulln kam es zu einer leichten Schaumbildung.

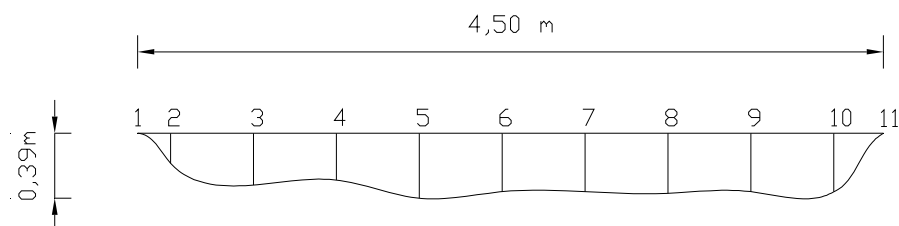


Abbildung 3-19 Querprofil in Sieghartskirchen am 26.05.2009

2. Durchgang

Die Breite war am 15.06.2009 ebenfalls 4,50m. Da der Durchfluss mit $0,18\text{m}^3/\text{s}$ jedoch etwas geringer war als bei der letzten Beprobung, betrug die maximale Tiefe nur 0,36m. Hinter dem Hindernis kam es zu diesem Zeitpunkt zu keiner Ausbildung eines Strömungsschatten. Generell war die Fließgeschwindigkeit in der Mitte geringfügig größer als an den Ufern. Die Trübe aufgrund der Schwebstoffe der Kleine Tulln war geringer und auch Schaumflocken traten nur vereinzelt auf.

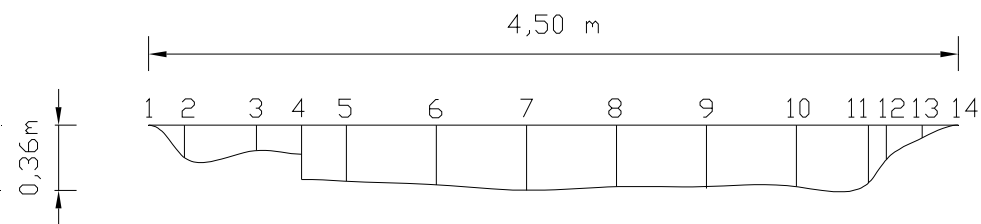


Abbildung 3-20 Querprofil in Sieghartskirchen am 15.06.2009

3.5.7 Göllersbach

Der Göllersbach bildet einen Graben und entspringt westlich des Schlosses Ernstbrunn. Von dort fließt er nach Westen bis Hollabrunn und anschließend nach Süden. Er mündet bei Stockerau in den „Stockerauer Arm“ welcher unterhalb des Kraftwerkes Greifenstein als „Krumpenwasser“ in die Donau mündet. Auf einer Länge von 61km überwindet er eine Höhendifferenz von 145m. Das Einzugsgebiet in Obermallebarn ist $379,9\text{km}^2$ groß und besteht zum größten Teil aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. In Hollabrunn wird der Göllersbach durch einen Auslauf der Kläranlage mit 30.000 EW belastet. [18, 19, 24]

Aufgrund des geringen Niederschlages im Weinviertel führen die meisten Bäche in dieser Umgebung sehr wenig Wasser. Durch Regulierungen und Begradigungen welche zum Teil bereits im 19. Jahrhundert durchgeführt wurden, haben die Gewässer außerdem einen großen Teil ihres natürlichen Flusslaufes verloren. Durch diffuse Einträge aus der Landwirtschaft, welche in diesem Bereich sehr massiv sind, werden die Bäche zusätzlich belastet. [9]

Tabelle 3-11 Durchfluss Obermallebarn 1971-2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)

	m^3/s	Datum
NQ	0,07	22.09.1992
MQ	0,39	
HQ	32,3	07.06.2003

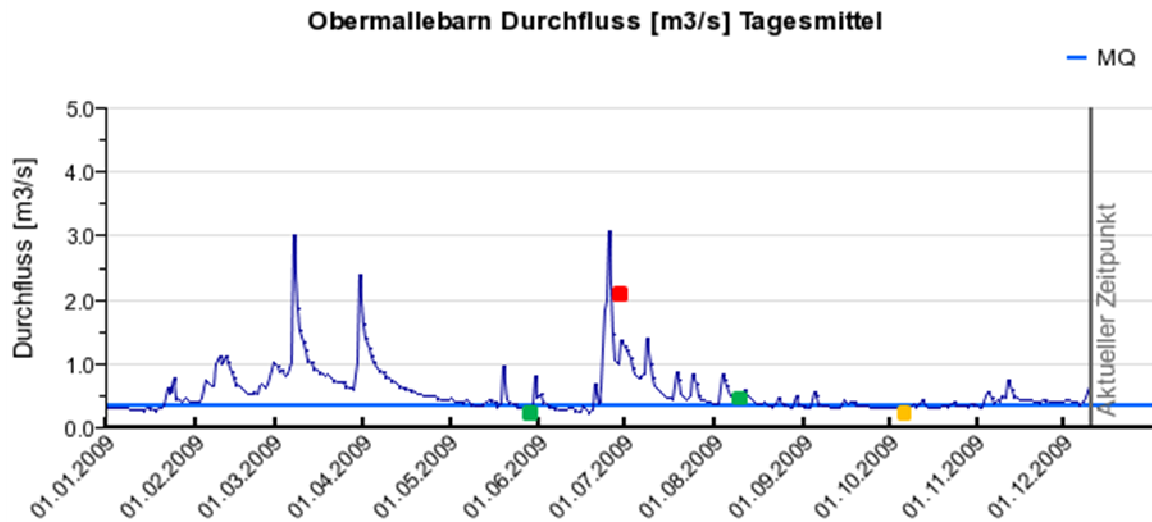


Abbildung 3-21 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Obermallebarn [20]



Abbildung 3-22 Probenahmestelle Obermallebarn - Göllersbach

Die Probenahme am Göllersbach wurde in Obermallebarn, einige Meter oberhalb der Pegelmessstelle durchgeführt. Der Göllersbach ist an der gewählten Stelle relativ tief. Der Untergrund ist sehr schlammig und entlang der Ränder der Gewässersohle verläuft eine alte Uferbefestigung, welche abgerutscht ist. Sowohl in der Mitte des Fließgewässers, als auch an den Rändern gibt es einen starken Pflanzenbewuchs. Vor allem im Sommer kamen dadurch am Rand sehr geringe Fließgeschwindigkeiten zustande. Die Fließgeschwindigkeiten variierten trotz der homogenen Morphologie stark zwischen den flachen Rändern und der tiefen Mitte. Allerdings gab es auch im stärker durchströmten Zentrum Stellen mit geringerer Geschwindigkeit die auf einen starken Pflanzenbewuchs oberhalb der Messpunkte zurückzuführen sind.

Das Wasser war an allen Entnahmetagen Schwebstoffreich und damit sehr trüb. Die Sichttiefe betrug kaum 10 cm.

1. Durchgang

Der Durchfluss betrug am 28.05.2009 $0,26\text{m}^3/\text{s}$ und lag somit etwas unter dem mittleren Abfluss von $0,38\text{m}^3/\text{s}$. Der Göllersbach war $4,70\text{m}$ breit und an seiner tiefsten Stelle $0,66\text{m}$ tief. In den Randbereichen bis Position 5 und ab Position 10 (siehe Abbildung 3-23) war ein sehr starker Pflanzenbewuchs vorhanden. Es war an diesem Tag bewölkt. Die zwei vorhergehenden Tage gab es immer wieder Gewitterregen.

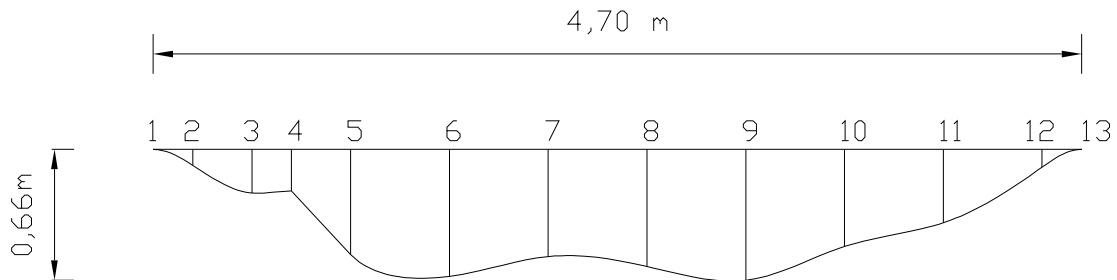


Abbildung 3-23 Querprofil in Obermallebarn am 28.05.2009

2. Durchgang

Am 09.08.2009 war der Göllersbach $5,00\text{m}$ breit und bis zu $0,63\text{m}$ tief. Der Durchfluss betrug zum Zeitpunkt der Beprobung $0,29\text{m}^3/\text{s}$ und lag somit ebenfalls unter dem mittleren Abfluss. Dieses Mal waren die Pflanzen in den Randbereichen noch dichter und es kam an diesen Stellen fast zum völligen Erliegen der Fließgeschwindigkeit. Bei der Position 5 (siehe

Abbildung 3-24) gab es ebenfalls eine Strömungsberuhigte Zone aufgrund Massiven Pflanzenbewuchses. Es war bewölkt und in der Früh hat es etwas geregnet.

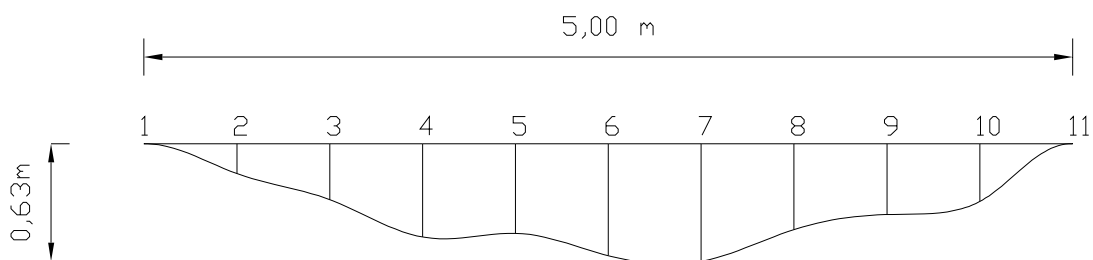


Abbildung 3-24 Querprofil in Obermallebarn am 09.08.2009

3.5.8 Schmida

Die Schmida entspringt östlich der Ortschaft Harmannsdorf und fließt nordöstlich bis Eggenburg. Dort fließt sie Richtung Süden ins Schmidatal. In Hippersdorf gelangt sie ins nördliche Tullner Becken wo sie ab Trübenensee stark mäandrierend als Aubach bis zum „Stockerauer Arm“ fließt. Auf ihrer Länge von 74km legt sie eine Höhendifferenz von 195m zurück.

Die Schmida ist dem Göllersbach, sowohl vom grabenartigen Bachbett als auch von der Wasserqualität sehr ähnlich.

An der Schmida wurden an zwei verschiedenen Stellen Messungen durchgeführt. An der ersten Messung in Hollenstein beträgt das Einzugsgebiet 212km². Bereits oberhalb dieser Beprobungsstelle gibt es einige Kläranlagen die in die Schmida münden. Die größte befindet sich in Eggenburg mit 15.000 EW. Zwischen den beiden Messstellen gibt es noch in Ziersdorf eine Kläranlage mit 11.000 EW. Außerdem wird die Schmida sehr stark durch diffuse Quellen aus der Landwirtschaft beeinflusst.

[18, 19, 25]

Tabelle 3-12 Durchfluss Hollenstein von 1971- 2006 (aus dem Hydrographischen Jahrbuch von Österreich 2006)

	m ³ /s	Datum
NQ	0,0	05.01.1993
MQ	0,25	
HQ	12,3	04.09.1979

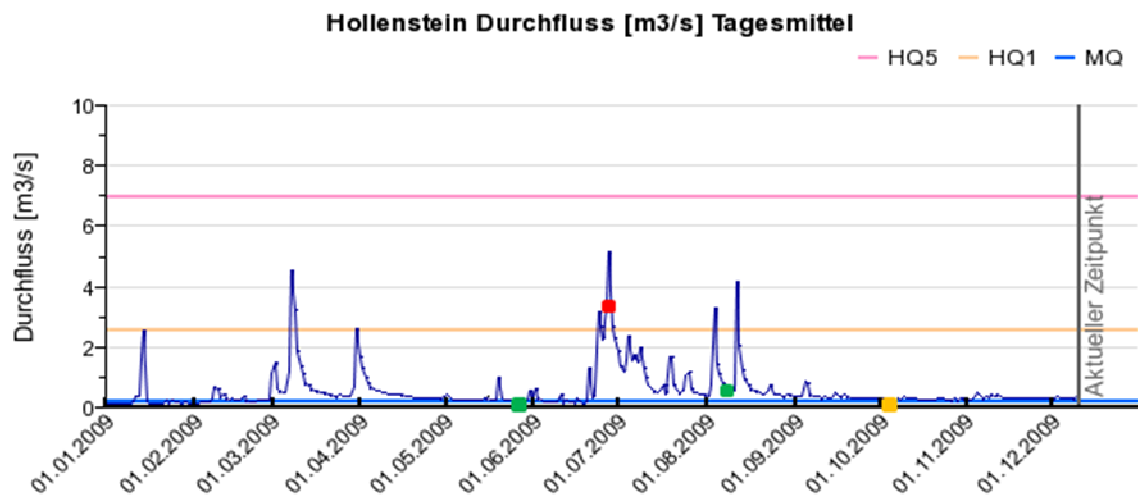


Abbildung 3-25 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Hollenstein [20]

Hollenstein



Abbildung 3-26 Probenahmestelle Hollenstein - Schmida

Die Probenahme der ersten Beprobungsstelle der Schmida erfolgte einige Meter oberhalb der Pegelmessstelle in der Nähe von Hollenstein. Die Schmida ist an dieser Stelle sehr eben, geradlinig und der Untergrund ist sandig. Vereinzelt liegen einige Steine am Grund. Wie auch am Göllersbach gibt es eine Uferbefestigung, die auch hier bereits teilweise ins Wasser gerutscht ist. Die Strömungsverhältnisse sind auch hier vom starken Pflanzenbewuchs beeinflusst.

1. Durchgang

Die Breite der Schmida betrug am 28.05.2009 2,60m und die maximale Tiefe war 0,54m. Der Durchfluss lag bei $0,23\text{m}^3/\text{s}$ was annähernd einer Mittelwasserführung von $0,25\text{m}^3/\text{s}$ entspricht. Die Fließgeschwindigkeit war an den Ufern durch den Einfluss von Wasserpflanzen stark verhindert. Bei Position 6 (siehe Abbildung 3-27) wurde ebenfalls eine durch Wasserpflanzen verursachte Reduktion der Fließgeschwindigkeit ermittelt. Im Querprofil ist die eingesackte Uferbefestigung deutlich zu sehen (Position 2-3). Aufgrund der hohen Schwebstoffkonzentrationen war das Wasser sehr trüb. Es herrschte trockenes Wetter, an den zwei vorigen Tagen gab es allerdings immer wieder Gewitter.

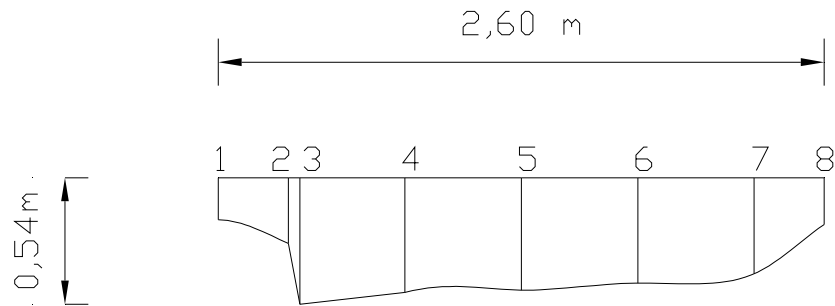


Abbildung 3-27 Querprofil in Hollenstein am 28.05.2009

2. Durchgang

Durch das Hochwasser, welches zwischen der ersten und der zweiten Beprobung am 09.08.2009 stattfand, wurden Teile der alten Uferbefestigung endgültig stromabwärts transportiert. Deswegen ist ein deutlicher Unterschied in den Querprofilen der beiden Beprobungszeitpunkte zu erkennen (Vergleich Abbildung 3-27 mit Abbildung 3-28). Da der Durchfluss an diesem Tag mit $0,49 \text{ m}^3/\text{s}$ deutlich höher war als bei der ersten Beprobung und des mittleren Abflusses, betrug die Breite 3,20m und die maximale Tiefe 0,45m. Auch an diesem Tag war die Trübung aufgrund der hohen Schwebstoffkonzentrationen stark ausgeprägt. Es war bewölkt, gab jedoch keinen Niederschlag.

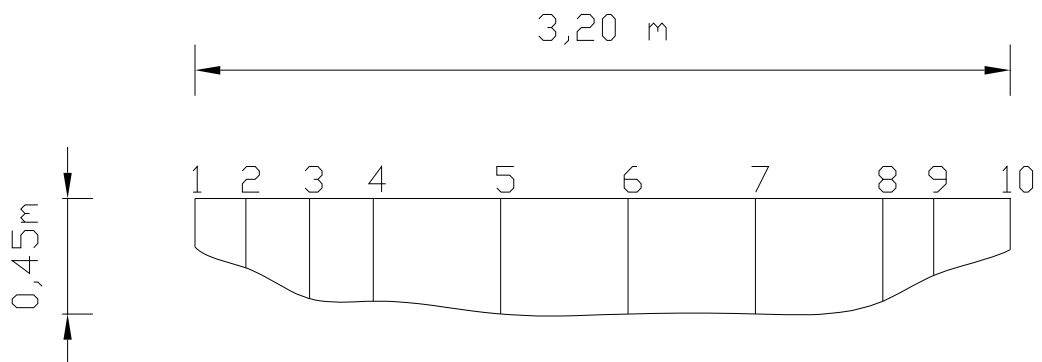


Abbildung 3-28 Querprofil in Hollenstein am 09.08.2009

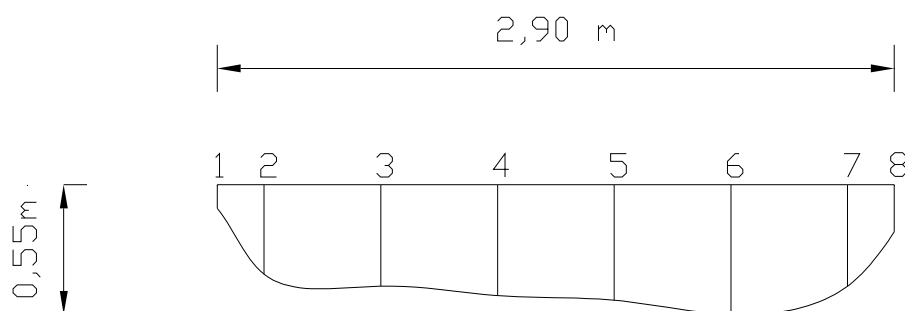
Absdorf

**Abbildung 3-29 Probenahmestelle Absdorf - Schmida**

Die zweite Stelle an der Schmida liegt zwischen Stetteldorf am Wagram und Absdorf. Es gibt hier kaum Unterschiede zu der Messstelle in Hollenstein. Die Schmida macht oberhalb dieser Messstelle eine leichte Rechtskurve.

1. Durchgang

Der Durchfluss betrug am 28.05.2009 $0,32\text{m}^3/\text{s}$. Da zwischen der Pegelmessstelle in Hollenstein und dieser Messstelle einige kleinere Zubringer in die Schmida münden, ist der Abfluss an dieser Stelle etwas höher. Zum Zeitpunkt der Beprobung hatte die Schmida eine maximale Tiefe von $0,55\text{m}$ und eine Breite von $2,90\text{m}$. Die Ränder sind auch hier sehr stark mit Wasserpflanzen bewachsen. Bei Position 6 und 7 (siehe Abbildung 3-30) gibt es ebenfalls einen durch Pflanzen bewachsenen Bereich mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit. An den letzten zwei Tagen vor der Beprobung gab es immer wieder Gewitter. Während der Untersuchung regnete es leicht. Außerdem war es sehr windig.

**Abbildung 3-30 Querprofil in Absdorf am 28.05.2009**

2. Durchgang

Da die Schmida bei der Beprobung am 09.08.2009 sehr stark mit Pflanzen bewachsen war, wurde eine exakte Flügelmessung unmöglich. Daher wurde eine Stelle mit geringerem Bewuchs gewählt, die jedoch leicht von der ersten Beprobungsstelle abweicht. Entsprechend betrug die Breite an diesem Tag 3,30m bei einer maximalen Tiefe von 0,64m. Die etwas größeren Werte erklären sich aufgrund des gestiegenen Durchflusses, der mit $0,76\text{m}^3/\text{s}$ deutlich höher als beim ersten Mal war.

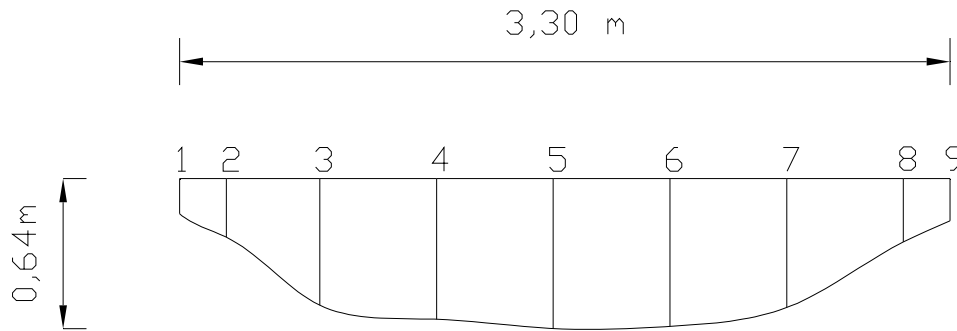


Abbildung 3-31 Querprofil in Absdorf am 09.08.2009

3.5.9 Schwechat

Die Schwechat erhält ihren Namen bei Kalausen- Leopoldsdorf, wo der Grottenbach, der Riesenbach, der Lammeraubach, der Kleinkrottenbach, der Agsbach und der Hainbach zusammenfließen. Sie fließt durch das Helenental bis Baden und anschließend ins Wiener Becken. Später fließen der Mödlingbach, die Liesing, die Triesting und der Kalte Gang in die Schwechat, welche in Schwechat in das „Ziegelwasser“ einen Altarm der Donau und anschließend in die Donau selbst mündet. Die Schwechat ist 62km lang und der Höhenunterschied zwischen Quelle und Mündung beträgt 731m. [26]

An der Schwechat wurden insgesamt drei Stellen untersucht, welche jedoch sehr unterschiedlich sind.

1. an der Cholerakapelle im Oberlauf der Schwechat
2. in der Nähe von Tribuswinkel wo es zu starken Mäandrieren des Gewässerlaufes kommt
3. zwischen Laxenburg und Münchendorf im Mittellauf wo die Schwechat stark kanalisiert in einem gestreckten, breiten Gewässer fließt

Bei der Pegelmessstelle an der Cholerakapelle beträgt das Einzugsgebiet 181km^2 und besteht zum Großteil aus Wald. Bereits oberhalb der Cholerakapelle münden zwei Abläufe von Kläranlagen mit 4.500 und 5.000 EW in die Schwechat. Da im Mittellauf eine hohe Anzahl an Industriebetrieben angesiedelt sind, kommt es immer wieder zu Entnahmen und Ausleitungen und der Abfluss nimmt teilweise flussab sogar etwas ab. Bis zur Messstelle in Laxenburg wird die Schwechat durch weitere Punktquellen sehr stark belastet. Dies sind die Kläranlagen in Baden mit 45.000 EW, in Traiskirchen mit 33.000 EW, in Guntramsdorf mit 27.000 EW und in Gumpoldskirchen mit 15.000 EW. [18, 19]

Tabelle 3-13 Durchfluss Cholerakapelle 1976-2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)

	m ³ /s	Datum
NQ	0,06	14.08.1983
MQ	1,54	
HQ	228	08.07.1997

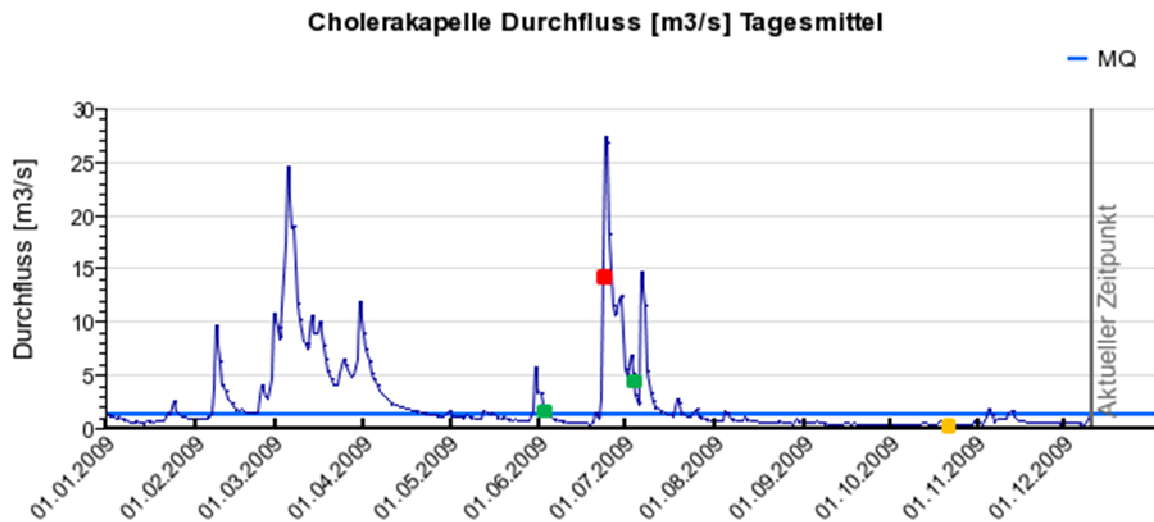


Abbildung 3-32 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 an der Cholerakapelle [20]

Cholerakapelle



Abbildung 3-33 Probenahmestelle Cholerakapelle - Schwechat

Die erste Stelle an der Schwechat liegt im Oberlauf an der sogenannten Cholerakapelle. Hier erfolgte die Probenahme ca. 20m oberhalb der Online- Pegelmessstelle. Das Bachbett ist an dieser Stelle sehr breit und wird von links nach rechts immer tiefer. Die orographisch rechte

Seite ist durch einen Prallhang mit Bäumen charakterisiert. Die Wurzeln dieser Bäume ragen über das Ufer in die Schwechat. Bereiche zwischen den Wurzeln der Bäume wurden durch das Hochwasser ausgewaschen. Der Untergrund besteht aus Mittel- bis Grobkies.

1. Durchgang

Am 04.06.2009 war die Schwechat in diesem Bereich 10,00m breit und hatte eine maximale Tiefe von 0,66m. Der Durchfluss betrug $1,43\text{m}^3/\text{s}$ und lag somit nur gering unter einem mittleren Durchfluss von $1,54\text{m}^3/\text{s}$. Da sich bei Position 21 (siehe Abbildung 3-34) ein Stück oberhalb eine Wurzel befand, war die Fließgeschwindigkeit in diesem Bereich deutlich geringer. Das Wasser war Schwebstoffarm und dadurch sehr klar. Es war bewölkt aber Niederschlagsfrei.

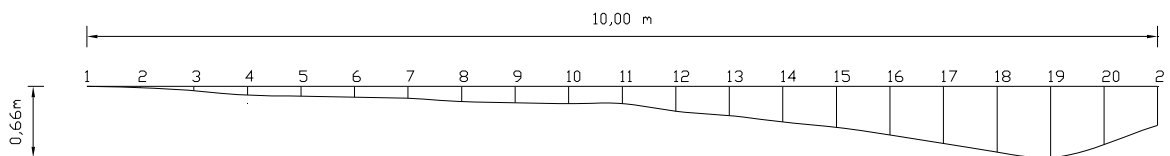


Abbildung 3-34 Querprofil an der Cholerakapelle am 04.06.2009

2. Durchgang

Am 01.07.2009 war zwar der Höhepunkt des Hochwassers bereits überschritten, trotzdem war der Durchfluss mit $3,98\text{m}^3/\text{s}$ noch deutlich höher als der mittlere Abfluss von $1,54\text{m}^3/\text{s}$. Da das Bachbett in diesem Bereich sehr breit ist, hat die Schwechat genügend Platz sich auszubreiten. Daher war im Vergleich zur ersten Beprobung die Breite mit 16,80m deutlich, jedoch die maximale Tiefe mit 0,71m nur geringfügig größer. Bis zur Position 14 (siehe Abbildung 3-35) bestand der Untergrund aus sandigem Kies, von Position 14 bis 21 aus Kies, was Rückschlüsse auf die Fließgeschwindigkeit zulässt.

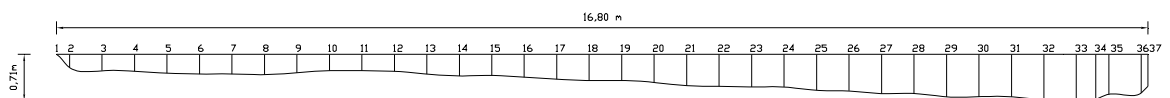


Abbildung 3-35 Querprofil an der Cholerakapelle am 01.07.2009

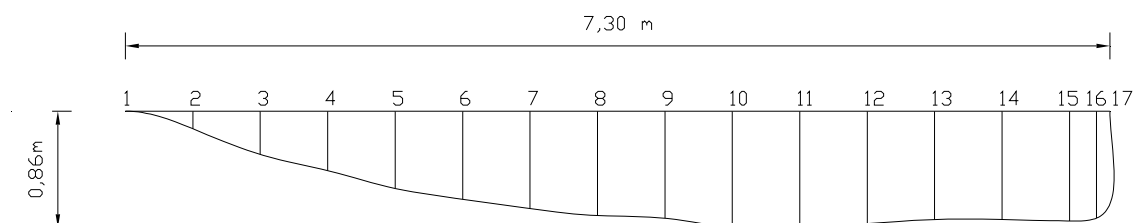
Tribuswinkel

**Abbildung 3-36 Probenahmestelle Tribuswinkel - Schwechat**

Die zweite Stelle an der Schwechat ist über einen Feldweg zwischen Tribuswinkel und der Schafflerhof Siedlung zu erreichen und befindet sich in einem bewaldeten Abschnitt. Die Schwechat mäandriert an dieser Stelle sehr stark und es befinden sich einige umgestürzte Bäume im Bachbett. Beim ersten Durchgang wurde eine Stelle mit ausgeprägtem Prall- und Gleithang gewählt. Da der Verlauf durch das Hochwasser stark beeinflusst und die Stelle später für eine Beprobung zu tief war, musste beim zweiten Durchgang die Probenahme ein Stück weiter flussauf verlegt werden. Hier war kein Prallhang vorhanden und die Schwechat war in der Mitte tiefer als auf den Seiten. Der Untergrund bestand an beiden Stellen aus Grobkies. Das Wasser ist relativ tief und die Strömung gering.

1. Durchgang

Am 04.06.2009 war die Schwechat an dieser Stelle 7,30m breit und maximal 0,86m tief. Der Durchfluss betrug $1,39\text{m}^3/\text{s}$. Am Prallhang auf der orographisch rechten Seite waren Sträucher, deren Wurzeln teilweise ins Wasser ragten.

**Abbildung 3-37 Querprofil in Tribuswinkel am 04.06.2009**

2. Durchgang

Aufgrund des Hochwassers war es am 01.07.2009 nicht möglich eine Beprobung durchzuführen. Da die Stelle jedoch auch am 16.08.2009 noch zu tief war, wurde eine Stelle flussauf gewählt. Hier war das Fließgewässer 10,00m breit und bis zu 0,90m tief. Der Durchfluss betrug $3,09\text{m}^3/\text{s}$. An diesem Tag war es sehr heiß und trocken. Das Wasser war klar, am Grund befand sich eine Große Menge an Falllaub und Totholz.

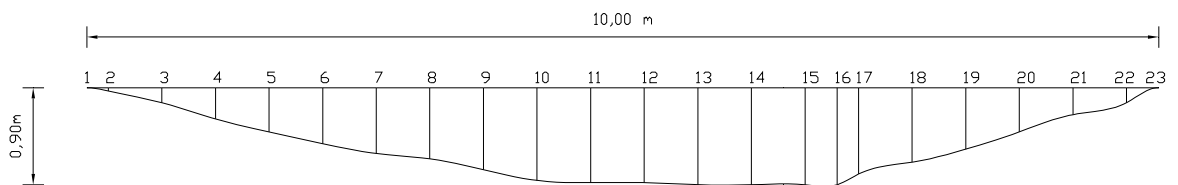


Abbildung 3-38 Querprofil in Tribuswinkel am 16.08.2009

Laxenburg



Abbildung 3-39 Probenahmestelle Laxenburg - Schwechat

Die dritte Stelle an der Schwechat liegt zwischen Laxenburg und Münchendorf und befindet sich ca. 300m unterhalb eines Überfalles. Das Bachbett ist sehr breit und flach. Der Untergrund besteht aus Grobkies, welcher sehr stark mit Algen bewachsen ist.

Beim dritten Durchgang befand sich in der Mitte der Schwechat ein ca. 3m breiter Streifen mit sehr starkem Pflanzenwachstum. In diesem Bereich war die Strömung sehr gering, wurde aber, wie eine Insel, an beiden Seiten mit stark strömenden Bereichen umspült.

1. Durchgang

Am 04.06.2009 wies die Schwechat eine Breite von 13,70m und eine Tiefe bis 0,29m auf. Der Durchfluss betrug lediglich $0,89\text{m}^3/\text{s}$ und lag somit deutlich unter dem Mittelwasser an dem weiter oberhalb gelegenen Pegel an der Cholerakapelle. Bei Position 5 (siehe Abbildung 3-40) war die Fließgeschwindigkeit aufgrund eines oberhalb liegenden Steines reduziert. Sonst nimmt die Geschwindigkeit nur in den Randzonen etwas ab. Das Wetter war den ganzen Tag bewölkt. Während der Untersuchung fing es zu regnen an.

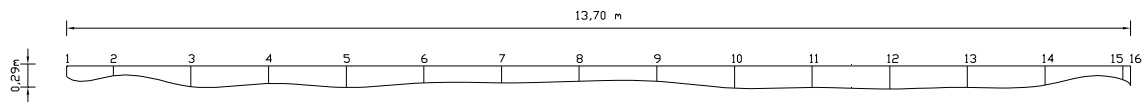


Abbildung 3-40 Querprofil in Laxenburg am 04.06.2009

2. Durchgang

Da bei der Beprobung am 01.07.2009 der Durchfluss mit $6,52\text{m}^3/\text{s}$ mehr als siebenmal höher war als bei der ersten Beprobung, war die Schwechat mit 0,48m deutlich tiefer. Auch die Fließgeschwindigkeit war höher. Auf die Breite hatte der größere Durchfluss allerdings nur eine geringere Auswirkung da die Ufer des Fließgewässers durch eine steile Böschung begrenzt werden. Entsprechend lag die Breite mit 13,90m in einem zur ersten Beprobung vergleichbaren Bereich.

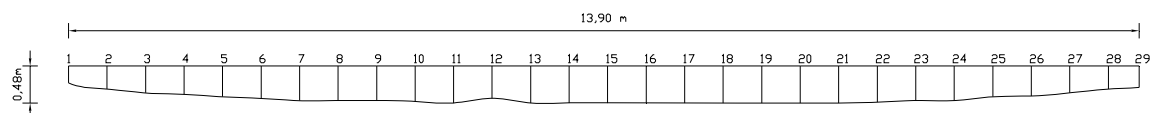


Abbildung 3-41 Querprofil in Laxenburg am 01.07.2009

4 Ergebnisse

Nach der Analyse der Proben im Labor folgte die statistische Auswertung und graphische Darstellung um Rückschlüsse auf die räumliche und zeitliche Variabilität der Konzentrationen treffen zu können und eine Aussage der Auswirkungen dieser Variabilität auf die Frachtberechnung machen zu können.

4.1 Gemessene Konzentrationen

Ziel dieses Kapitels ist die Abbildung der gesamten auftretenden Variabilität der Konzentrationen. Es soll der Schwankungsbereich der Konzentrationen der ausgewählten Güteparameter an den verschiedenen Stellen aufgezeigt werden. Um einen Vergleich der unterschiedlichen Stellen und Gewässertypen zu bekommen, wurden alle Messstellen in einer gemeinsamen Graphik dargestellt.

Bei den erstellten Box Plots werden die 95- und 5- Perzentile als Punkt, die 90- und 10- Perzentile mit einem kurzen Querstrich die 75- und 25- Perzentile mit einem Rechteck, der Median mit einem langen Querstrich und der Mittelwert mit einer strichlierten Linie dargestellt.

Um einerseits einen Vergleich der Verschiedenen Messstellen untereinander, und andererseits einen Vergleich zwischen den drei Beprobungstagen an jeder Messstelle zu beschreiben, wurden die Mittelwerte aller Proben einer Stelle bzw. jeder Beprobung berechnet und gegenübergestellt. Die Auflistung der Mittelwerte erfolgte in Tabellen welche dem Anhang zu entnehmen sind.

- Leitfähigkeit

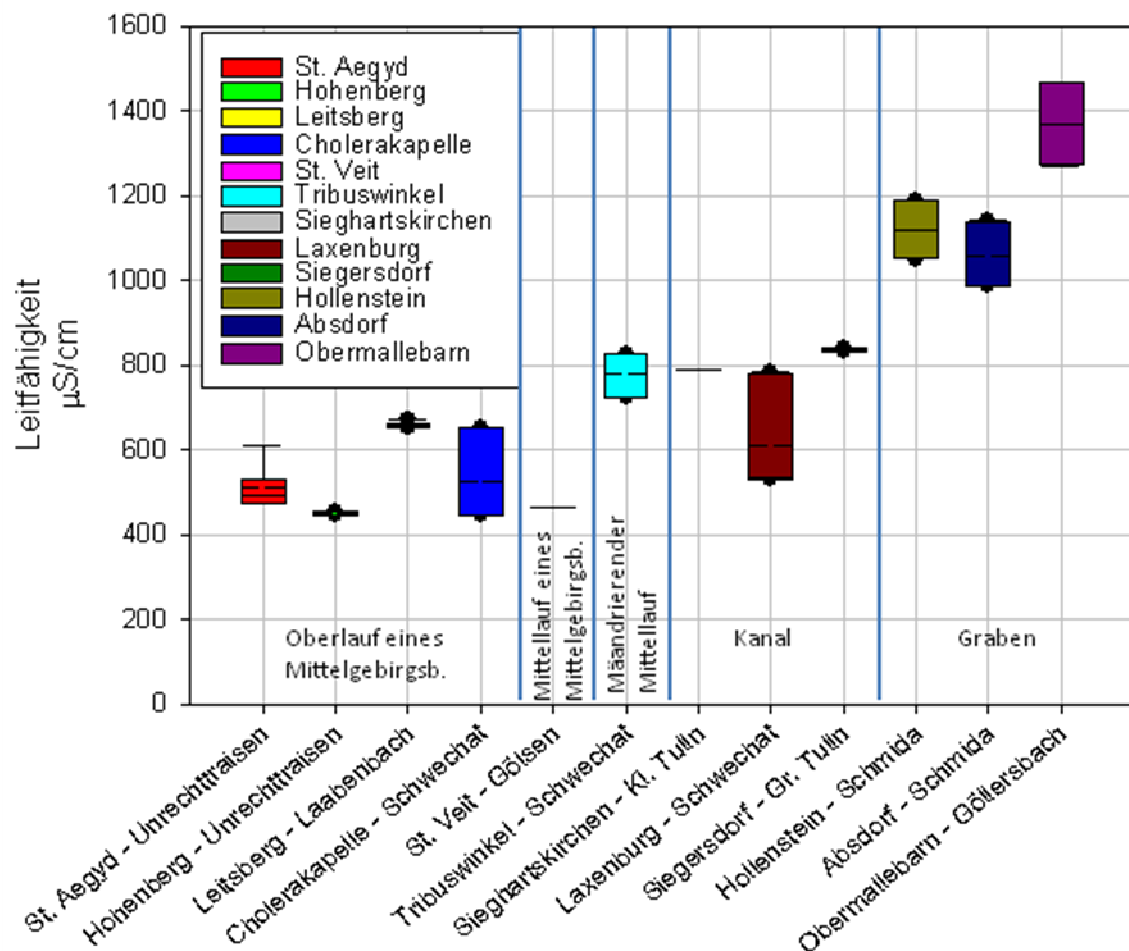


Abbildung 4-1 Leitfähigkeit an den einzelnen Messstellen

Anhand der Leitfähigkeit in Abbildung 4-1 sind Unterschieden in der Belastung der unterschiedlichen Gewässertypen deutlich zu erkennen. Die Fließgewässer in der Gewässerklasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches und Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches sind am geringsten belastet. Vor allem die Unrechttraisen weist mit einem Mittelwert von 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in St. Aegy und 452 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Hohenberg eine geringe Belastung auf. In Leitsberg und an der Cholerakapelle ist die Leitfähigkeit mit 657 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 534 $\mu\text{S}/\text{cm}$ etwas höher, aber im Vergleich zu den Fließgewässern der anderen Typen immer noch geringer. An der Cholerakapelle treten jedoch Schwankungen von über 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Auch die Gölsen wird nur geringfügig belastet. Hier liegt die Leitfähigkeit mit 465 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unter jenen von Leitsberg und der Cholerakapelle. Beim mäandrierenden Mittellauf in Tribuswinkel beträgt die Leitfähigkeit 778 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und weist Schwankungen von ca. 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zwischen den einzelnen Messungen auf. Die Fließgewässer der Kategorie Kanal sind mit einer Leitfähigkeit von 789 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Sieghartskirchen, 608 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Laxenburg und 837 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Siegersdorf etwas höher belastet. In Laxenburg treten Schwankungen von 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Am stärksten belastet sind die Gräben. Hier treten Leitfähigkeiten von 1.119 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Hollenstein, 1.059 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Absdorf und 1.369 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in Obermallebarn auf. Bei allen drei Fließgewässern gibt es Schwankungen in

den Leitfähigkeiten von 100 bis 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Während des Hochwassers kam es bei allen Messstellen zu einer Abnahme der Leitfähigkeit.

- Sauerstoff

Die Ergebnisse der Leitfähigkeit spiegeln sich auch in den Sauerstoffkonzentrationen wieder. So sind die durchschnittlichen Konzentrationen in den Gewässern der Klasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches etwas höher als jene die den Gräben zugeordnet werden können. Allerdings ist der Schwankungsbereich der Sauerstoffkonzentrationen in den Gräben größer. An der Cholerakapelle und in Laxenburg kommt es bei der zweiten Beprobung zu einem deutlichen Anstieg im Vergleich zur ersten Beprobung. Während die Sauerstoffsättigungen an den Messstellen welche an Oberläufen liegen annähernd bei 100% liegen, weisen alle anderen Gewässer teilweise höhere Sauerstoffsättigungen auf. Vor allem bei den Gräben kommt es zu Sättigungen bis zu 120%. Auch in Tribuswinkel traten bei der zweiten Beprobungen Sauerstoffsättigungen um 120% auf.

- pH- Wert

Auf den pH- Wert hatten die verschiedenen Gewässertypen keine Auswirkung. So lag der Mittelwert des pH- Wertes bei allen Messstellen bei 8,1. Nur die Messstelle in St. Aegyd hatte mit 7,6 einen etwas geringeren und die Stelle in Absdorf mit 8,4 einen etwas höheren pH- Wert.

4.1.1 Ergebnisse für Chlorid

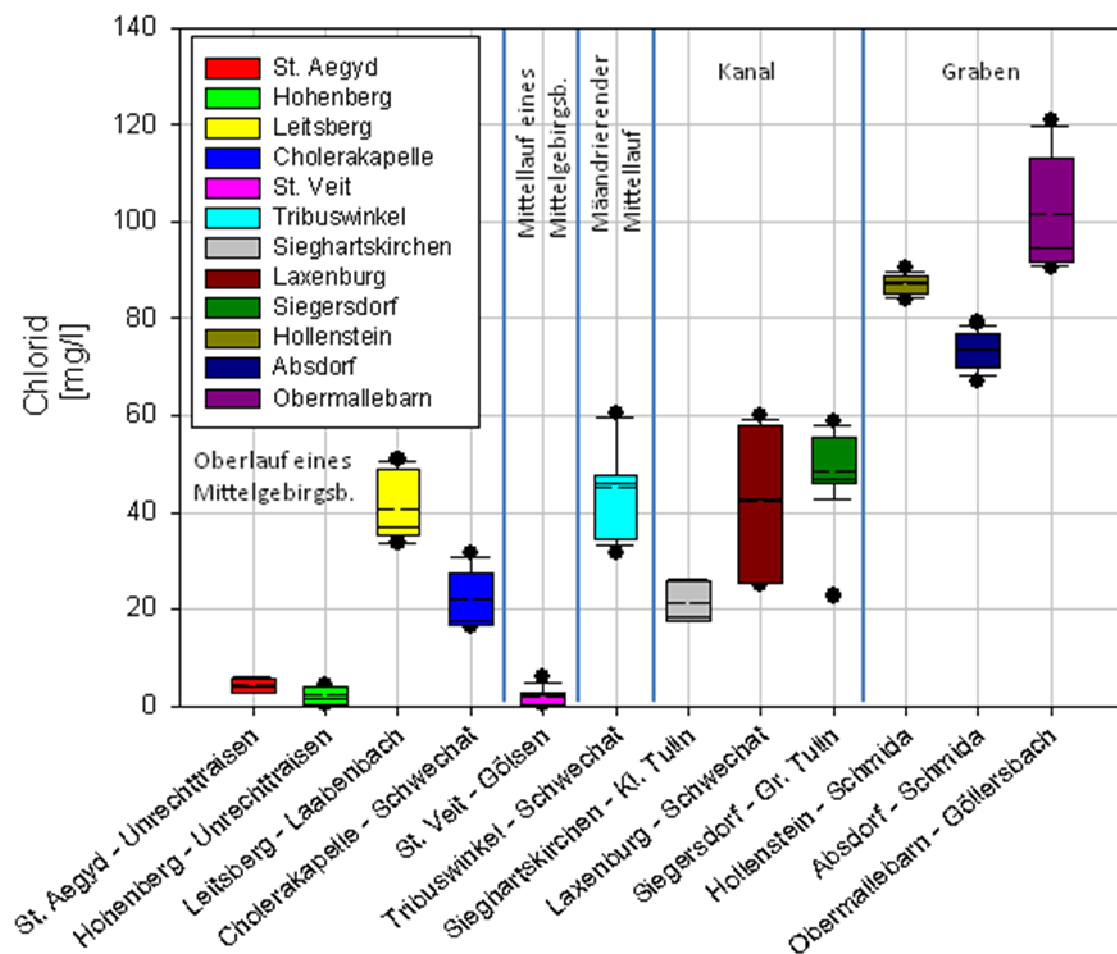


Abbildung 4-2 Chloridkonzentrationen an den einzelnen Messstellen

Ein Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und den Chloridkonzentrationen ist generell erkennbar, allerdings nicht für alle Messstellen. Während die Chloridkonzentrationen in St. Aegy und Hohenberg an der Unrechtraisen sehr gering waren, lagen sie in Leitsberg und an der Cholerakapelle etwas höher. An diesen zwei Stellen treten auch Schwankungen zwischen den Beprobungen von ca. 15 mg/l auf. An der Unrechtraisen waren die Konzentrationen an beiden Messstellen bei der zweiten Beprobung höher als bei der Ersten. Bei der dritten Beprobung in Hohenberg waren sie jedoch deutlich geringer. Allerdings gab es eine Probe in der die Konzentration mit 5 mg/l deutlich höher war als die übrigen Werte. In Leitsberg nahmen die Chloridkonzentrationen von der ersten bis zur dritten Beprobung ab. An der Cholerakapelle kam es zwischen den ersten beiden Beprobungen ebenfalls zu einer Abnahme. Bei der dritten Beprobung waren sie jedoch wieder im selben Bereich wie bei der Ersten. An der Gölsen waren die Chloridkonzentrationen sehr gering. Allerdings kam es hier wie an der Unrechtraisen beim dritten Durchgang zu zwei erhöhten Konzentrationen. Am mäandrierenden Mittellauf in Tribuswinkel sind die Chloridkonzentrationen von der ersten bis zur dritten Beprobung angestiegen. Deswegen gibt es einen relativ großen Schwankungsbereich.

Bei den Kanälen gibt es eine Reduktion der Konzentrationen zwischen den ersten beiden Beprobungen. Die Konzentrationen während der dritten Beprobung liegen in Siegersdorf zwischen den ersten beiden Durchgängen und in Laxenburg auch über denen des ersten Durchganges. Während des zweiten Durchganges kam es an der Großen Tulln zu mehreren Proben, die deutlich tiefere Konzentrationen aufwiesen als die der anderen Punkte im Querschnitt.

An den Gräben treten die höchsten Chloridkonzentrationen auf. Während es an den beiden Stellen an der Schmida zu keinen starken Veränderungen zwischen den Durchgängen kommt, liegen die Chloridkonzentrationen in Obermallebarn deutlich über denen der ersten beiden Durchgänge.

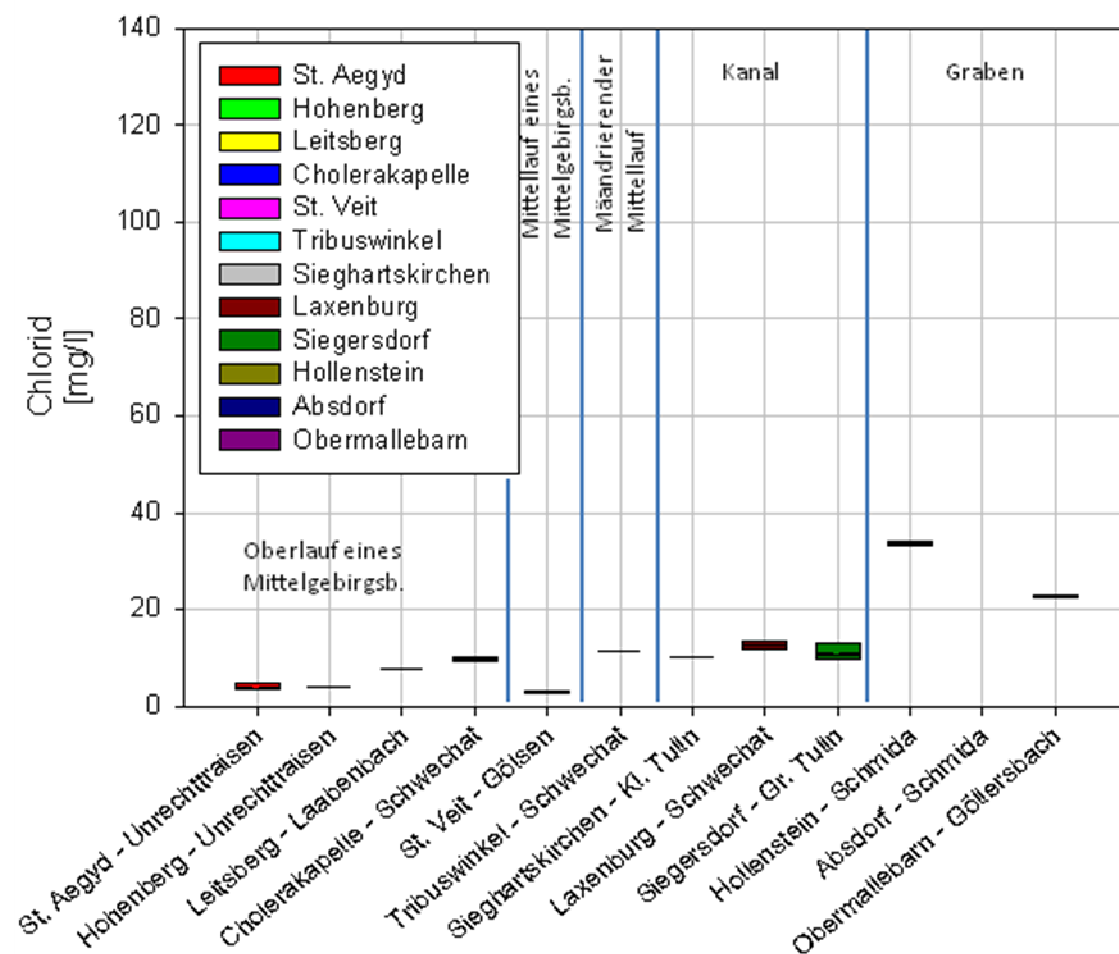


Abbildung 4-3 Chloridkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen

Während des Hochwassers kommt es an allen Messstellen zu einer Reduktion der Chloridkonzentrationen. Nur die Messstellen in St. Aegy am Neuwalde und Hohenberg an der Unrechtraisen und in St. Veit an der Gölsen bilden eine Ausnahme. In St. Aegy liegen die Werte während der Hochwasserbeprobung mit 3,5 und 4,8 mg/l zwar unter den Werten des zweiten Durchganges jedoch über denen des Ersten. In Hohenberg und in St. Veit an der Gölsen sind die Konzentrationen während des Hochwassers höher als die bei normalen Abflussbedingungen.

4.1.2 Ergebnisse für Gesamtphosphor

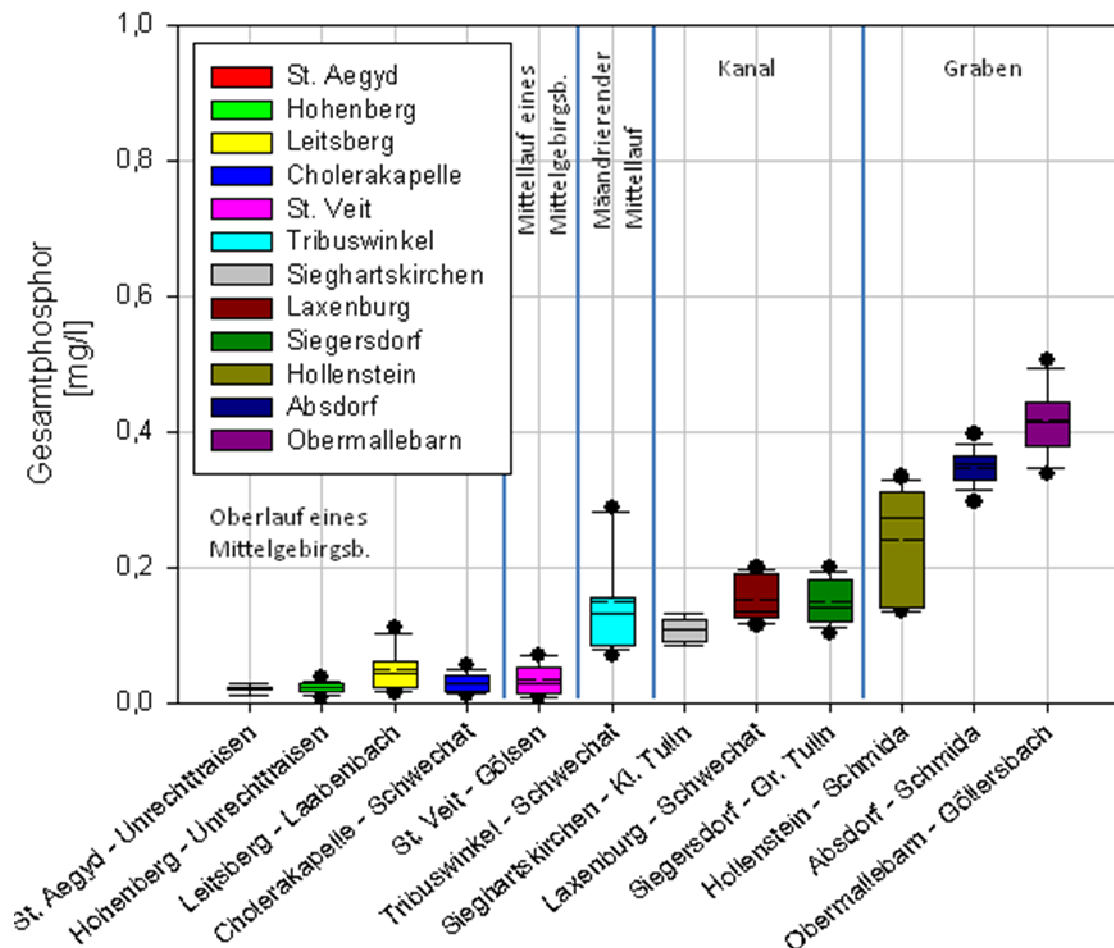


Abbildung 4-4 Gesamtphosphorkonzentrationen an den einzelnen Messstellen

Auch die Gesamtphosphorkonzentrationen sind wie in Abbildung 4-4 zu sehen ist an den Oberläufen der Mittelgebirgsbäche am geringsten und bei den Gräben am höchsten.

Während es an den Messstellen in St. Aegy am Neuwalde und in Hohenberg zwischen der ersten und der zweiten Beprobung zu einem Anstieg der Chloridkonzentrationen kam, nahmen die Gesamtphosphorkonzentrationen ab. Hingegen kommt es in Leitsberg bei einer Abnahme der Durchflüsse zu einer Zunahme der Konzentrationen. Bei der dritten Beprobung waren sowohl der Abfluss als auch die Konzentrationen geringer. An der Cholerakapelle führte der mehr als verdoppelte Durchfluss bei der zweiten Beprobung zu einem deutlichen Anstieg der Konzentrationen.

An der Gölsen gab es bei der dritten Beprobung trotz derselben Abflussbedingungen deutlich höhere Konzentrationen als bei der zweiten Beprobung.

Am mäandrierenden Mittellauf unterlagen die Konzentrationen starken zeitlichen Schwankungen.

An den Kanälen kam es in Sieghartskirchen und in Siegersdorf bei einer Reduktion der Durchflüsse zu einer Reduktion der Gesamtposphorkonzentrationen zwischen der ersten und der zweiten Beprobung. Auch beim dritten Durchgang gab es in Siegersdorf bei geringerem Durchfluss eine geringere Konzentration als bei den ersten beiden Durchgängen. Hingegen gab es in Laxenburg bei einer Verdoppelung des Durchflusses zwischen den ersten beiden Beprobungen zu einem Anstieg der Konzentrationen. Beim dritten Durchgang waren die Konzentrationen am höchsten.

Die Gräben weisen auch beim Gesamtposphor die höchsten Konzentrationen von allen Gewässertypen auf. In Hollenstein treten sehr große Schwankungen in den Konzentrationen auf. In Absdorf ist der Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Beprobung nicht mehr so groß wie in Hollenstein. Der Göllersbach weist die höchsten Gesamtposphorkonzentrationen aller untersuchten Stellen auf. Während die Konzentrationen bei der zweiten Beprobung etwas geringer waren, lagen sie bei der ersten und dritten Beprobung etwas höher.

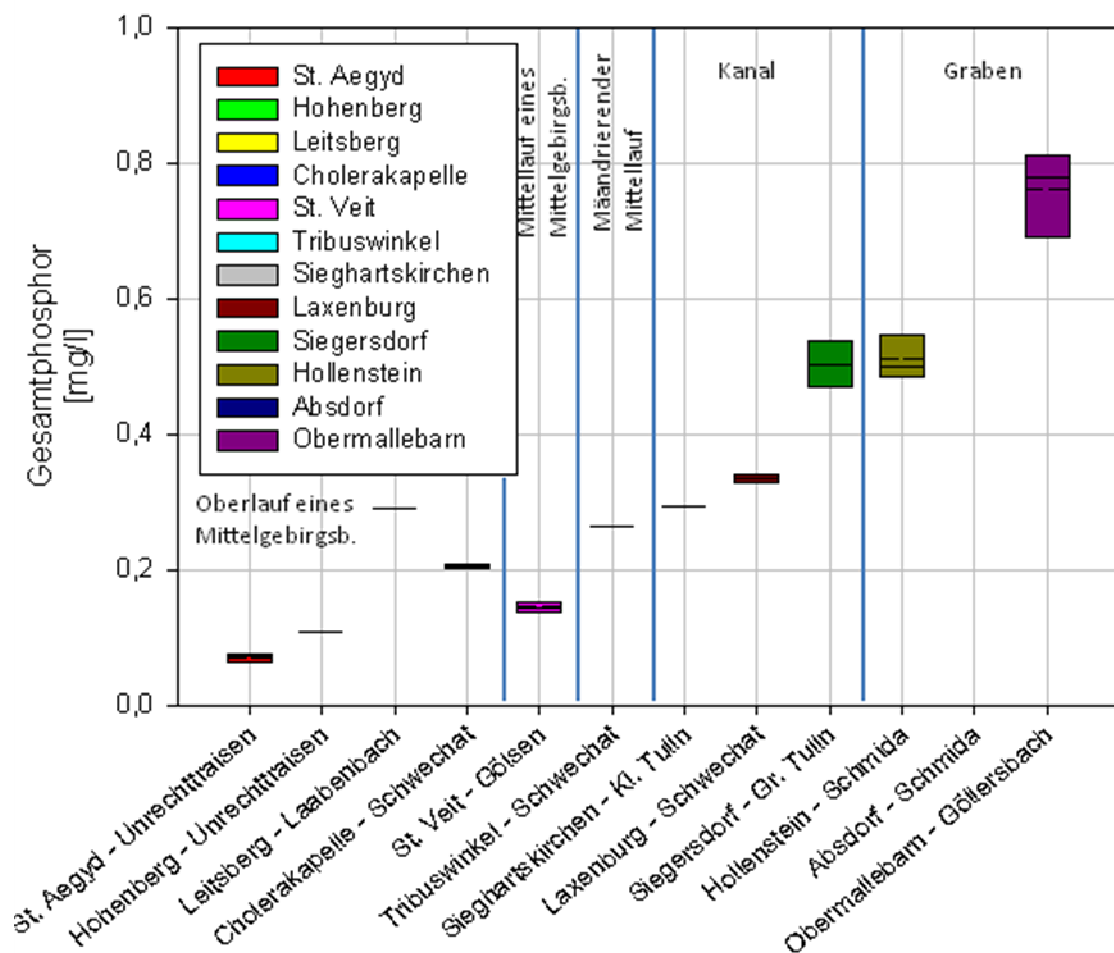


Abbildung 4-5 Gesamtposphorkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen

Während der Hochwasserbeprobung kam es an allen Stellen zu einem starken Anstieg der Gesamtposphorkonzentrationen. In Tribuswinkel waren die Konzentrationen jedoch geringer als jene vom dritten Durchgang.

4.1.3 Ergebnisse für Gesamtstickstoff

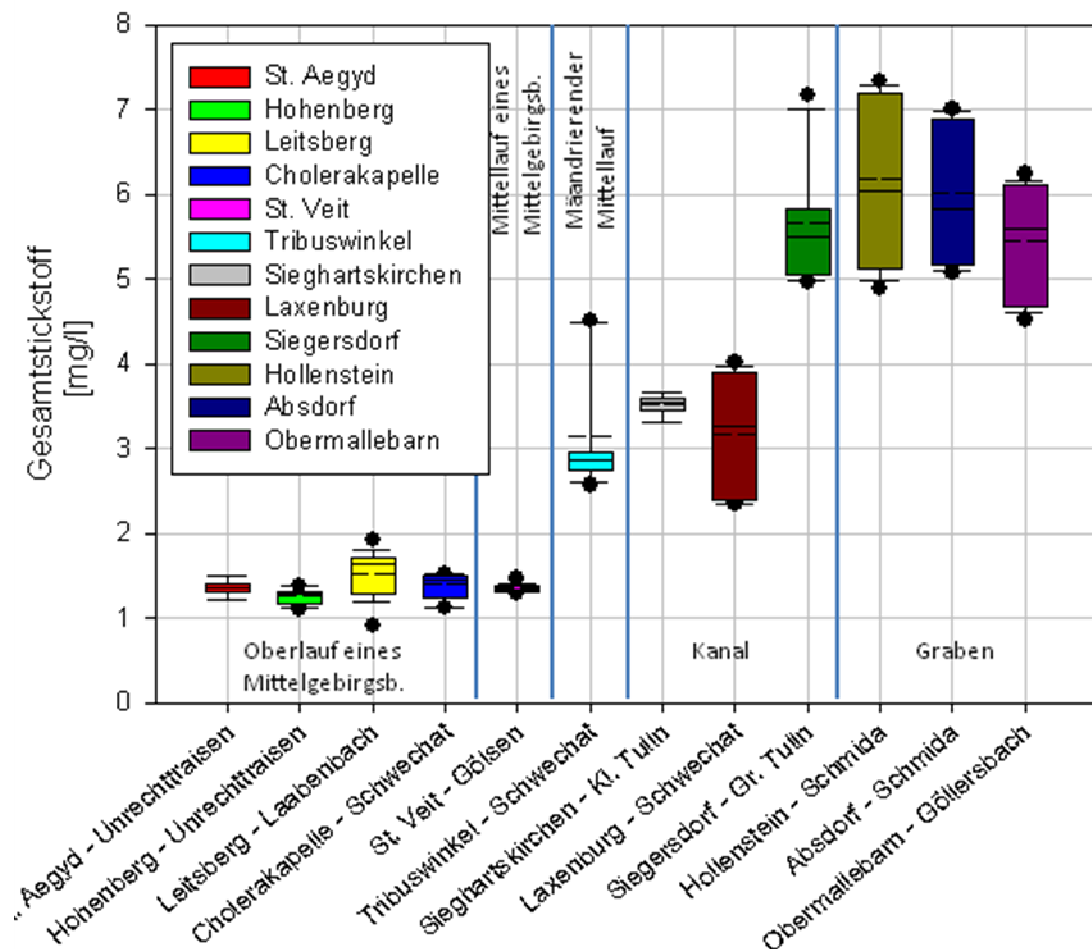


Abbildung 4-6 Gesamtstickstoffkonzentrationen an den einzelnen Messstellen

In Abbildung 4-6 sind die einzelnen Gewässertypen ebenfalls gut an den unterschiedlichen Konzentrationen zu erkennen. An den Oberläufen der Mittelgebirgsbäche sind die Konzentrationen sehr gering. Abgesehen von Leitsberg treten kaum Schwankungen zwischen den einzelnen Beprobungszeitpunkten auf. Hier liegen die Konzentrationen bei der dritten Beprobung etwas tiefer als jene der ersten zwei.

Auch an der Gölsen sind sowohl die Gesamtstickstoffkonzentrationen als auch die Schwankungen sehr gering, da an beiden Beprobungstagen sowohl der Durchfluss als auch die Konzentrationen annähernd gleich sind.

In Tribuswinkel sind die Konzentrationen etwas höher. Es treten sehr hohe Schwankungen auf, da die Konzentrationen während der dritten Beprobung deutlich über denen der ersten beiden Durchgänge liegen.

Die drei Fließgewässer die der Gewässerklasse Kanal zugeordnet sind, unterscheiden sich sehr deutlich voneinander. Während bei der Kleinen Tulln nur geringe Schwankungen auftreten und die Konzentrationen im ersten Durchgang trotz des höheren Durchflusses etwas höher als die des zweiten Durchganges sind, kommt es in Laxenburg bei höheren Durchflüssen zu geringeren Konzentrationen. Die großen Schwankungen in den Konzentrationen ergeben sich durch große

Unterschieden zwischen der zweiten und dritten Beprobung. In Siegersdorf sind die Konzentrationen deutlich höher.

An den Gräben treten die höchsten Konzentrationen und die größten Schwankungen zwischen den einzelnen Durchgängen auf. In Hollenstein und in Absdorf treten beim ersten Durchgang die geringsten und bei der zweiten Beprobung die höchsten Konzentrationen auf. Am Göllersbach treten die höchsten Konzentrationen bei der ersten Beprobung und die geringsten am zweiten Beprobungstag auf.

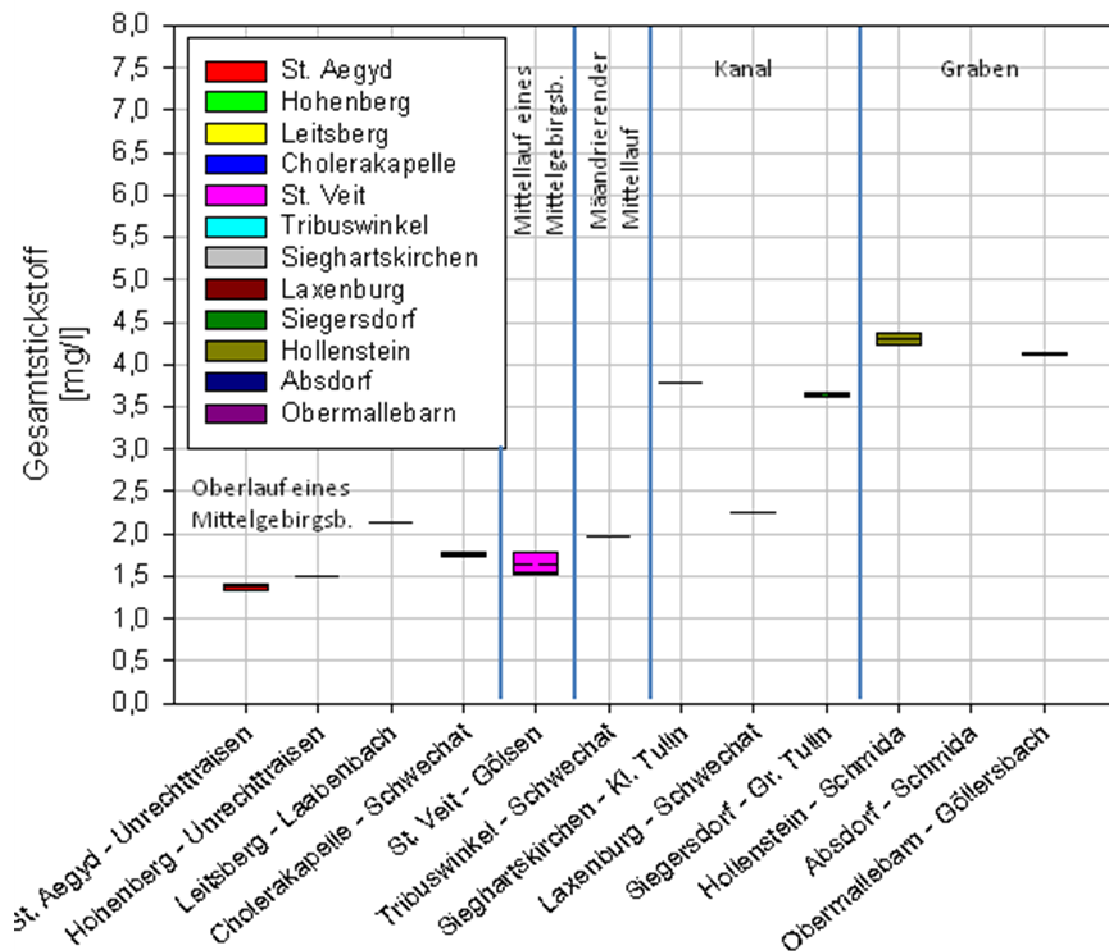


Abbildung 4-7 Gesamtstickstoffkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen

Während des Hochwassers kam es an den Messstellen in Tribuswinkel, Laxenburg, Siegersdorf und Obermallebarn zu einer Abnahme der Gesamtstickstoffkonzentrationen. In St. Aegy haben sie sich gegenüber der Konzentrationen bei Normalabfluss nicht verändert und an allen anderen Stellen kam es zu einem geringen Anstieg.

4.1.4 Ergebnisse für Schwebstoffe

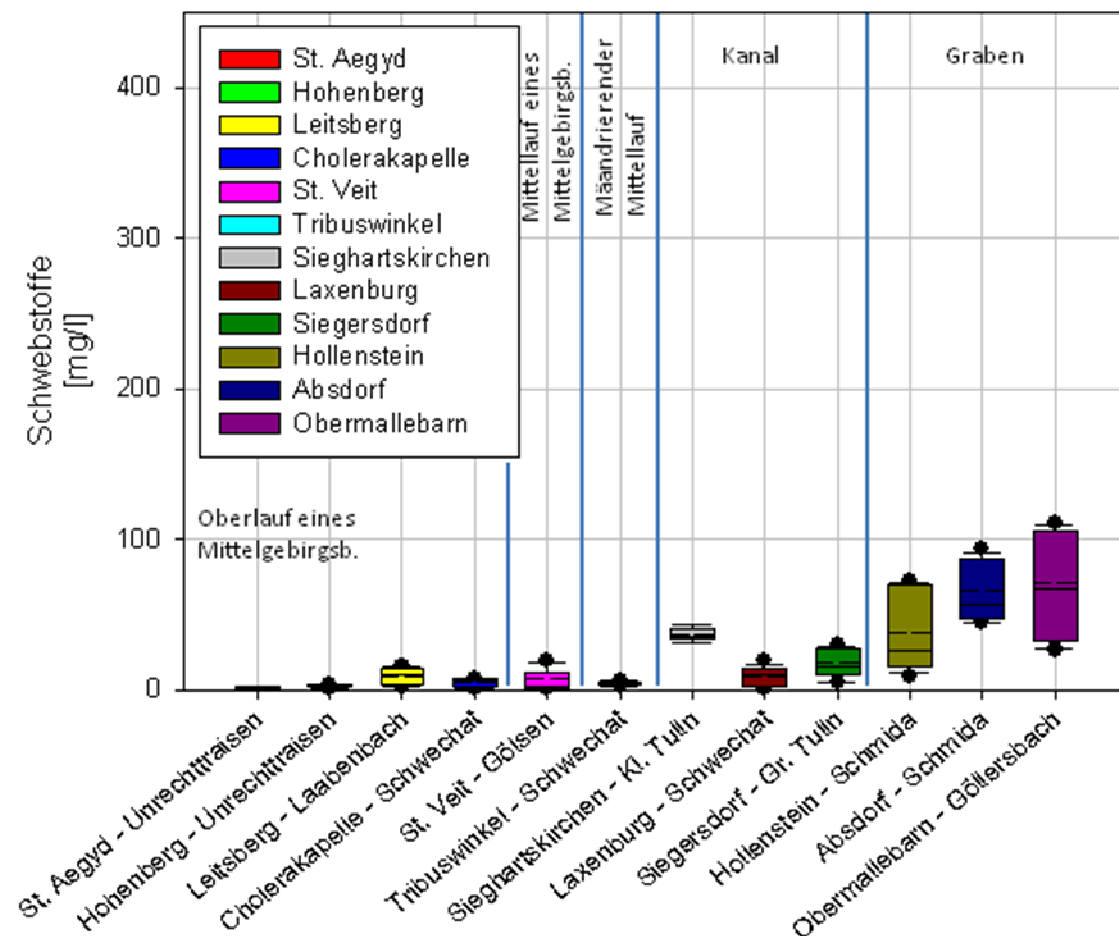


Abbildung 4-8 Schwebstoffkonzentrationen an den einzelnen Messstellen

Sowohl in St. Aegy am Neuwalde als auch in Hohenberg sind die Schwebstoffkonzentrationen sehr gering und unterliegen nur geringen Schwankungen. In Leitsberg und an der Cholerakapelle zeigt sich, dass die Konzentrationen bei höheren Durchflüssen höher sind. So waren die Konzentrationen bei der ersten Beprobung 15 mg/l bzw. 3 mg/l, bei der zweiten 11mg/l und 7 mg/l und bei der dritten Beprobung 3 mg/l und 1 mg/l.

An der Gölsen ergibt sich ein etwas größerer Schwankungsbereich, da die Konzentrationen bei der dritten Beprobung trotz der selben Abflusssituation mit 14 mg/l viel höher waren als an der ersten Beprobung mit 1 mg/l.

Am mäandrierenden Mittellauf in Tribuswinkel waren die Schwankungen nicht so groß. Allerdings waren die Konzentrationen bei der dritten Beprobung etwas geringer als an den ersten beiden Beprobungstagen.

Während die Schwankungen in Sieghartskirchen gering und die Konzentrationen höher sind, gibt es in Laxenburg und Siegersdorf wesentlich größere Schwankungen. Dies liegt an den niedrigeren Konzentrationen während der dritten Beprobung im Vergleich zu den ersten beiden.

Die Fließgewässer der Klasse Gräben weisen sowohl die höchsten Schwebstoffkonzentrationen als auch die größten Schwankungen zwischen den einzelnen Beprobungstagen auf. In Hollenstein liegen die Konzentrationen beim dritten Durchgang, unter jenen der ersten beiden Durchgänge. Auch in Absdorf waren die Konzentrationen bei der zweiten Beprobung mit 87 mg/l deutlich höher als bei der ersten mit 48 mg/l. In Obermallebarn kam es bei der dritten Beprobung mit einer Schwebstoffkonzentration von 107mg/l zu einem deutlich höheren Wert als an den ersten beiden Beprobungstagen.

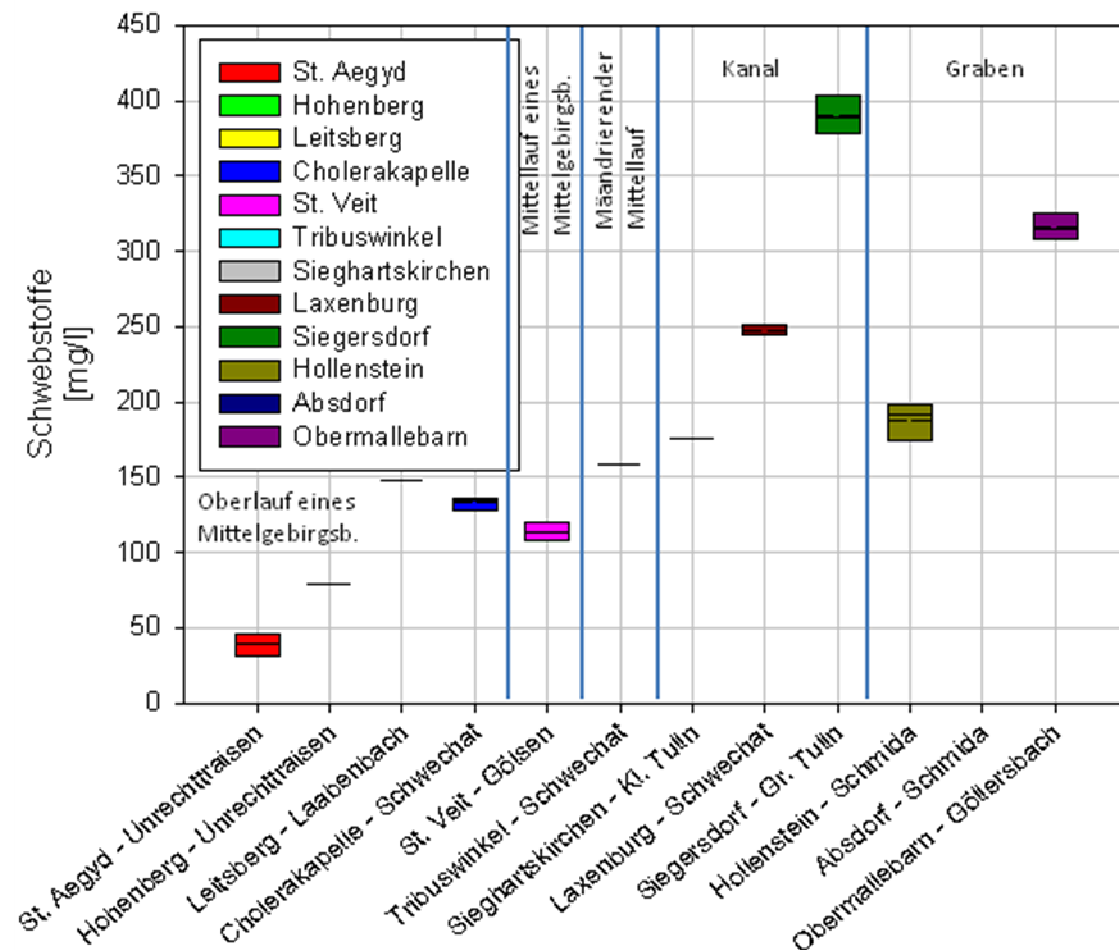


Abbildung 4-9 Schwebstoffkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen

An allen Stellen kommt es beim Hochwasser zu einer Zunahme der Konzentrationen. Während es an den Messstellen in Sieghartskirchen, Hollenstein und Obermallebarn zu Konzentrationsanstiegen gegenüber der Normalabflussbedingungen von ca. 500% kam, waren diese an den anderen Stellen noch deutlich höher. In St. Veit an der Gölsen und in Leitsberg betrug der Anstieg während des Hochwassers ca. 1.600%, in Laxenburg und Siegersdorf über 2.000% und an den Stellen in St. Aegy am Neuwalde, Hohenberg, Cholera, Tribuswinkel sogar über 3.000%.

4.2 Betrachtung der Variabilität der Fließgeschwindigkeit und der Konzentrationen über den Querschnitt

Um herauszufinden, an welchen Positionen in einem Querprofil repräsentative Proben für den gesamten Querschnitt entnommen werden können, werden in diesem Kapitel die möglichen Schwankungen der Fließgeschwindigkeit und der Konzentrationen der ausgewählten Parameter untersucht.

4.2.1 Variabilität der Fließgeschwindigkeiten über den Querschnitt

Die Variabilität der Fließgeschwindigkeit über den Querschnitt ist vom Gewässertyp abhängig.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

Die Verteilung der Fließgeschwindigkeit ist in diesen Gewässern unregelmäßiger als in den anderen Gewässertypen, da sie teilweise durch größere Steine und Kiesbänke beeinflusst wird. So können immer wieder Stellen mit deutlich reduzierter Fließgeschwindigkeit auftreten. In der Abbildung 4-10 ist im Bereich 1,8m vom orographisch linken Ufer ein deutlicher Strömungsschatten aufgrund eines weiter oberhalb liegenden Steines zu sehen. Zu den flachen Rändern nimmt die Fließgeschwindigkeit etwas ab.

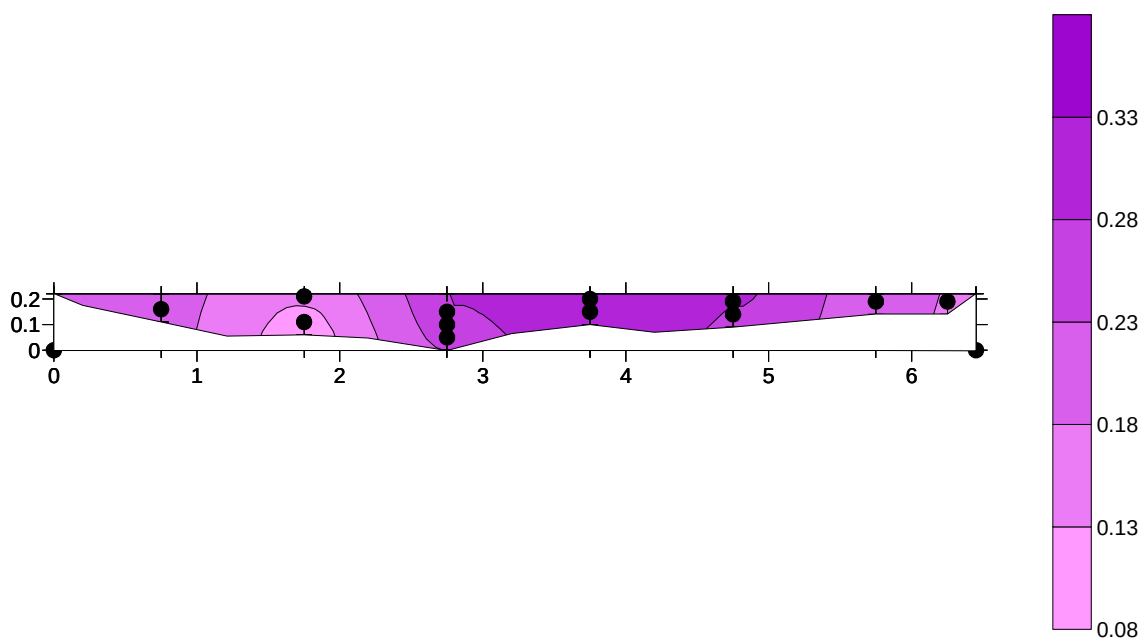


Abbildung 4-10 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Leitsberg - Laabenbach am 26.05.2009

An der Cholerakapelle lagen an der Messstelle keine größeren Steine am Grund der Schwechat welche zu Strömungsschatten geführt hätten. So war die Verteilung der Fließgeschwindigkeit abhängig von der Wassertiefe. Während am flachen Gleithang kaum Strömung vorhanden war, bildete sich im etwas tieferen Wasser an der Oberfläche ein Maximum der Fließgeschwindigkeit aus. (siehe Abbildung 4-11)

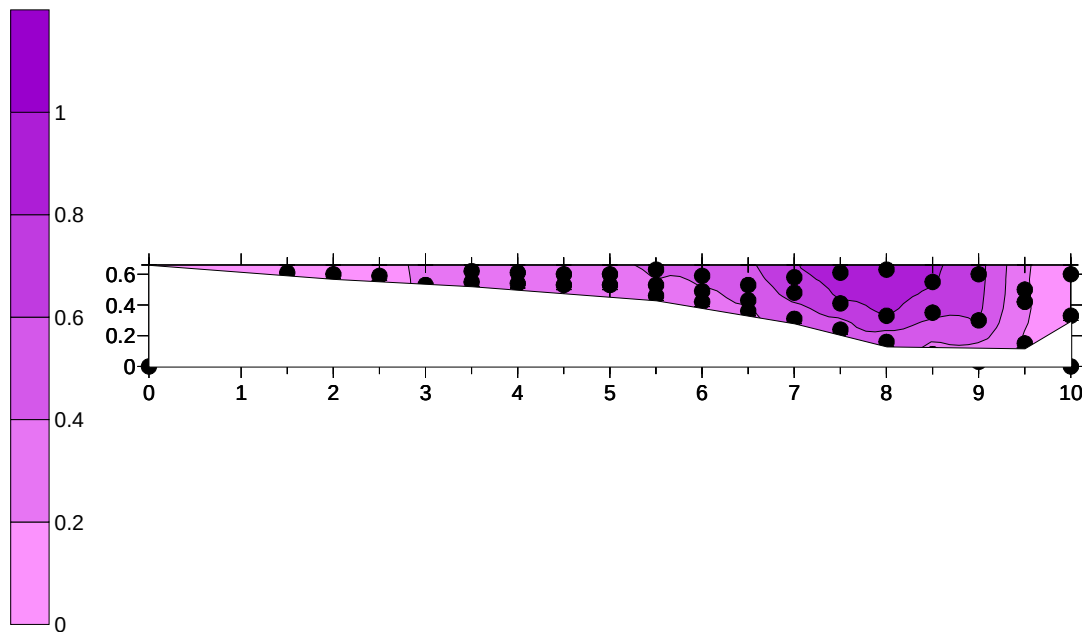


Abbildung 4-11 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] an der Cholerakapelle - Schwechat am 04.06.2009

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches
Die Beprobungsstelle an der Gölsen befand sich unterhalb einer Steinschwelle wo es zu einer Kolkausbildung in der Mitte kam. In Abbildung 4-12 ist deutlich zu erkennen, dass die Fließgeschwindigkeit in der Mitte an der Wasseroberfläche mit über 1m/s sehr hoch ist, während es an den flachen Uferbereichen fast keine Strömung gibt.

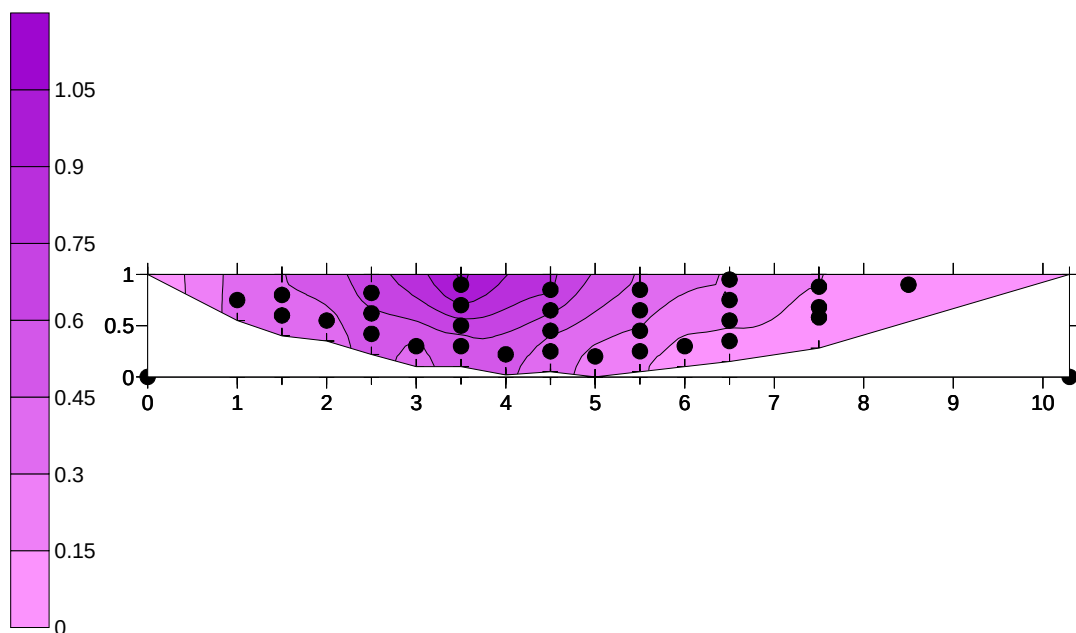


Abbildung 4-12 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

- Mäandrierender Mittellauf
Die maximalen Fließgeschwindigkeiten traten hier nicht wie erwartet an der Seite des Prallhangufers sondern etwas näher am Gleithang auf (siehe Abbildung 4-13). Dieses Phänomen lässt sich jedoch dadurch erklären, dass an der rechten Seiten viele Wurzeln ins Wasser ragten.

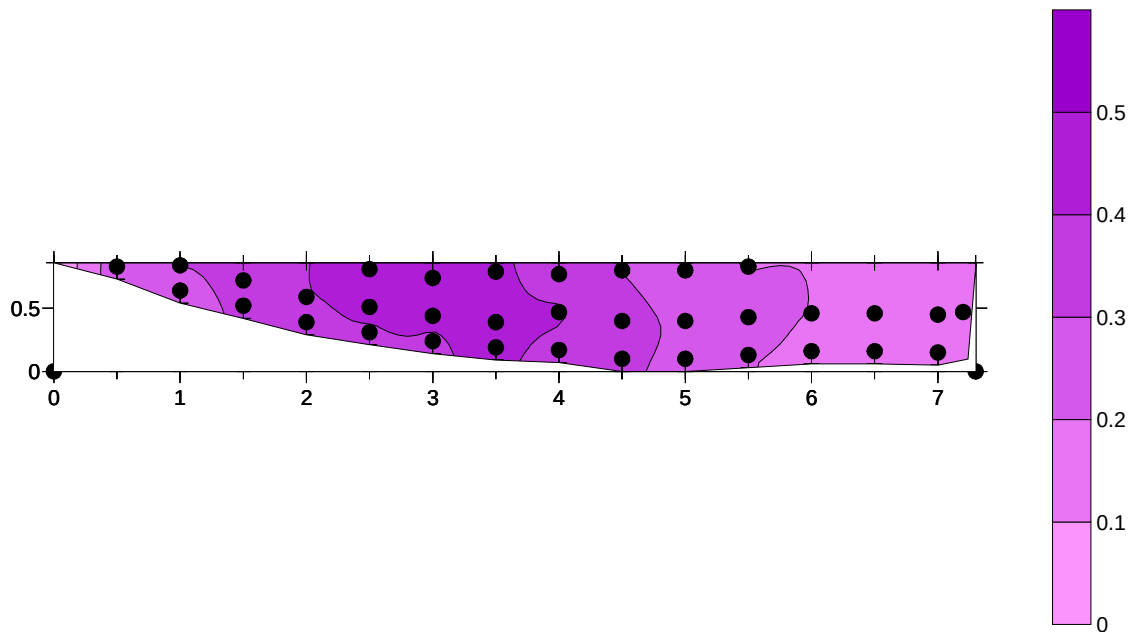


Abbildung 4-13 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Tribuswinkel- Schwechat am 04.06.2009

- Kanal

Bei den Kanälen ist die Verteilung der Fließgeschwindigkeit wie am Beispiel von Laxenburg in Abbildung 4-14 gut zu sehen, sehr gleichmäßig. Nur an den Ufern nimmt sie leicht ab. An der Oberfläche ist die Geschwindigkeit etwas höher als am Grund.

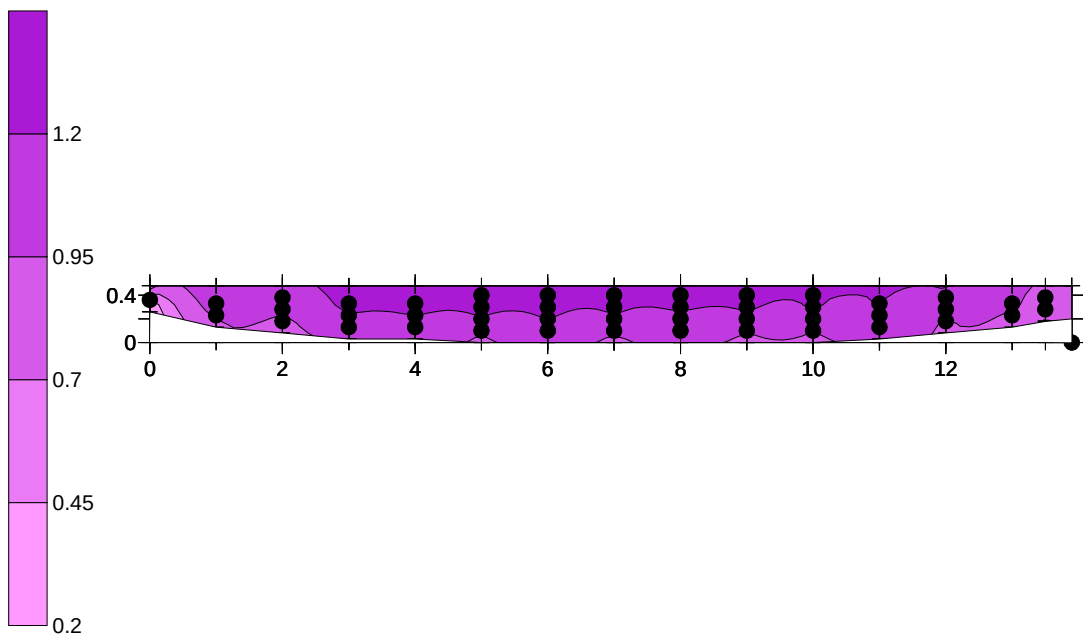


Abbildung 4-14 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Laxenburg - Schwechat am 01.07.2009

- Graben

In den Gräben tritt ein deutlicher Unterschied der Fließgeschwindigkeiten zwischen der stärker durchströmten Mitte und den flachen Uferbereichen mit geringer bis garkeiner Strömung (siehe Abbildung 4-15) ein. An den untersuchten Messstellen wurde dieses Phänomen noch zusätzlich durch Wasserpflanzen verstärkt.

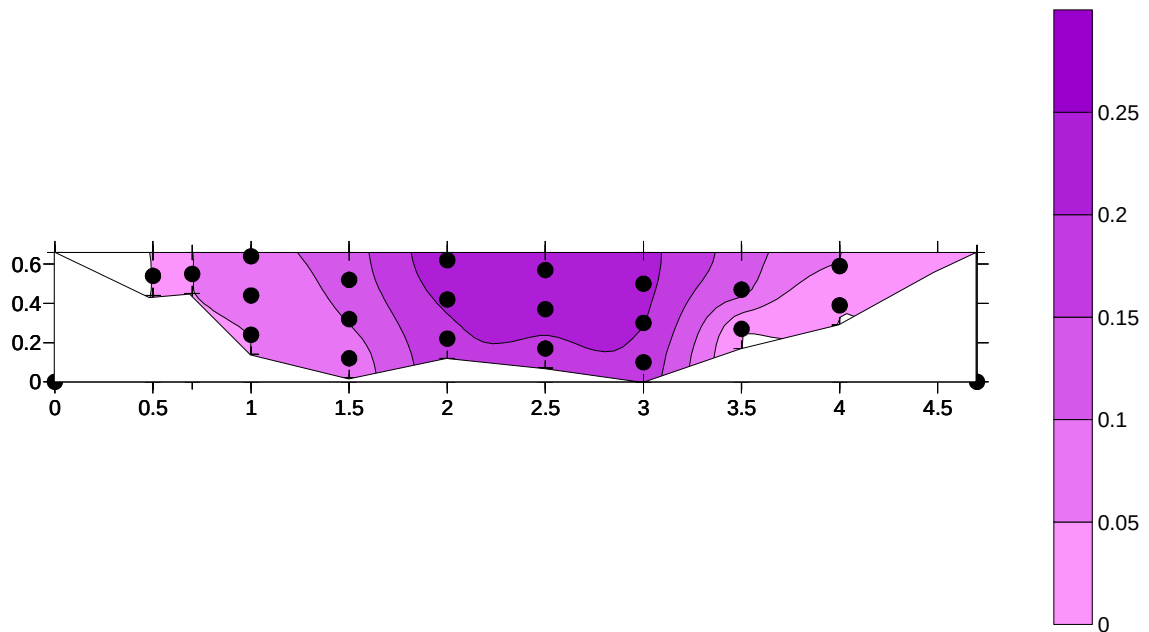


Abbildung 4-15 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Obermallebarn- Göllersbach am 28.05.2009

4.2.2 Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt

Um ein Verständnis über die Variabilität der Konzentrationen zu erhalten, wurden die Verteilungen der ausgewählten Parameter miteinander verglichen und für die Cholerakapelle-Schwechat und Sieghartskirchen- Kleine Tulln, genauer beschrieben.

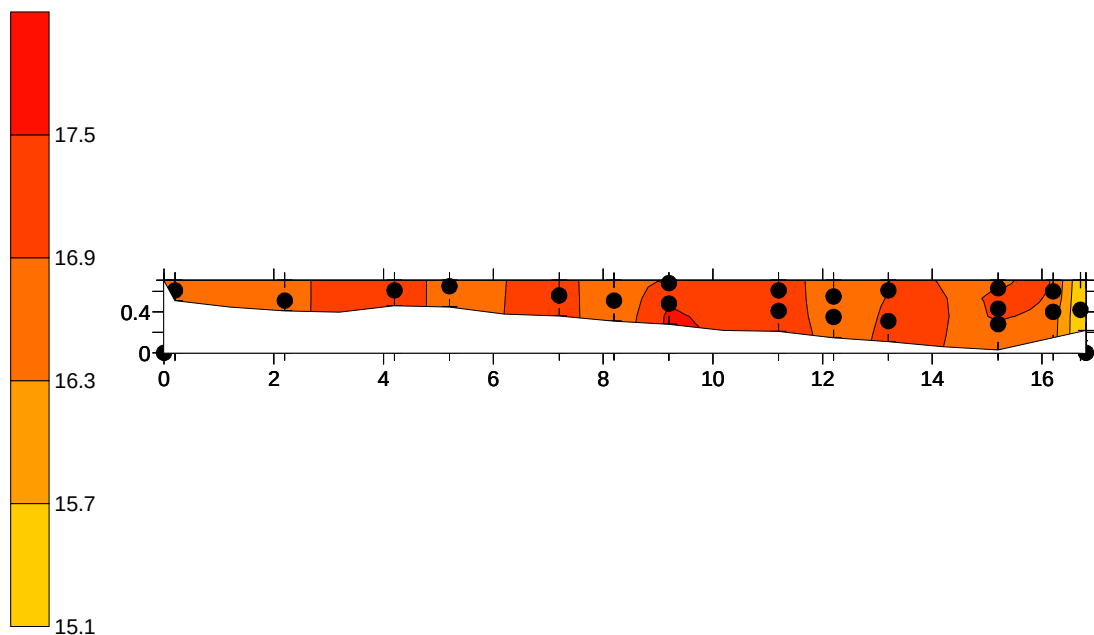


Abbildung 4-16 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009

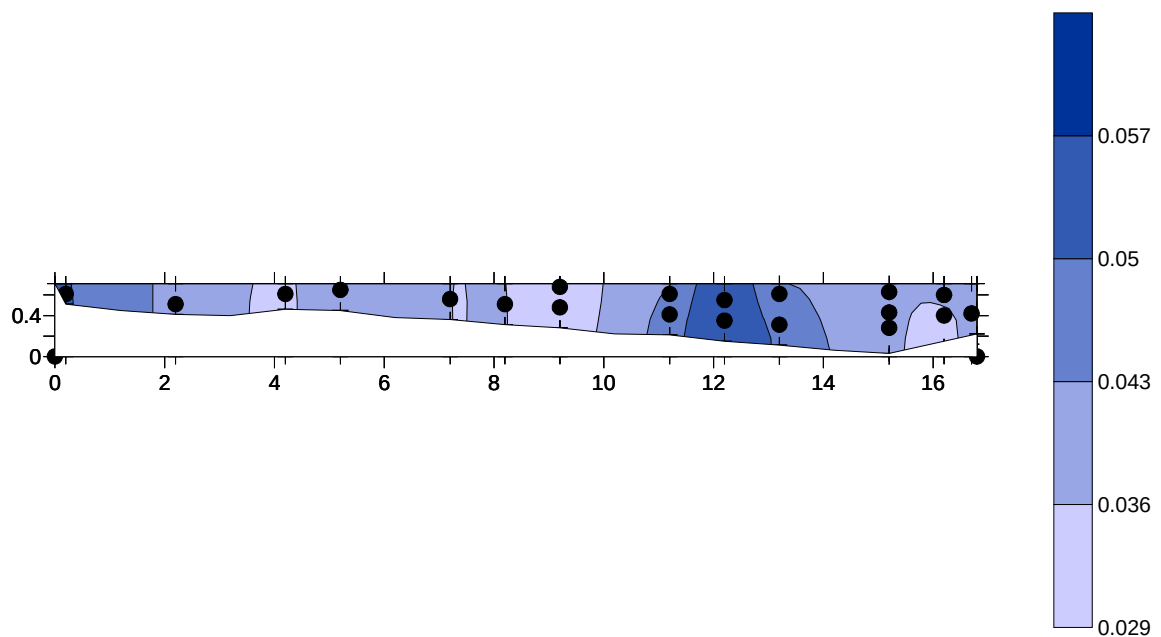


Abbildung 4-17 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] an der Cholera Kapelle - Schwechat am 01.07.2009

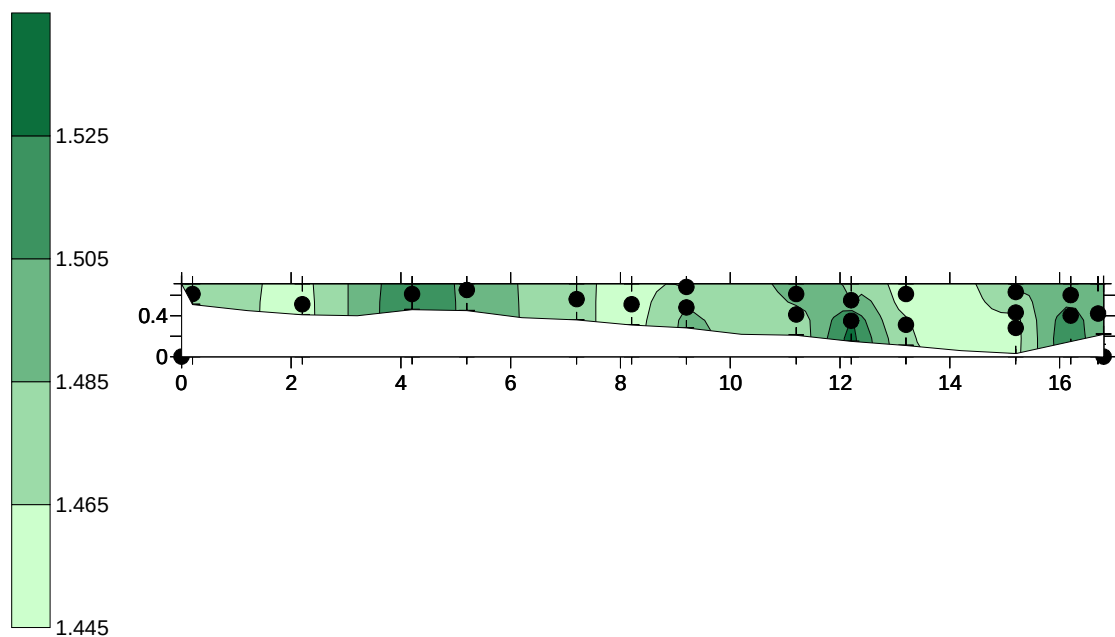


Abbildung 4-18 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] an der Cholera Kapelle - Schwechat am 01.07.2009

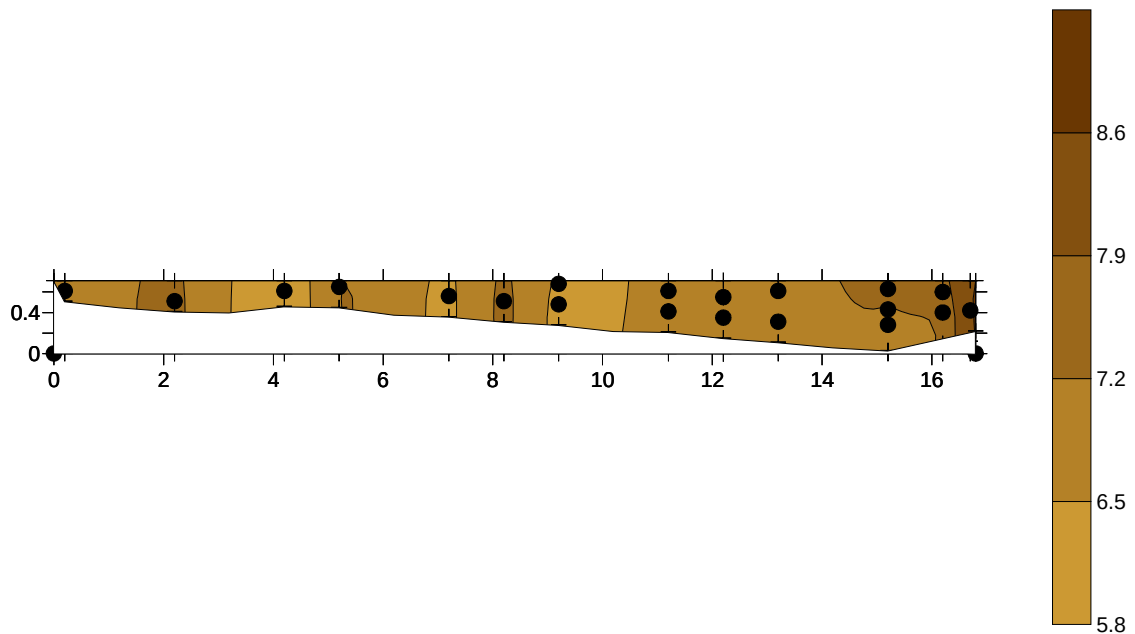


Abbildung 4-19 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009

Beim Vergleich von Abbildung 4-16 bis Abbildung 4-19 zeigt sich, dass die Konzentrationen eine räumliche Variabilität über das Querprofil aufweisen, dass sich die unterschiedlichen Parameter jedoch verschieden verhalten. Während sich bei 12m bei den Parametern Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor ein Konzentrationsmaximum einstellt, sind die Chloridkonzentrationen an dieser Position etwas geringer als an den benachbarten Entnahmepunkten. Bei 4m sind die Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen etwas höher und die Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen geringer. Hingegen kommt es bei 16m bei den Parametern Chlorid und Gesamtphosphor zu niedrigeren und bei Gesamtstickstoff- und Schwebstoffen zu höheren Konzentrationen.

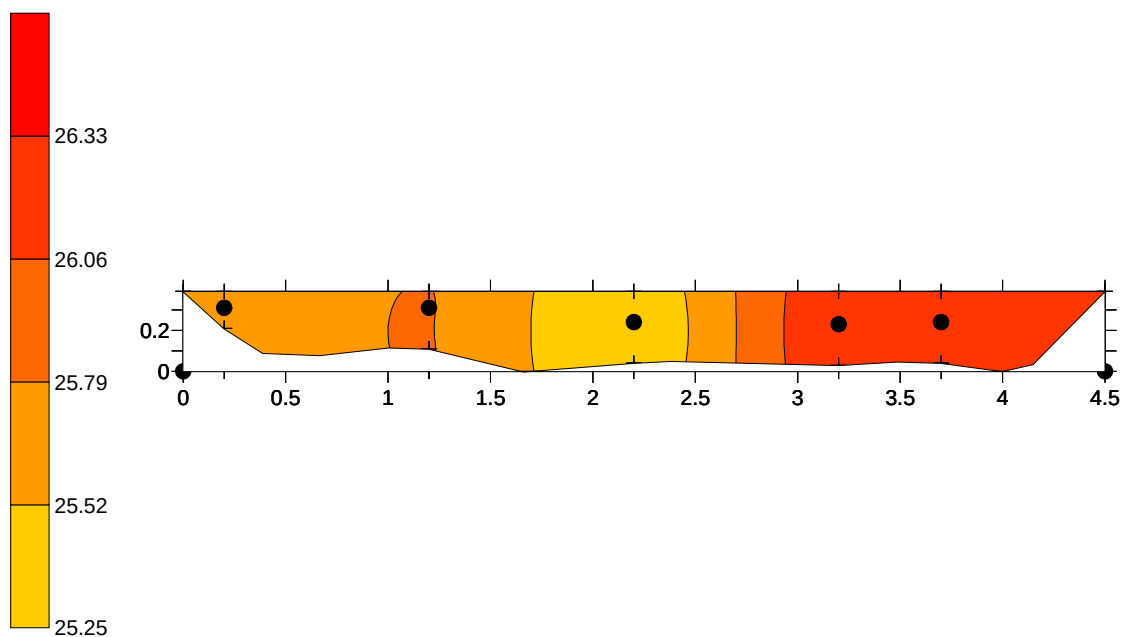


Abbildung 4-20 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009

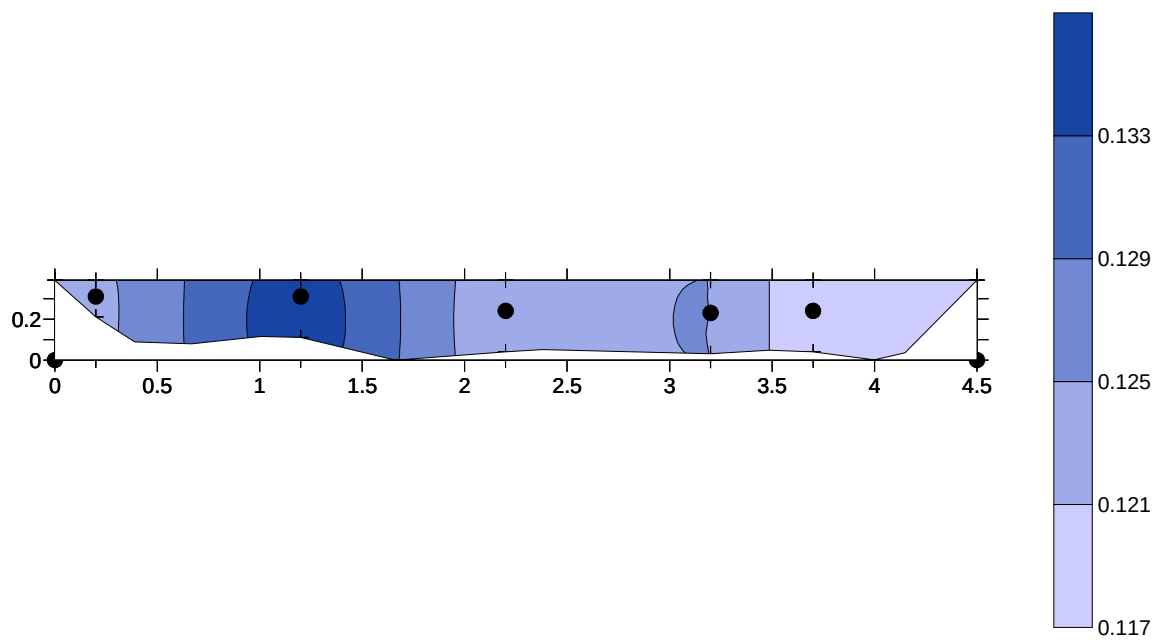


Abbildung 4-21 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009

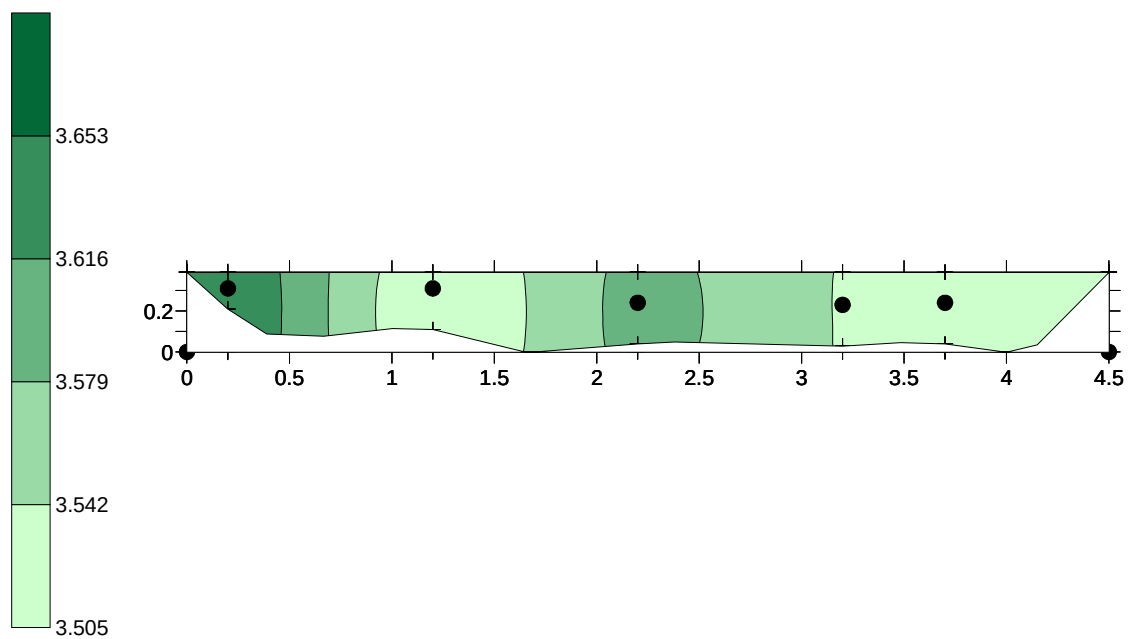


Abbildung 4-22 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009

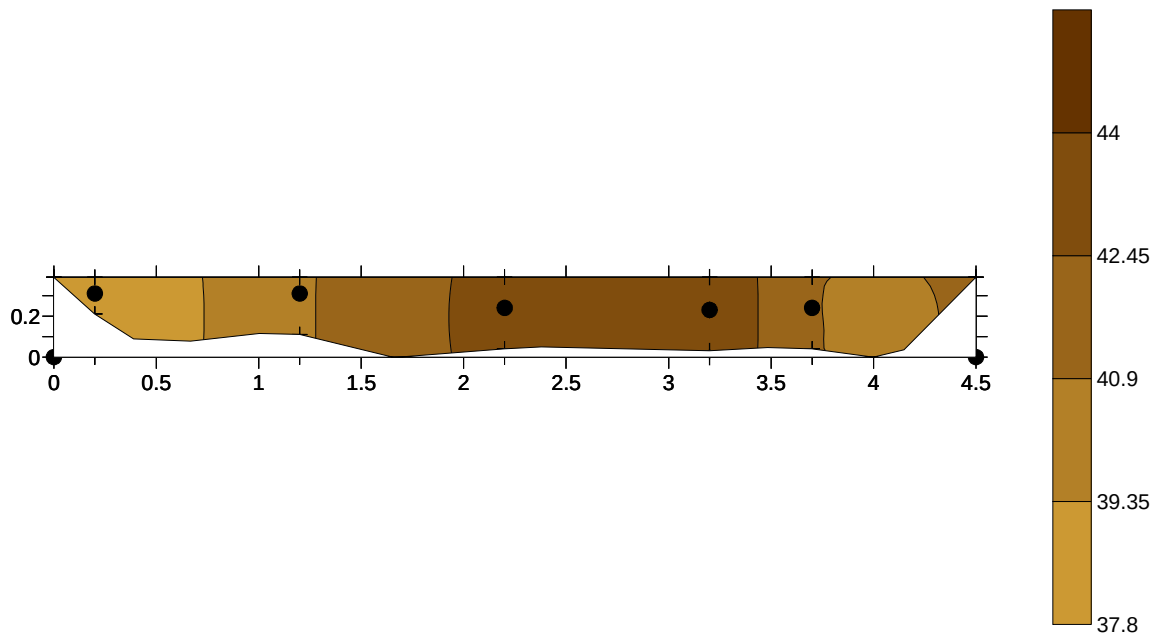


Abbildung 4-23 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009

Der Vergleich von Abbildung 4-20 bis Abbildung 4-23 zeigt, dass es in Sieghartskirchen wie bereits an der Cholerakapelle zu einer unterschiedlichen Variabilität der Konzentrationen der einzelnen Parameter kommt. So gibt es bei 1,2m (zweiter Entnahmepunkt von links) für Gesamtphosphor die maximalen, für Gesamtstickstoff die minimalen und für Chlorid und Schwebstoffe mittlere Konzentrationen. Während die Chloridkonzentrationen im Bereich von 3,0 bis 4,5m ihr Maximum aufweisen, sind die Gesamtphosphor und Gesamtstickstoffkonzentrationen in diesem Bereich minimal. Ein Zusammenhang zwischen den Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen ist ebenfalls nicht vorhanden.

Um herauszufinden, ob die räumliche Verteilung der Konzentrationen immer gleich ist, oder variiert, wurden die Ergebnisse der beiden Beprobungstage an jeder Stelle einander gegenübergestellt. Einige Beispiele sind im Folgenden dargestellt.

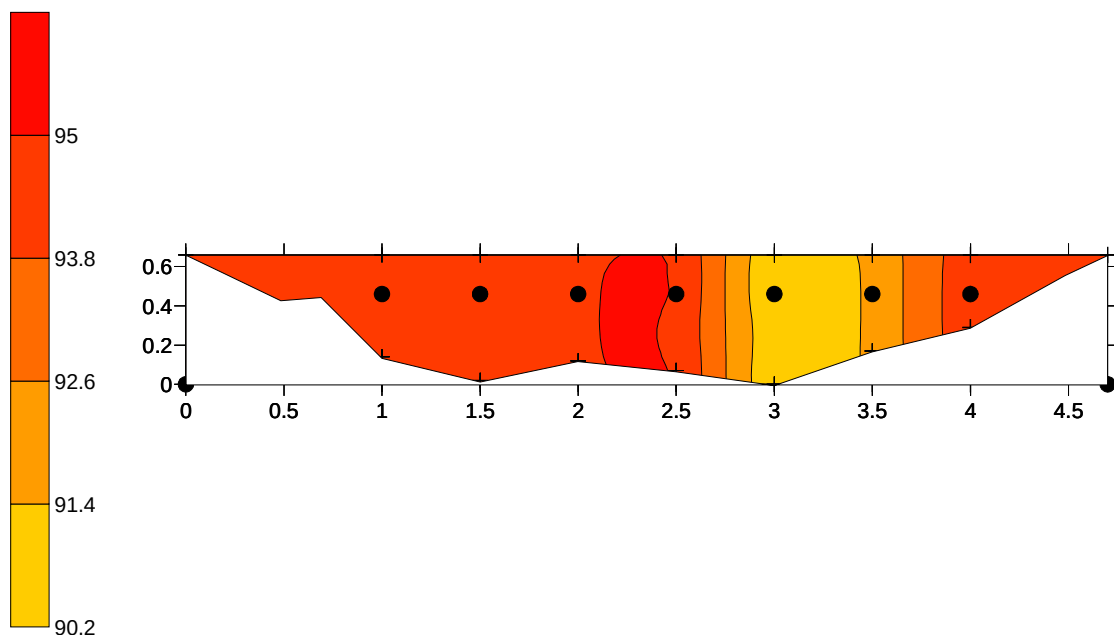


Abbildung 4-24 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Obermallebarn - Göllersbach am 28.05.2009

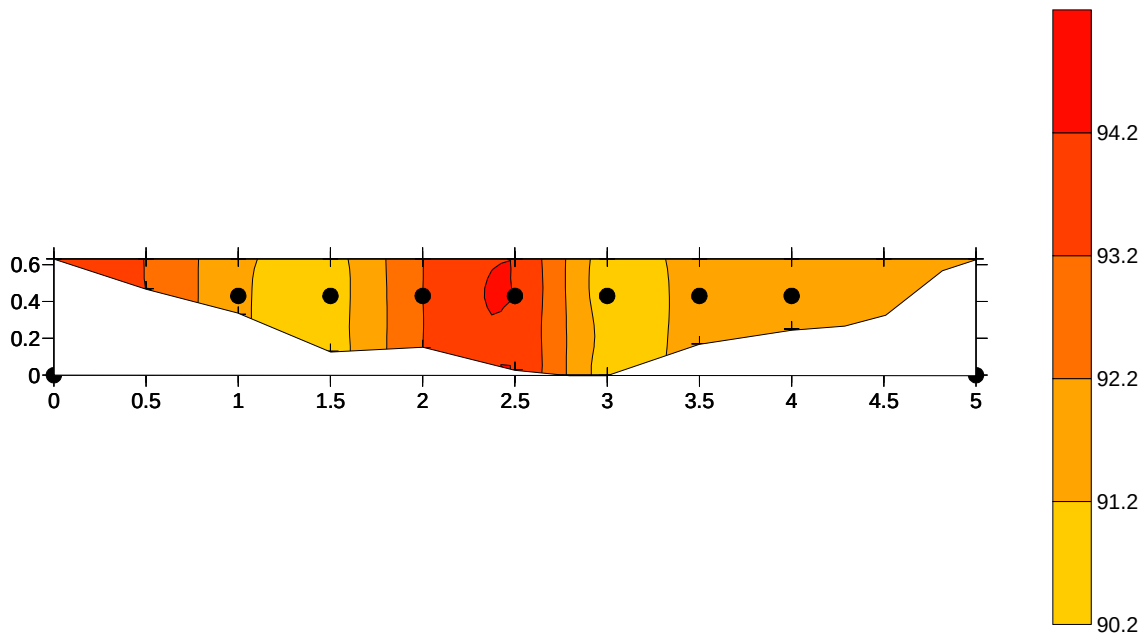


Abbildung 4-25 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Obermallebarn - Göllersbach am 09.08.2009

Der Vergleich von Abbildung 4-24 und Abbildung 4-25 zeigt, dass es an beiden Tagen im Bereich von 3m eine Zone mit geringerer Chloridkonzentration gibt. So einen Bereich gibt es während der zweiten Beprobung auch bei 1,5m. Allerdings traten hier am ersten Beprobungstag die maximalen Konzentrationen auf. Auch im Bereich von 4,0m bis 4,5m unterschieden sich die Konzentrationen.

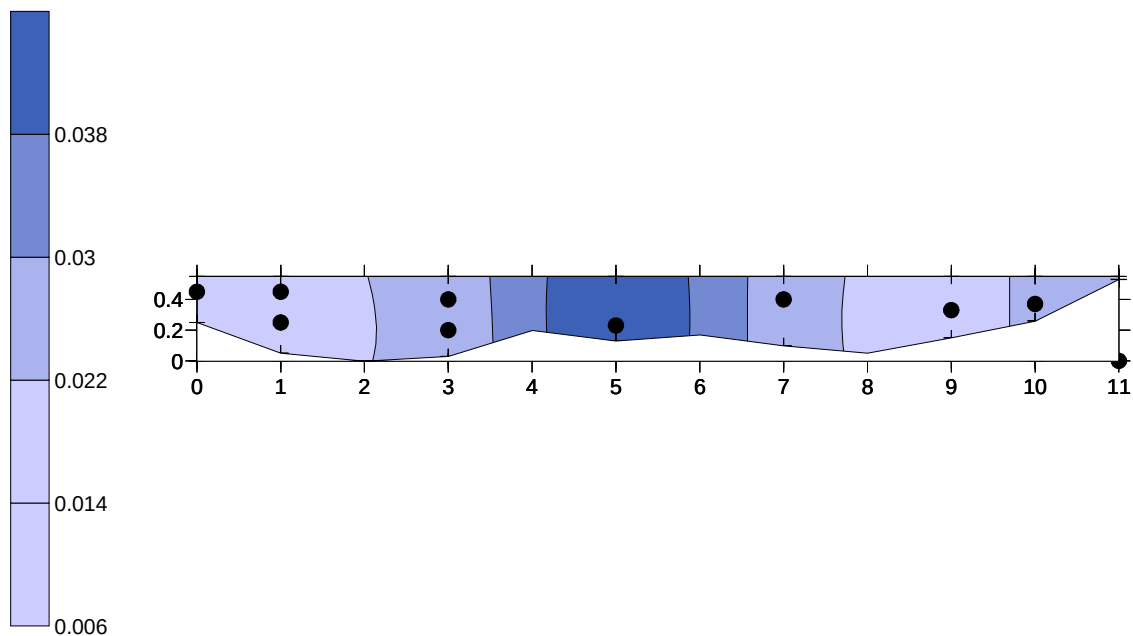


Abbildung 4-26 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Hohenberg - Unrechttraisen am 14.05.2009

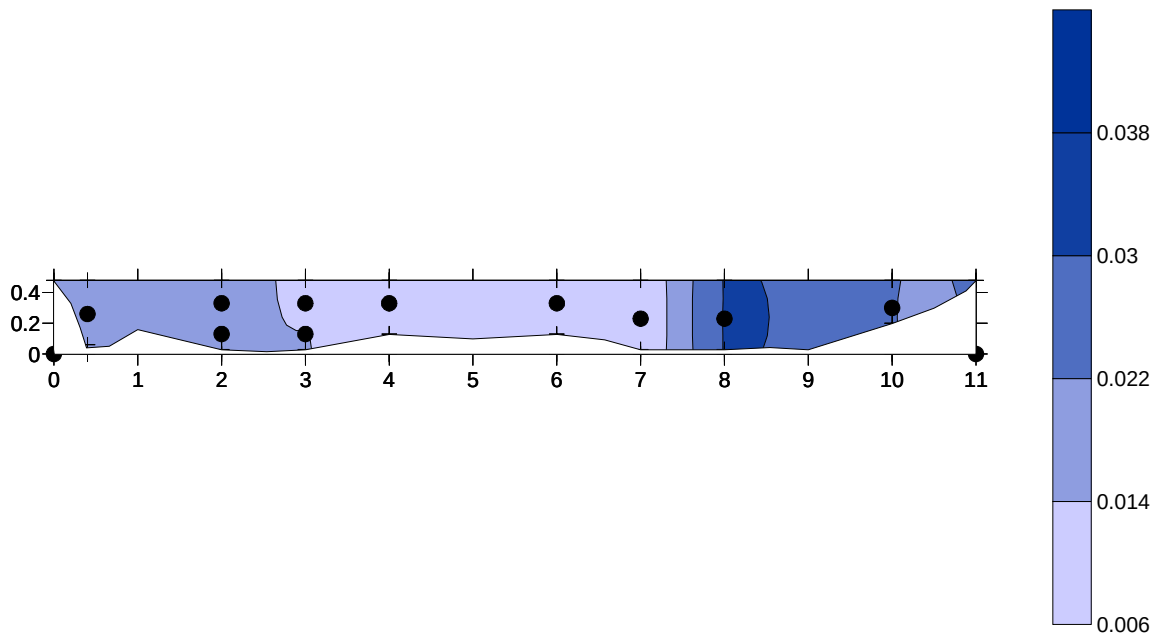


Abbildung 4-27 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Hohenberg - Unrechttraisen am 18.06.2009

Abgesehen von den generell etwas höheren Gesamtphosphorkonzentrationen zum Zeitpunkt der ersten Beprobung, ist beim Vergleich von Abbildung 4-26 und Abbildung 4-27 auf den ersten Blick zu erkennen, dass die Verteilung der Konzentrationen an den beiden Tagen nicht übereinstimmt. Während bei der ersten Beprobung die maximalen Konzentrationen in der Mitte auftreten, wurden sie bei der zweiten Beprobung bei 8m gemessen.

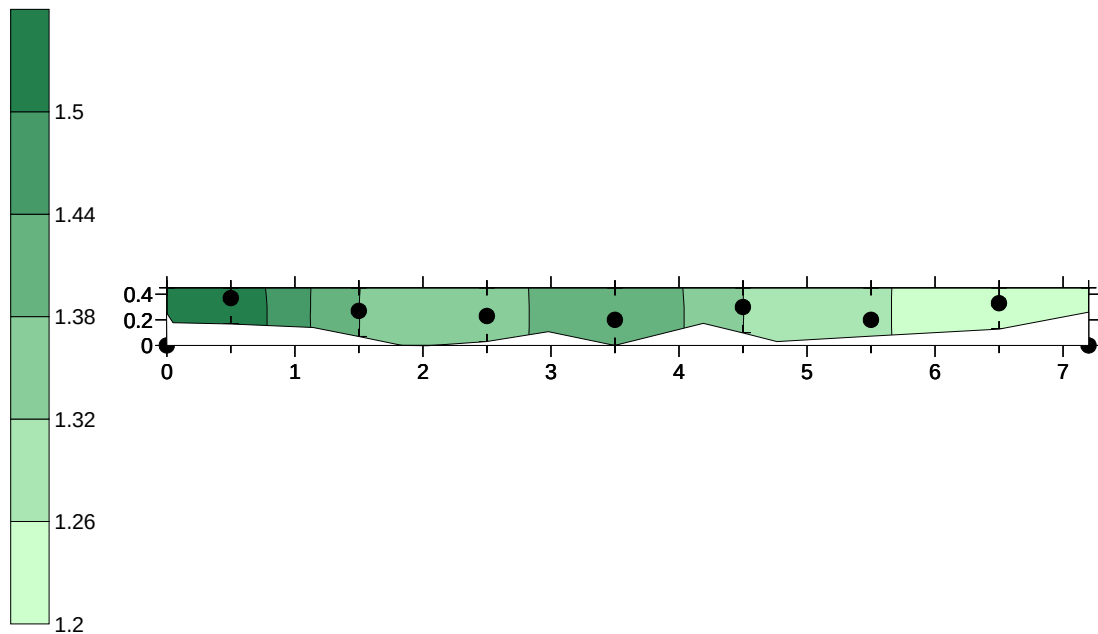


Abbildung 4-28 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in St. Aegydt - Unrechttraisen am 14.05.2009

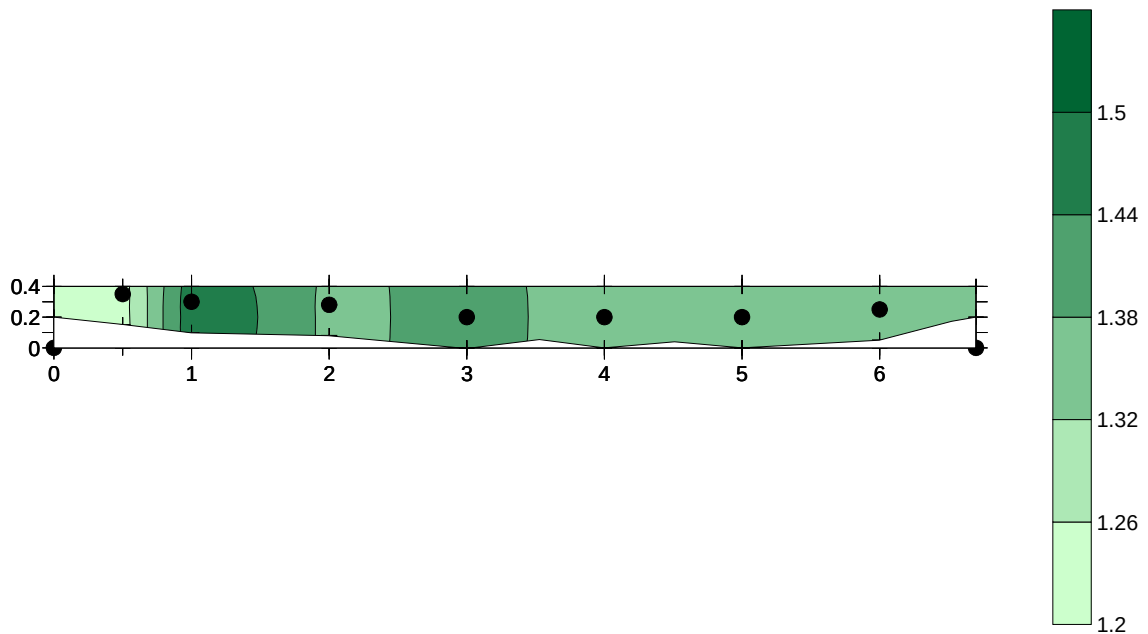


Abbildung 4-29 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in St. Aegyd - Unrechttraisen am 18.06.2009

Der Vergleich von Abbildung 4-28 und Abbildung 4-29 zeigt, dass die Verteilung der Gesamtstickstoffkonzentrationen bei der zweiten Beprobung wesentlich homogener ist als bei der Ersten. An beiden Tagen liegen die maximalen Konzentrationen am linken Rand.

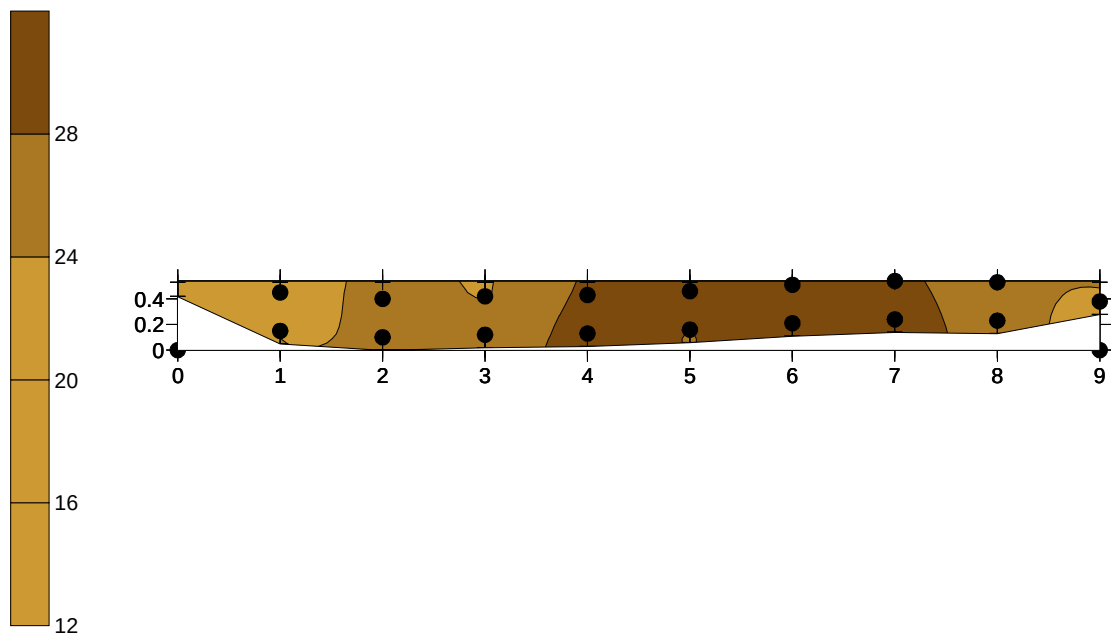


Abbildung 4-30 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Siegersdorf – Gr. Tulln am 26.05.2009

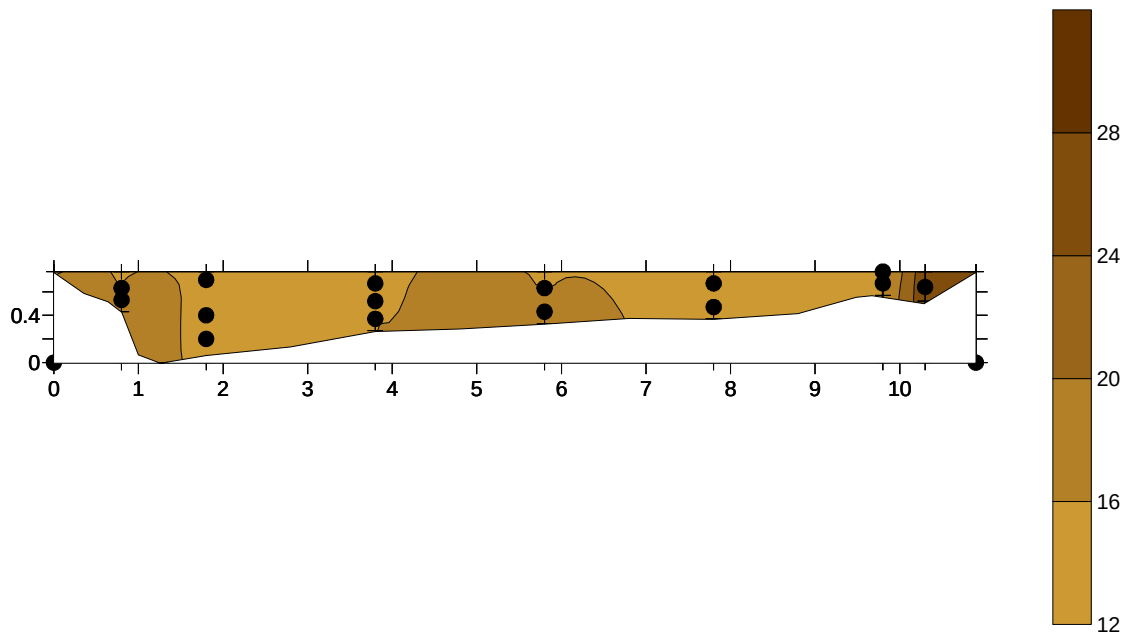


Abbildung 4-31 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Siegersdorf – Gr. Tulln am 15.06.2009

Beim Vergleich der Abbildung 4-30 und Abbildung 4-31 zeigt sich, dass an beiden Tagen in einem Bereich von 4m bis 7m höhere Schwebstoffkonzentrationen auftreten. Während diese am ersten Beprobungstag den maximalen Konzentrationen entsprechen, traten die maximalen Konzentrationen bei der zweiten Beprobung jedoch nahe des rechten Ufers auf. An dieser Stelle waren die Konzentrationen beim ersten Durchgang jedoch geringer.

Die Analyse der räumlichen Variabilität an allen Stellen hat gezeigt, dass es zwar manchmal zu Zonen kommt, an denen für mehrere Parameter eine höhere bzw. niedrigere Konzentration auftritt, in der Regel gibt es jedoch keinen Zusammenhang zwischen den Konzentrationsschwankungen der einzelnen Parameter. So traten an keiner Messstelle an einer Position für alle Parameter die maximalen bzw. minimalen Konzentrationen auf. Auch beim Vergleich zwischen den ersten beiden Durchgängen ist kein eindeutiger Zusammenhang festzustellen.

In diesem Kapitel wurden nur einzelne Messstellen bzw. Parameter exemplarisch angeführt. Die Graphiken der Verteilung der Konzentration aller Messstellen und Parameter sind im Anhang aufgelistet.

4.3 Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit

Um herauszufinden ob die Verteilung der Konzentrationen von der Fließgeschwindigkeit beeinflusst wird, wurden Korrelationen zwischen den Konzentrationen der ausgewählten Parameter und der Fließgeschwindigkeit erstellt. Im Folgenden sind einige ausgewählte Graphiken aufgelistet. Die restlichen Graphiken sind im Anhang enthalten.

- St. Aegydt am Neuwalde – Unrechttraisen

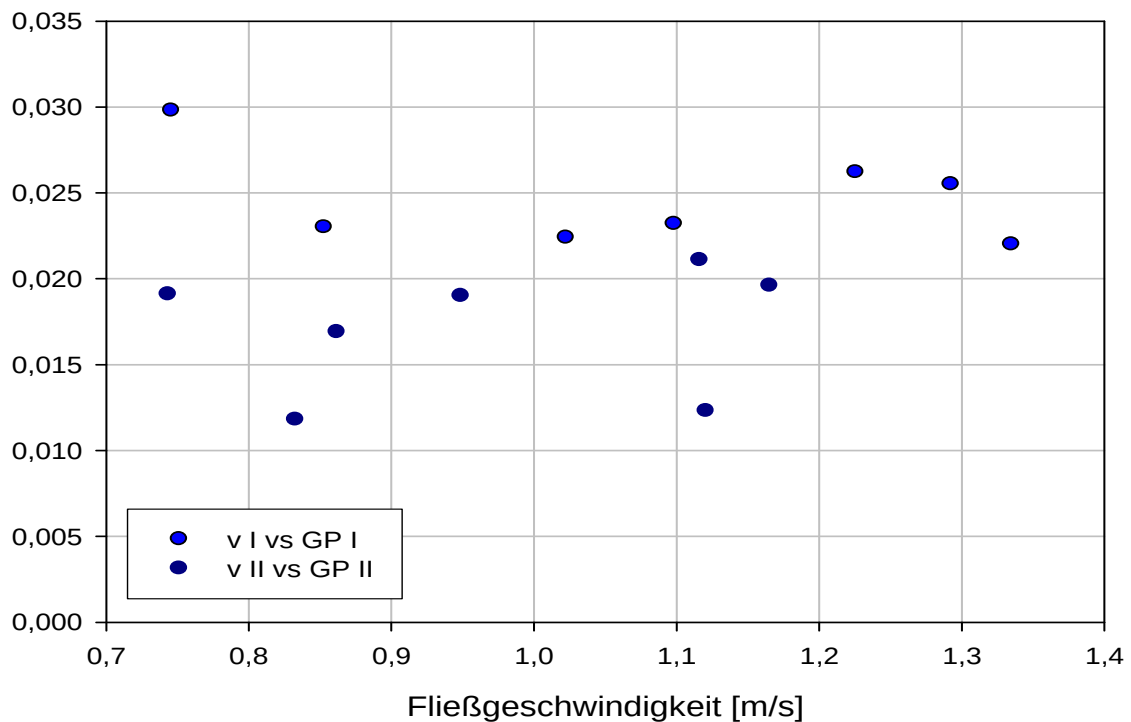


Abbildung 4-32 Korrelation der Gesamtposphorkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in St. Aegydt am Neuwalde - Unrechttraisen

In St. Aegydt am Neuwalde treten bei den Gesamtposphor- und Schwebstoffkonzentrationen deutlich größere Schwankungen als bei den anderen Parametern auf, ein Zusammenhang mit der Geschwindigkeit ist jedoch nicht zu erkennen. Während die Konzentrationen von Gesamtposphor und Schwebstoffe beim zweiten Durchgang etwas geringer sind als beim ersten, kam es bei den Chloridkonzentrationen zu einer Zunahme. Die Gesamtstickstoffkonzentrationen haben sich kaum verändert. Die Fließgeschwindigkeit unterliegt beim ersten Durchgang etwas größeren Schwankungen.

- Hohenberg - Unrechttraisen

Auch hier liegen die Gesamtposphor- und Schwebstoffkonzentrationen in einem sehr großen Schwankungsbereich unabhängig von der Fließgeschwindigkeit. Während es bei den Chloridkonzentrationen zu einem Anstieg beim zweiten Durchgang gegenüber dem ersten Durchgang kam, gab es bei den Schwebstoffen eine Reduktion. Für Gesamtstickstoff sind die Konzentrationen der zwei Durchgänge gleich.

- Leitsberg - Laabenbach

Am Laabenbach war die Fließgeschwindigkeit bei der zweiten Beprobung geringfügig höher als bei der ersten. Für Gesamtposphor treten während des zweiten Durchganges größere Konzentrationsschwankungen auf als in der Ersten. Ein Zusammenhang mit der Geschwindigkeit kann jedoch auch hier keiner gefunden werden. Die Gesamtstickstoff- und Chloridkonzentrationen liegen in einem relativ engen Schwankungsbereich, beim Chlorid sind jedoch die Werte der zweiten Messung deutlich niedriger.

- Cholerakapelle- Schwechat

Da die zweite Beprobung kurz nach dem Hochwasser stattfand, waren die Chloridkonzentrationen durch die stärkere Verdünnung geringer. Die Konzentrationen des Gesamtposphors und der Schwebstoffe höher. Bei diesen war auch der Schwankungsbereich im zweiten Durchgang viel größer als im Ersten. Hingegen gab es bei Chlorid- und Gesamtstickstoff keine großen Schwankungen.

- St. Veit an der Gölsen

Während an dieser Messstelle die Gesamtstickstoff- und Chloridkonzentrationen geringen Schwankungen unterliegen, gibt es bei den Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen einen breiten Schwankungsbereich.

- Tribuswinkel- Schwechat

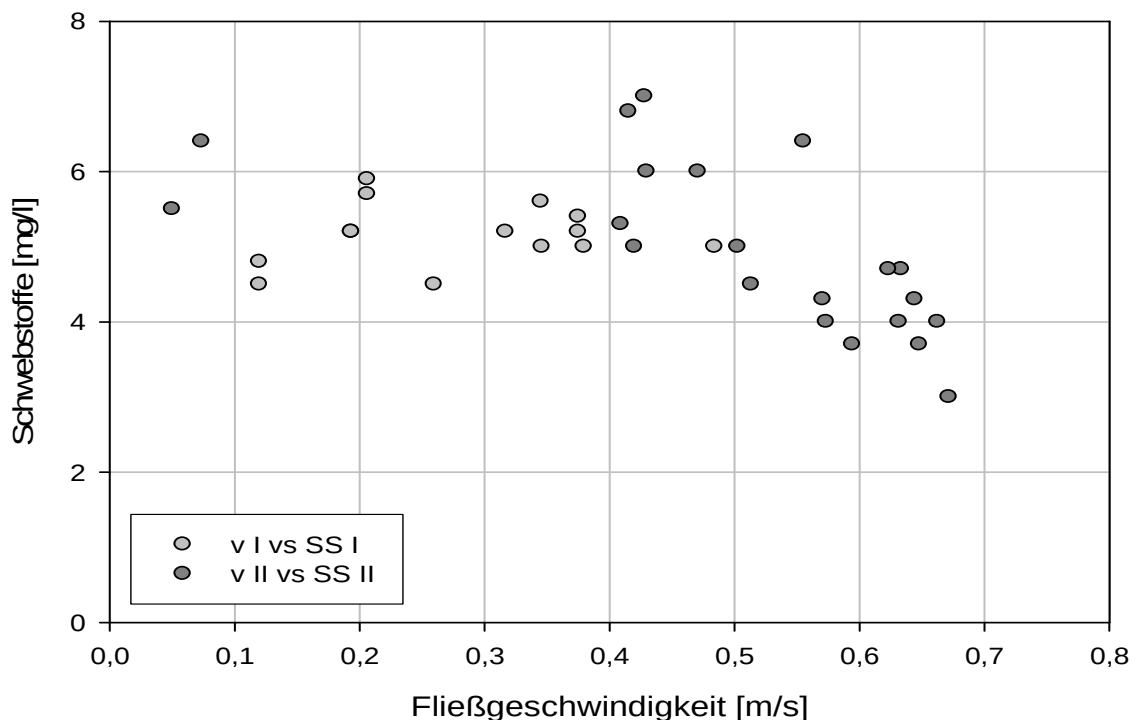


Abbildung 4-33 Korrelation der Schwebstoffkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Tribuswinkel - Schwechat

In Tribuswinkel ist bei der zweiten Beprobung ein größerer Schwankungsbereich bei der Fließgeschwindigkeit vorhanden. Auch die Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen unterliegen beim zweiten Durchgang größeren Schwankungen (siehe Abbildung 4-33).

- Sieghartskirchen - Kleine Tulln

An der Kleinen Tulln treten bei allen Parametern Schwankungen in den Konzentrationen auf, bei den Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen ist der Schwankungsbereich jedoch am größten. Ein Zusammenhang mit der Fließgeschwindigkeit ist auch hier nicht gegeben. Generell war die Fließgeschwindigkeit und auch die Konzentrationen aller Parameter bei der ersten Beprobung etwas höher.

- Laxenburg – Schwechat

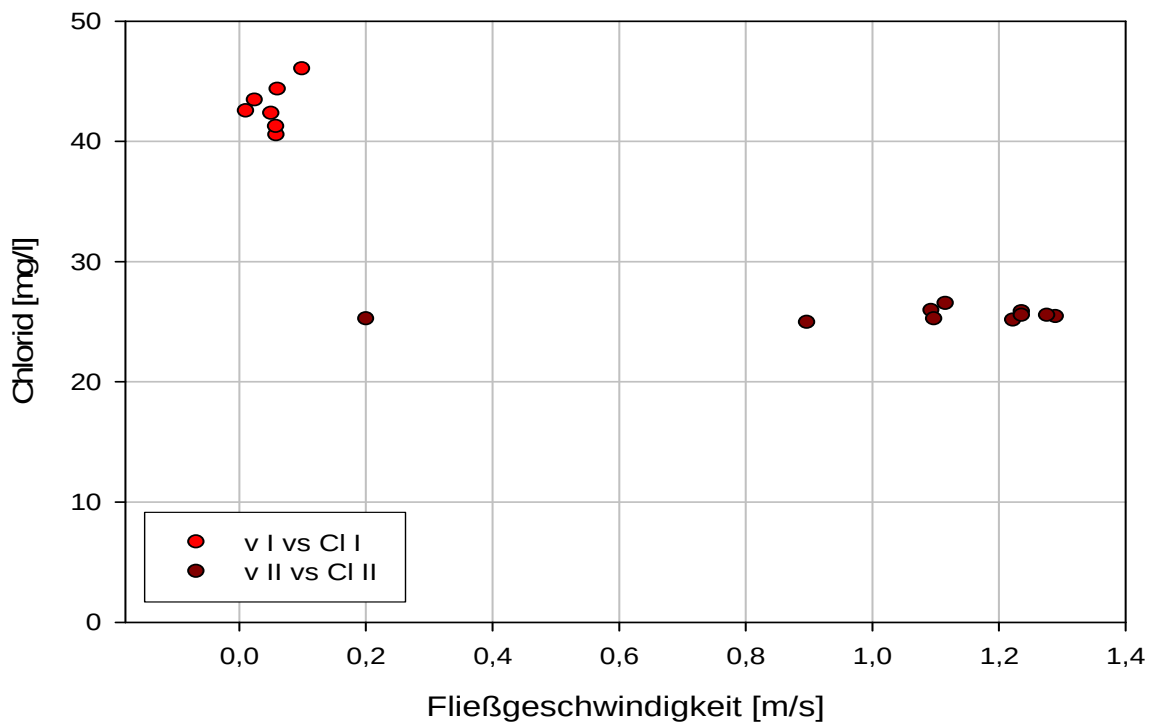


Abbildung 4-34 Korrelation der Chloridkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Laxenburg- Schwechat

An dieser Stelle ist bei der Fließgeschwindigkeit der Unterschied zwischen den beiden Beprobungen sehr groß. Auf die Konzentrationen hat die höhere Fließgeschwindigkeit insofern eine Auswirkung, dass die Schwankungsbreiten der Chloridkonzentrationen geringer sind (siehe Abbildung 4-34). Dieser Einfluss ist jedoch für die anderen Parameter nicht zu erkennen.

- Siegersdorf - Große Tulln

Während die Fließgeschwindigkeit bei der zweiten Beprobung etwas geringer war, ergaben sich bei den Gesamtstickstoffkonzentrationen etwas höhere Werte. Bei allen anderen Parametern kam es jedoch zu einer Reduktion der Konzentrationen. Für die Parameter Gesamtphosphor- und Schwebstoffe waren die Konzentrationsschwankungen im ersten Durchgang größer als im zweiten. Für Chlorid war dies genau umgekehrt und für Gesamtstickstoff gab es in beiden Durchgängen kaum Konzentrationsschwankungen.

- Obermallebarn - Göllersbach

Die Fließgeschwindigkeit schwankt beim 2. Durchgang deutlich stärker als beim Ersten. Bei den Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen ist der Schwankungsbereich deutlich größer als bei den Gesamtstickstoff- und Chloridkonzentrationen. Ein Zusammenhang mit der Geschwindigkeit ist jedoch nicht vorhanden. Während bei den Schwebstoffen die Konzentrationen bei der ersten Beprobung geringer sind als bei der Zweiten, ist die Situation bei den anderen Parametern genau umgekehrt.

- Hollenstein - Schmida

Die Situation an der Schmida ist ähnlich wie am Göllersbach. Bei der zweiten Beprobung gab es größere Schwankungen bei der Fließgeschwindigkeit. Die Schwankungsbreiten der Konzentrationen der verschiedenen Parameter sind eher

gering und es ist kein Zusammenhang mit der Fließgeschwindigkeit zu erkennen. Während die Gesamtstickstoff- und Schwebstoffkonzentrationen beim 2. Durchgang deutlich höher waren, veränderten sich die Chloridkonzentrationen nur geringfügig und die Gesamtphosphorkonzentrationen sind etwas zurückgegangen.

- Absdorf – Schmida

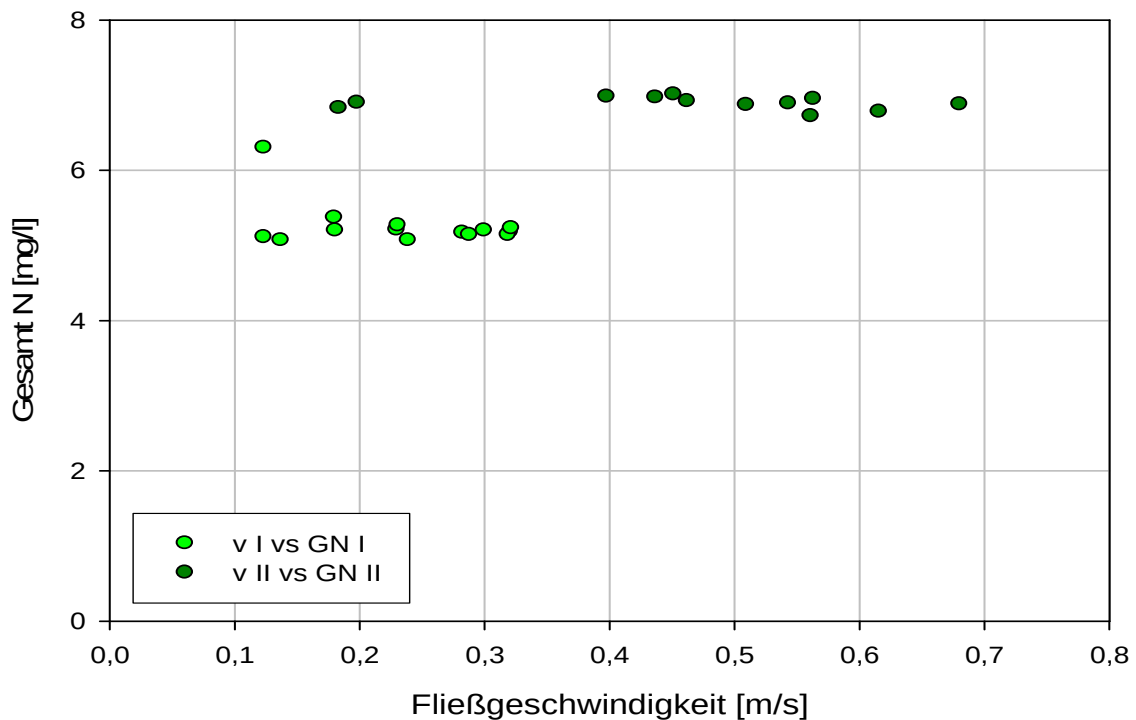


Abbildung 4-35 Korrelation der Gesamtstickstoffkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Absdorf-Schmida

Auch in Absdorf treten die größten Schwankungen bei den Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen ohne Zusammenhang mit der Geschwindigkeit auf. Außer für Gesamtphosphor kam es für alle Parameter beim 2. Durchgang zu höheren Konzentrationen im Vergleich zum ersten Durchgang. Die Fließgeschwindigkeit unterlag im zweiten Durchgang einer höheren Variabilität.

Es konnte für keinen Parameter an irgendeiner Beprobungsstelle ein Zusammenhang zwischen der Konzentrationsverteilung und der Fließgeschwindigkeit ausgemacht werden.

4.4 Querprofilbeiwert

Der Querprofilbeiwert ist ein Maß für die räumliche Variabilität der Konzentrationen und stellt das Verhältnis der mittleren Konzentration zur tatsächlich gemessenen Konzentration an den verschiedenen Punkten im Querprofil dar. Er wird im Anschluss für ausgewählte Messstellen der unterschiedlichen Gewässertypen für alle Parameter zusammen dargestellt. Die Graphiken für jeden einzelnen Parameter an allen Messstellen sind im Anhang aufgelistet.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

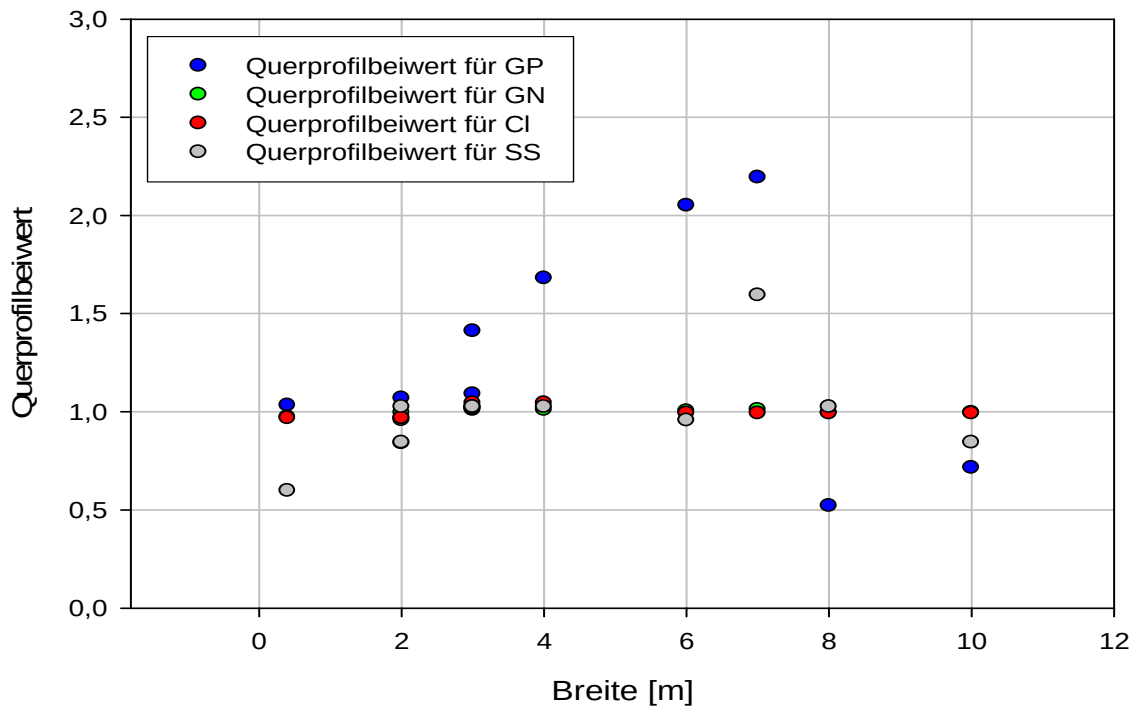


Abbildung 4-36 Querprofilbeiwerte in Hohenberg - Unrechttraisen am 18.06.2009

In Abbildung 4-36 ist zu erkennen, dass die Variabilität der unterschiedlichen Parameter nicht gleich ist. Während die Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen kaum Variabilität aufweisen, unterliegen die Gesamtposphor- und Schwebstoffkonzentrationen sehr großen Abweichungen. Da vor allem die Gesamtposphorkonzentrationen in der Mitte deutlich geringer sind als an den Randbereichen, kommt es hier zu sehr hohen Querprofilbeiwerten. Zum Zeitpunkt der ersten Beprobung waren die Abweichungen der Einzelmessungen zu den mittleren Konzentrationen nicht ganz so groß.

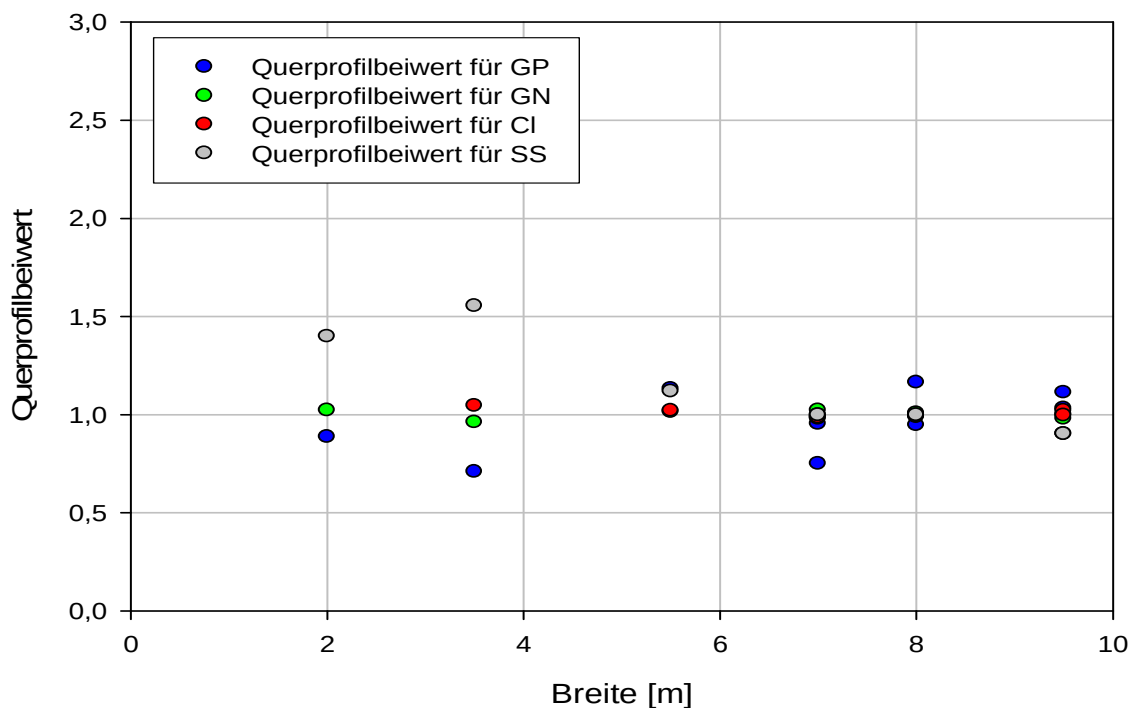


Abbildung 4-37 Querprofilbeiwerte an der Cholerakapelle – Schwechat am 04.06.2009

Abbildung 4-37 zeigt, dass auch an der Cholerakapelle die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe einer größeren Variabilität als die Parameter Chlorid und Gesamtstickstoff unterliegen. Es ist zu erkennen, dass an Positionen an denen es für die Schwebstoffe zu höheren Querprofilbeiwerten kommt, die Querprofilbeiwerte für Gesamtphosphor kleiner eins sind.

Beim Vergleich der Querprofilbeiwerte an allen Messstellen der Gewässerklasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches zeigt sich, dass hier generell größere Schwankungen der Querprofilbeiwerte auftreten. Vor allem die Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen weisen eine größere räumliche Variabilität auf. Die Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen sind jedoch an einigen Messstellen annähernd konstant und es treten Querprofilbeiwerte um eins auf.

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches

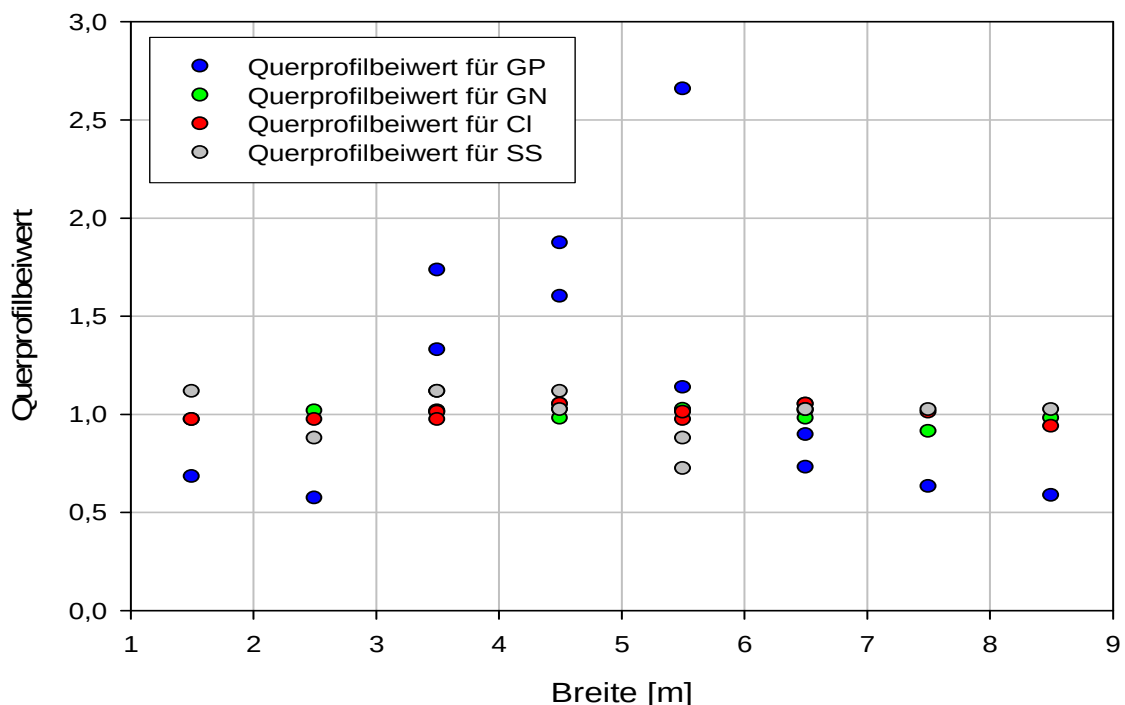


Abbildung 4-38 Querprofilbeiwerte in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

Abbildung 4-38 zeigt auch an der Gölsen eine größere Variabilität der Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen und eine sehr gleichmäßige Verteilung der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen. Vor allem für Gesamtphosphor kommt es in der Mitte zu geringen Konzentrationen als in den Randbereichen und damit zu sehr großen Querprofilbeiwerten.

- Mäandrierender Mittellauf

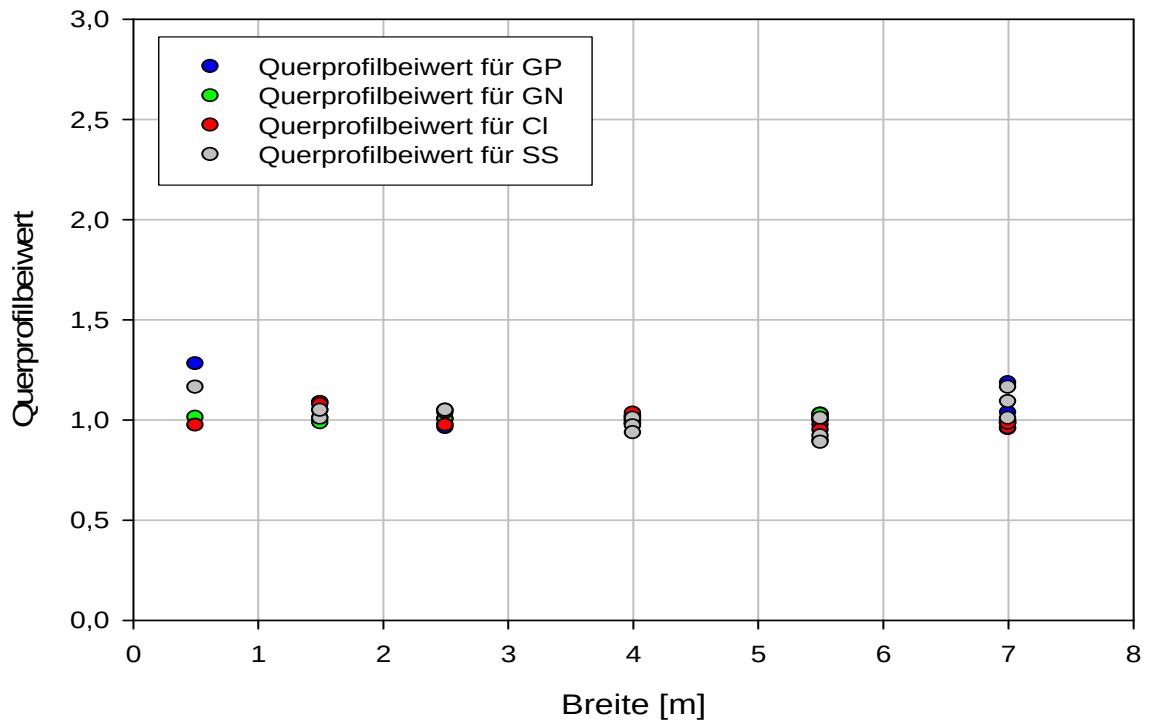


Abbildung 4-39 Querprofilbeiwerte in Tribuswinkel - Schwechat am 04.06.2009

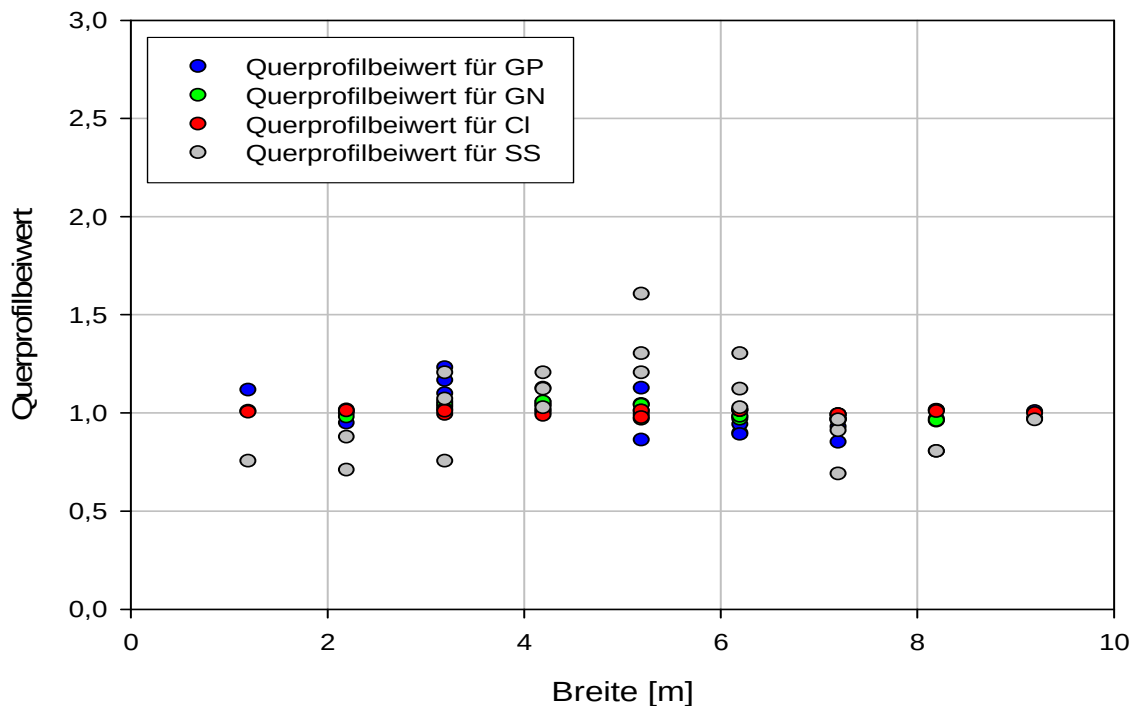


Abbildung 4-40 Querprofilbeiwerte in Tribuswinkel - Schwechat am 16.08.2009

In Tribuswinkel gibt es einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Beprobungszeitpunkten. Während die Konzentrationsschwankungen bei der ersten Beprobung am 04.06.2009 für alle Parameter sehr gering waren, traten bei der zweiten Beprobung deutlich größere Abweichungen der einzelnen Konzentrationen von den mittleren Konzentrationen auf. Vor allem für die Schwebstoffe waren die Querprofilbeiwerte in der Mitte sehr groß. Auch hier ist zu erkennen, dass die Schwankungen der Chlorid- und

Gesamtstickstoffkonzentrationen geringer sind als die der Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen.

- Kanal

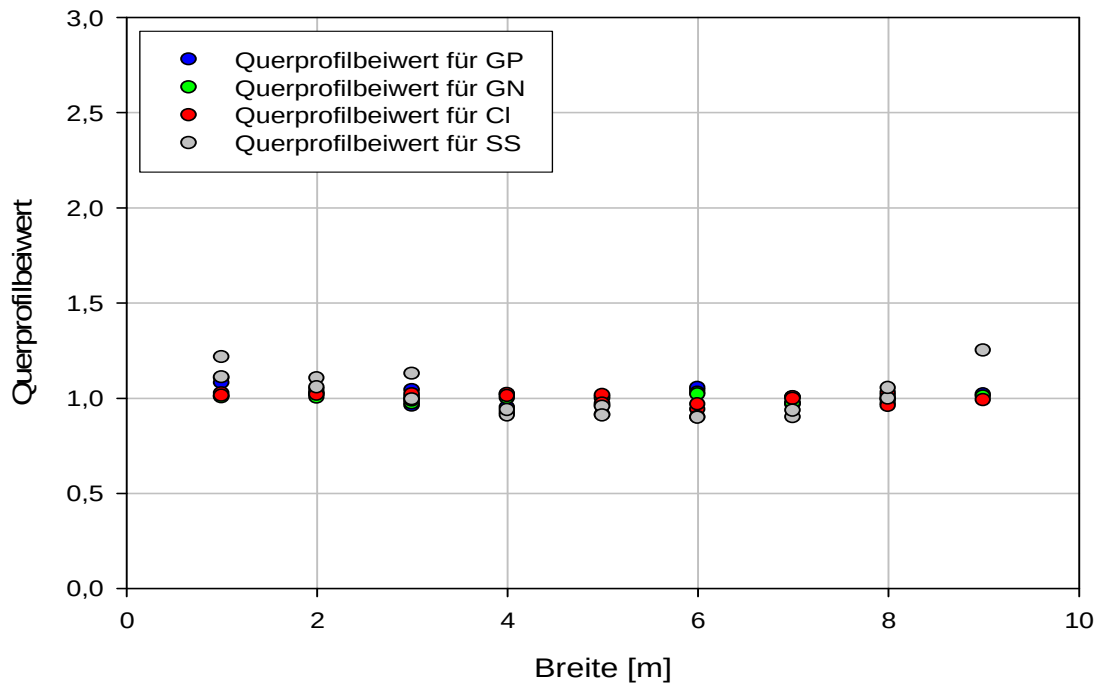


Abbildung 4-41 Querprofilbeiwerte in Siegersdorf- Große Tulln am 26.05.2009

Abbildung 4-41 zeigt, dass es hier zwar generell kleinere Abweichungen zwischen den einzelnen Konzentrationen und den mittleren Konzentrationen gibt, aber auch hier ist die Variabilität der Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen größer als die der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen.

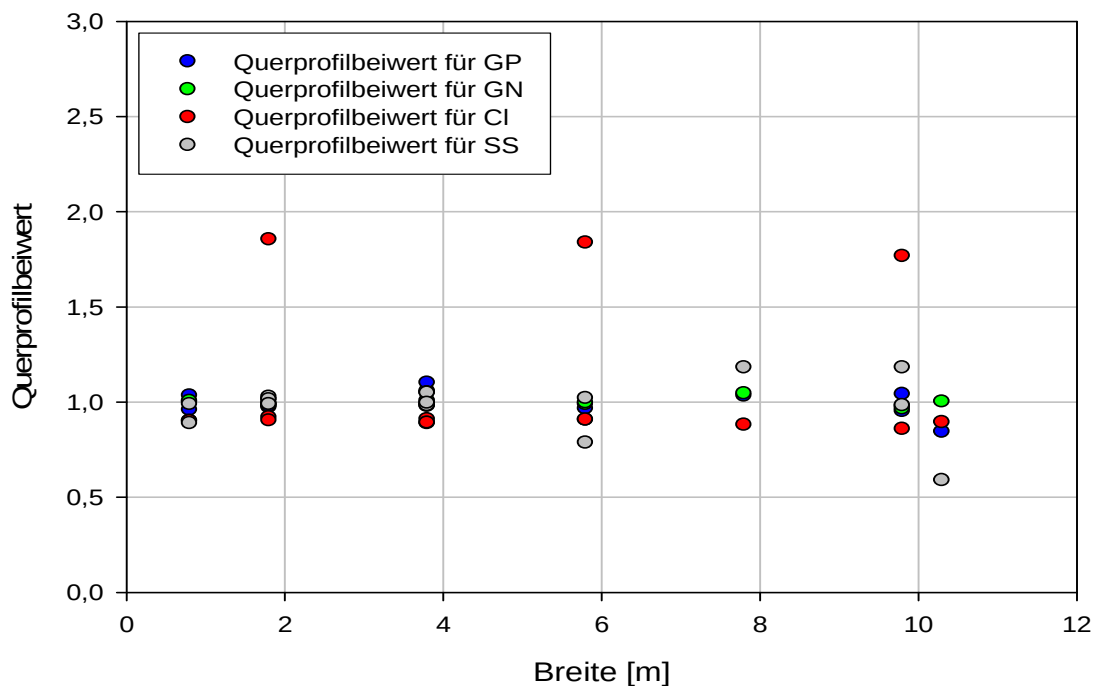


Abbildung 4-42 Querprofilbeiwerte in Siegersdorf- Große Tulln am 15.06.2009

In Abbildung 4-42 sind große Querprofilbeiwerte für Chlorid zu erkennen. Dies ist jedoch die einzige Beprobung, an der dieses Phänomen auftritt. Für die anderen Parameter treten nur geringe Schwankungen auf.

- Graben

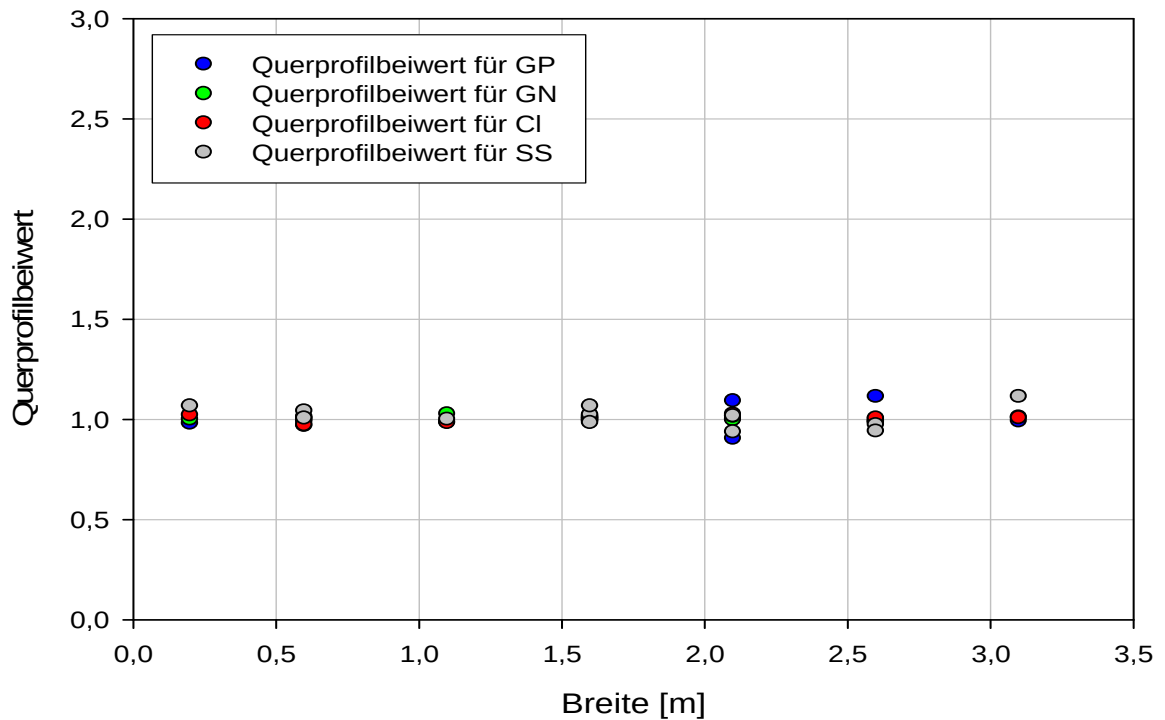


Abbildung 4-43 Querprofilbeiwerte in Absdorf - Schmida am 09.08.2009

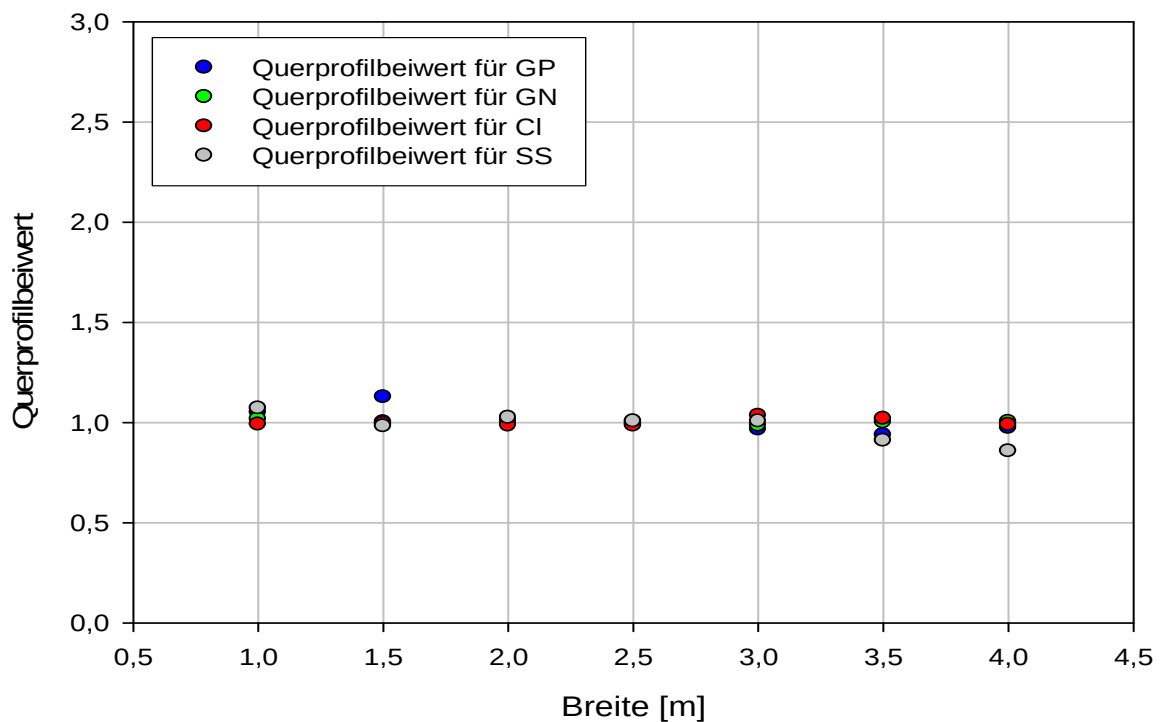


Abbildung 4-44 Querprofilbeiwerte in Obermallebarn – Göllersbach am 28.05.2009

An den Gräben treten wie in Abbildung 4-43 und Abbildung 4-44 zu sehen ist die geringsten Abweichungen zwischen den einzelnen Konzentrationen und den mittleren Konzentrationen

auf. Doch auch hier gibt es bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffen eine etwas größere Variabilität.

Die Analyse der einzelnen Querprofilbeiwerte für alle Parameter und Messstellen bestätigt die Ergebnisse des Kapitels 4.2 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt. Es ist weder ein Zusammenhang der Konzentrationsschwankungen der Einzelnen Parameter im Querprofil noch ein Zusammenhang zwischen den beiden Beprobungszeitpunkten zu erkennen.

Bei den Parametern Chlorid und Gesamtstickstoff liegt der Querprofilbeiwert meist bei eins und es gibt nur sehr kleine Abweichungen der Einzelmessungen von den mittleren Konzentrationen. Hingegen kommt es bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe zu einer größeren Variabilität über die Breite und die Tiefe. Des Weiteren ist zu erkennen, dass vor allem an den Gewässern des Typs Oberlauf und Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches eine größere Variabilität der Konzentrationen über das Querprofil auftritt. Hingegen kommt es bei den Kanälen und Gräben nur zu geringen Abweichungen der einzelnen Konzentrationen von den mittleren Konzentrationen.

4.5 Frachtenberechnungen

Aus den ermittelten Konzentrationen an verschiedenen Positionen in den Fließgewässern wurde mit dem gesamten Abfluss jeweils die mittlere Fracht des Querschnitts berechnet und die Abweichung von der Referenzfracht bestimmt. Für die verschiedenen Positionen der Entnahme wurden die 90- und 10- Perzentile der Abweichungen aller Messstellen berechnet und in der folgenden Tabelle abgebildet. Die graphischen Darstellungen der Ergebnisse aus der Tabelle sind im Anhang aufgelistet.

Tabelle 4-1 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten aller Messstellen in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	Cl	SS
Rand unten	4,4	2,7	2,8	10,9
	-24,7	-0,7	-2,9	-9,7
Rand oben	20,0	2,9	6,2	30,7
	-19,1	-1,9	-1,8	-11,5
Mitte unten	9,6	2,0	3,7	13,3
	-10,4	-3,1	-2,6	-7,5
Mitte oben	23,2	2,8	2,3	7,1
	-20,5	-2,0	-2,7	-10,4
Mittelwert	4,9	0,7	0,3	5,0
	-2,2	-0,4	-0,6	-1,7
Mittelwert Rand/Mitte	10,1	1,8	2,6	12,8
	-8,5	-1,7	-2,1	-9,6
2x Rand	6,7	1,7	7,0	15,8
	-10,3	-1,0	-1,3	-8,2

Tabelle 4-1 zeigt, dass es bei einigen Parametern zu sehr großen Vertrauensintervallen kommt. Dies bedeutet, dass die Frachten die durch die Konzentrationen an den unterschiedlichen Positionen berechnet werden, die Referenzfrachten stark über- oder unterschreiten können. Bei Werten mit einem positiven Vorzeichen werden die Referenzfrachten über- bei jenen mit negativem Vorzeichen unterschritten.

Unabhängig von der Position im Fließgewässer an welcher die Probe für die Berechnung der Fracht entnommen wurde, gibt es bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe die größten Abweichungen. Für Gesamtstickstoff und Chlorid ist das Vertrauensintervall für alle Positionen kleiner. Werden die Frachten aus dem Mittelwert aller gemessenen Konzentrationen berechnet, ist das Vertrauensintervall deutlich geringer als bei allen anderen Varianten und es ergeben sich kleinere Abweichungen. Bei dieser Berechnungsvariante ist jedoch, mit Ausnahme des Chlorids, für alle Parameter eine Überschätzung der Referenzfrachten wahrscheinlicher als eine Unterschätzung. Wird die Fracht aus dem Mittelwert zweier Proben berechnet, ergeben sich kleinere Abweichungen. Dies trifft jedoch nicht für alle Parameter zu.

- Gesamtphosphor

An allen Positionen ergeben sich große Abweichungen. Das kleinste Vertrauensintervall ergibt sich aus der Berechnung der Frachten aus einer Probe die aus der Mitte etwas tiefer entnommen wurde. Allerdings kann es hier zu einer Abweichung der Frachten um bis zu 10% kommen. Wird die Probe am Rand in der Tiefe entnommen kommt es in 80% der Fälle zwar nur zu einer Überschätzung der Frachten um 5%, allerdings zu Unterschätzungen von bis zu 25%. Durch die Berechnung der Frachten aus zwei Proben kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Ob dabei eine aus der Mitte und eine vom Rand oder beide vom Rand entnommen werden, macht in diesem Fall kaum einen Unterschied. Generell werden bei einer Entnahme in der Tiefe die Frachten eher unterschätzt als an der Oberfläche.

- Gesamtstickstoff

Beim Gesamtstickstoff sind die Unterschiede in den Ergebnissen der verschiedenen Positionen deutlich geringer und auch die Vertrauensintervalle sind kleiner. Bei einer Entnahme am Rand in der Tiefe ergibt sich das kleinste Vertrauensintervall mit einer Abweichung von bis zu 3% und einer Unterschätzung von bis zu 0,7%. Werden die Frachten aus zwei Proben berechnet, werden die Abweichungen noch etwas geringer und liegen mit 2% schon sehr nahe an den Referenzfrachten.

- Chlorid

Bei Chlorid ergibt sich das kleinste Vertrauensintervall bei einer Entnahme in der Mitte an der Wasseroberfläche. Hier kommt es in 80% der Fälle zu einer Überschreitung der Referenzfrachten um bis zu 2% und einer Unterschreitung von bis zu 3%. Wird die Probe jedoch am Rand an der Wasseroberfläche entnommen, ergibt sich ein etwas größeres Vertrauensintervall und die Referenzfrachten werden von den berechneten Frachten um bis zu 6% überschätzt. Durch Berechnung der Frachten aus einer Probe aus der Mitte und eine vom Rand kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Werden jedoch zwei Proben vom Rand

für die Frachtenberechnung herangezogen, ergibt sich in 80% der Fälle eine Abweichung bis zu 7%.

- Schwebstoffe

Die Abweichungen bei der Berechnung der Schwebstoff- Frachten sind sehr groß. Vor allem bei einer Entnahme am Rand an der Wasseroberfläche tritt ein sehr breites Vertrauensintervall auf. Hier können die berechneten Frachten die Referenzfrachten in 80% der Fälle um bis zu 30% überschreiten. Das kleinste Vertrauensintervall ergibt sich aus der Berechnung der Frachten aus einer Probe an der Wasseroberfläche aus der Mitte. Doch auch hier kann es zu einer Unterschätzung der Referenzfrachten um bis zu 10% kommen. Werden die Frachten aus dem Mittelwert zweier Proben berechnet, kommt es zu Abweichungen bis ca. 15%. Somit kommt es gegenüber der Berechnung der Frachten aus einer einzigen Probe teilweise zu einer Verbesserung jedoch auch teilweise zu einer Verschlechterung der Ergebnisse.

- Abweichungen der einzelnen Gewässertypen

Um zu sehen ob die Ergebnisse vom jeweiligen Gewässertyp beeinflusst werden, erfolgte die Berechnung der Vertrauensintervalle der Abweichungen auch für die einzelnen Gewässertypen. Da jedoch nicht an allen Fließgewässern eine Probenahme in verschiedenen Tiefen erfolgte, wurden die Vertrauensintervalle der verschiedenen Gewässertypen nur für die Positionen Rand und Mitte bzw. dem Mittelwert aus allen, dem Mittelwert aus einer Probe am Rand und einer in der Mitte und dem Mittelwert aus zwei Proben vom Rand berechnet. Da die Datenmenge zur Berechnung des Vertrauensintervalls an den Gewässertypen Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf zu gering waren, erfolgt hier nur eine Gegenüberstellung der Abweichungen.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

Tabelle 4-2 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	CI	SS
Rand	17,5	6,1	6,2	34,4
	-32,7	-4,0	-2,6	-8,9
Mitte	38,6	3,0	0,2	5,8
	-28,0	-1,9	-3,2	-24,0
Mittelwert	5,6	0,7	0,5	3,6
	-6,1	-1,6	-3,9	-1,7
Mittelwert Rand/Mitte	18,7	2,7	3,1	13,4
	-10,2	-2,3	-3,5	-15,1
2x Rand	8,0	3,0	9,0	15,9
	-26,5	-1,7	-1,3	-0,8

An den Fließgewässern der Gewässerklasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches ergeben sich sehr unterschiedliche Vertrauensintervalle. Während die Abweichungen bei den Parametern

Chlorid und Gesamtstickstoff geringer sind, gibt es bei Gesamtphosphor und Schwebstoffen ein sehr breites Vertrauensintervall.

Für Gesamtphosphor treten bei einer Probenahme am Rand in 80% der Fälle Abweichungen von bis zu 30% auf. Werden die Proben in der Mitte genommen, ist das Vertrauensintervall noch größer. Durch die Berechnung der Frachten aus dem Mittelwert zweier Proben kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Doch auch dabei können Abweichungen von 20% bzw. 25% auftreten. Sogar bei der Berechnung aus dem Mittelwert aller entnommenen Proben, kommt es zu Abweichungen gegenüber den Referenzfrachten von bis zu 6%.

Die Vertrauensintervalle für Gesamtstickstoff sind deutlich geringer und es gibt einen großen Unterschied zwischen den Frachten aus einer Probe vom Rand und der Mitte. Während es am Rand zu Abweichungen von 6% in 80% der Fälle kommt, ist das Vertrauensintervall in der Mitte nur halb so groß. Werden die Frachten aus dem Mittelwert von zwei Proben berechnet, kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Dabei macht es keinen Unterschied, ob die Proben vom Rand und der Mitte oder nur vom Rand stammen.

Die Situation ist für die Chloridkonzentrationen sehr ähnlich. Allerdings ist hier das Vertrauensintervall aller Proben größer, als das einer Probe aus der Mitte. Werden die Frachten aus zwei Proben vom Rand berechnet, kommt es jedoch mit bis zu 9% in 80% der Fälle zu der größten Abweichung.

Die Abweichungen für Schwebstoffe sind für beide Positionen sehr groß. Die Breite des Vertrauensintervalls ist bei einer Entnahme in der Mitte etwas geringer als am Rand, die berechneten Frachten können die Referenzfrachten jedoch um bis zu 25% unterschätzen. Durch die Berechnung aus dem Mittelwert zweier Proben können die Abweichungen auf ca. 15% reduziert werden. Es macht jedoch keinen Unterschied ob die Proben aus der Mitte und vom Rand oder nur vom Rand stammen.

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches

Tabelle 4-3 Abweichungen der Frachten an der Gölsen in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	Cl	SS
Rand oben	47,0	2,9	2,9	-10,3
	70,7	2,2	6,7	-2,2
Mitte unten	-11,9	-1,5	2,9	14,1
Mitte oben	-62,3	-2,3	-0,9	38,6
Mittelwert	6,3	0,6	-0,3	1,2
Mittelwert Rand/Mitte	-7,7	0,3	1,0	14,1
	4,2	0,0	2,9	18,2
2x Rand	58,9	2,6	4,8	-6,2

Sowohl für Gesamtphosphor als auch Gesamtstickstoff treten bei der Frachtenberechnung aus Proben die in der Mitte aus der Tiefe entnommen wurden die geringsten Schwankungen auf. Für beide Parameter ergeben sich aus den Proben vom Rand größere und aus der Mitte

kleinere Frachten als die Referenzfrachten. Der Mittelwert aus einer Probe vom Rand und einer in der Mitte führt daher zu einer Reduktion der Abweichungen. Werden zwei Proben vom Rand entnommen, kommt es jedoch für Gesamtphosphor zu einer Abweichung von bis zu 60%.

Für Chlorid ergibt sich in der Mitte an der Wasseroberfläche mit 1% eine sehr geringe Unterschätzung der Referenzfrachten. Daher kann das Ergebnis mit Berechnung aus zwei Proben nicht verbessert werden.

Bei den Schwebstoffen kommt es im Gegensatz zu den anderen Parametern am Rand zu einer Unter- und in der Mitte zu einer Überschätzung der Referenzfrachten. Allerdings ist mit Abweichungen von 10% und 2% ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Seiten erkennbar. Das Ergebnis kann durch Berechnung der Frachten aus zwei Proben vom Rand verbessert werden. Der Mittelwert zwischen einer Probe aus der Mitte und einer vom Rand führt zu einer Abweichung von bis zu 20% und liegt damit nur unter jener aus der Berechnung der Frachten aus einer Probe an der Wasseroberfläche in der Mitte.

- Mäandrierender Mittellauf

Tabelle 4-4 Abweichungen der Frachten an der Schwechat in Tribuswinkel in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	Cl	SS
Rand unten	-15,5 ₁	0,6 ₁	1,7 ₁	-13,9 ₁
Rand oben	-21,8 ₂	-1,1 ₂	2,9 ₂	-13,9 ₂
	-10,2 ₂	-0,6 ₂	-0,1 ₂	33,1 ₂
	4,8 ₁	1,7 ₁	2,0 ₁	-0,5 ₁
	-0,3 ₃	3,1 ₃	0,5 ₃	4,0 ₃
Mitte unten	-1,6	0,3	-3,1	3,3
	1,2	-3,5	-0,8	-37,6
Mitte oben	-1,6	2,0	2,0	7,1
	16,4	3,5	2,7	-23,0
Mittelwert	-2,5	0,1	0,3	-1,4
	0,2	0,2	0,1	3,3
Mittelwert Rand/Mitte	-11,7	0,5	2,5	-3,4
	3,1	1,5	1,3	5,0
	1,6	1,9	2,0	3,3
	8,0	3,3	1,6	-9,5
2x Rand	-8,5	0,3	2,5	-7,2
	-5,3	1,2	1,9	-7,2
	-5,3	1,3	0,2	18,6

₁ Prallhang ₂ Gleithang ₃ kein eindeutiger Prallhang vorhanden

Für Gesamtphosphor ergeben sich aus einer Probe die in der Mitte etwas tiefer entnommen wurde mit 2% die geringsten Abweichungen. Am Rand sind die Ergebnisse von der jeweiligen Seite abhängig an der die Probe entnommen wurde. Während es auf der linken Seite (Gleithang) mit 20% und 10% zu großen Abweichungen kommt, sind sie auf der Prallhangseite

mit 5% deutlich geringer. Durch eine Berechnung aus zwei Proben kommt es generell zu keiner Reduktion der Abweichungen.

Die Gesamtstickstofffrachten weisen geringere Abweichungen auf. Hier kommt es mit 0,6% aus einer Probe vom Rand aus der Tiefe zu den besten Ergebnissen. Daher ist durch die Berechnung der Frachten aus zwei Proben eine Verbesserung der Ergebnisse kaum möglich.

Auch für Chlorid sind die Abweichungen sehr gering. Daher ist eine Verbesserung der Ergebnisse durch zwei Proben nur bedingt möglich.

Für die Berechnung der Schwebstofffrachten ergibt sich aus einer Probe die an der Wasseroberfläche an der Prallhangseite entnommen wurde die geringste Abweichung. Wird jedoch die Probe aus der Mitte in der Tiefe für die Frachtberechnung herangezogen, können erheblich größere Abweichungen auftreten. Eine Berechnung der Schwebstofffrachten aus dem Mittelwert zweier Probe führt zu keiner Verbesserung der Ergebnisse. Bei der Berechnung aus zwei Proben vom Rand kann es sogar zu einer Abweichung von bis zu 20% von den Referenzfrachten kommen.

- Kanal

Tabelle 4-5 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Kanal in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	Cl	SS
Rand	18,7	2,6	11,3	17,7
	-7,2	-2,2	-1,9	-14,3
Mitte	6,1	1,3	1,1	4,7
	-7,5	0,3	-24,0	-6,9
Mittelwert	2,5	0,4	0,3	5,6
	-0,1	-0,2	-0,7	-2,9
Mittelwert Rand/Mitte	8,4	1,7	2,4	6,8
	-3,5	-0,7	-15,3	-9,3
2x Rand	5,4	0,3	11,3	20,9
	-5,6	-1,0	-1,8	-15,2

Für Gesamtphosphor ergeben sich die geringsten Abweichungen der berechneten Frachten von den Referenzfrachten, wenn die Probe in der Mitte entnommen wird. Dabei kommt es in 80% der Fälle zu einer Abweichung von bis zu 10%. Wird die Probe vom Rand für die Berechnung herangezogen kann es zu einer Fracht kommen, die die Referenzfracht um 20% überschätzt. Bei der Berechnung der Frachten aus zwei Proben, kommt es mit Abweichungen bis zu 10% bzw. 5% zu geringeren Abweichungen als aus einer Probe vom Rand. Allerdings führt die Berechnung aus einer Probe vom Rand und der Mitte im Vergleich zu einer einzelnen Probe aus der Mitte zu einer geringfügigen Verschlechterung.

Auch die Berechnung der Gesamtstickstofffrachten aus einer Probe aus der Mitte ergibt die kleineren Abweichungen. Werden zwei Proben zur Berechnung der Frachten herangezogen kommt es generell zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Dies trifft allerdings nicht für den Mittelwert einer Probe vom Rand und der Mitte im Vergleich zu einer einzelnen Probe aus der Mitte zu.

Die Chloridfrachten weisen in diesem Gewässertyp im Vergleich zu den anderen weitaus höhere Vertrauensintervalle auf. Dieses Ergebnis ist jedoch von Einzelwerten beeinflusst und kann daher nicht als allgemeingültig angenommen werden. Durch die Berechnung der Frachten aus zwei Proben kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse.

Bei den Schwebstoffen ergibt die Probe aus der Mitte das kleinere Vertrauensintervall. Hier kann es zu Abweichungen in 80% der Fälle von bis zu 10% kommen. Während die Berechnung aus einer Probe vom Rand und einer aus der Mitte zu einer Verbesserung der Ergebnisse führt, kann es durch die Berechnung aus zwei Proben vom Rand zu Abweichungen bis zu 20% kommen.

- Graben

Tabelle 4-6 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Graben in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]

	GP	GN	Cl	SS
Rand	9,3	1,2	2,5	15,7
	-8,7	-1,1	-0,4	-6,6
Mitte	4,4	1,4	2,0	0,6
	0,8	-1,7	-1,6	-5,6
Mittelwert	0,9	0,6	0,3	1,9
	-0,8	-0,4	-0,3	-0,8
Mittelwert Rand/Mitte	5,5	1,2	1,4	7,7
	-3,5	-1,1	-0,7	-3,9
2x Rand	4,1	1,3	1,3	5,0
	-5,0	-1,0	-1,1	-4,5

Während sich für die Parameter Gesamtstickstoff und Chlorid kleinere Vertrauensintervalle ergeben, kommt es für die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe zu größeren Abweichungen. So können die Gesamtphosphorfrachten aus einer Probe vom Rand in 80% der Fälle um bis zu 10% von den Referenzfrachten abweichen. Hingegen kommt es bei der Berechnung aus einer Probe aus der Mitte nur zu Abweichungen von 5%. Eine Berechnung der Frachten aus zwei Proben führt generell zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Dies trifft allerdings nicht für den Mittelwert einer Probe aus der Mitte und dem Rand im Vergleich zu einer einzelnen Probe aus der Mitte zu.

Für Gesamtstickstoff und Chlorid ergeben sich für beide Positionen nur geringe Abweichungen. Trotzdem können die Ergebnisse durch einer Berechnung der Frachten aus zwei Proben noch zusätzlich verbessert werden.

Bei den Schwebstoffen ist ein großer Unterschied in den Ergebnissen in Abhängigkeit der Position zu erkennen. Während es am Rand zu Abweichungen von bis zu 15% kommt, treten in der Mitte nur Abweichungen von 5% auf. Eine Berechnung der Frachten aus einer Probe aus der Mitte und einer vom Rand, kann daher das Ergebnis gegenüber einer einzelnen Probe am Rand zwar verbessert, aber gegenüber einer einzelnen Probe aus der Mitte verschlechtert werden. Werden zwei Proben vom Rand entnommen kommt es jedoch auf jeden Fall zu einer Verbesserung der Ergebnisse.

- Vergleich der Gewässertypen

In den folgenden Graphiken werden die 80% Vertrauensintervalle der Abweichungen welche sich von der Ermittlung der Frachten aus den unterschiedlichen Positionen gegenüber der Referenzfrachten ergeben für die Typen Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches, Kanal und Graben dargestellt.

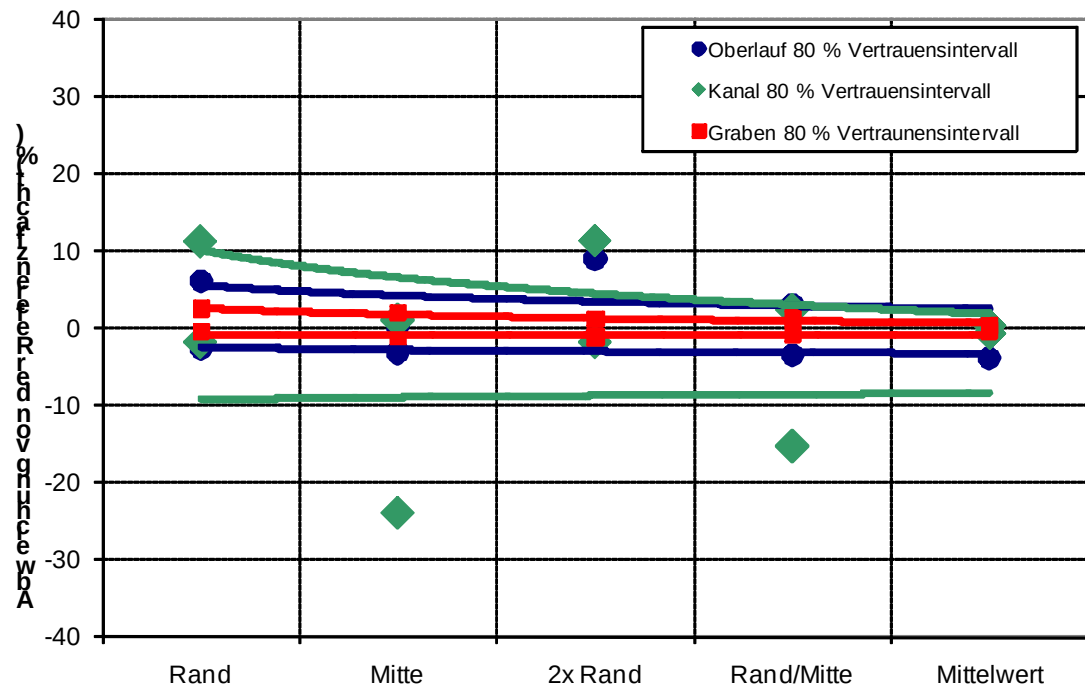


Abbildung 4-45 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Chloridfrachten

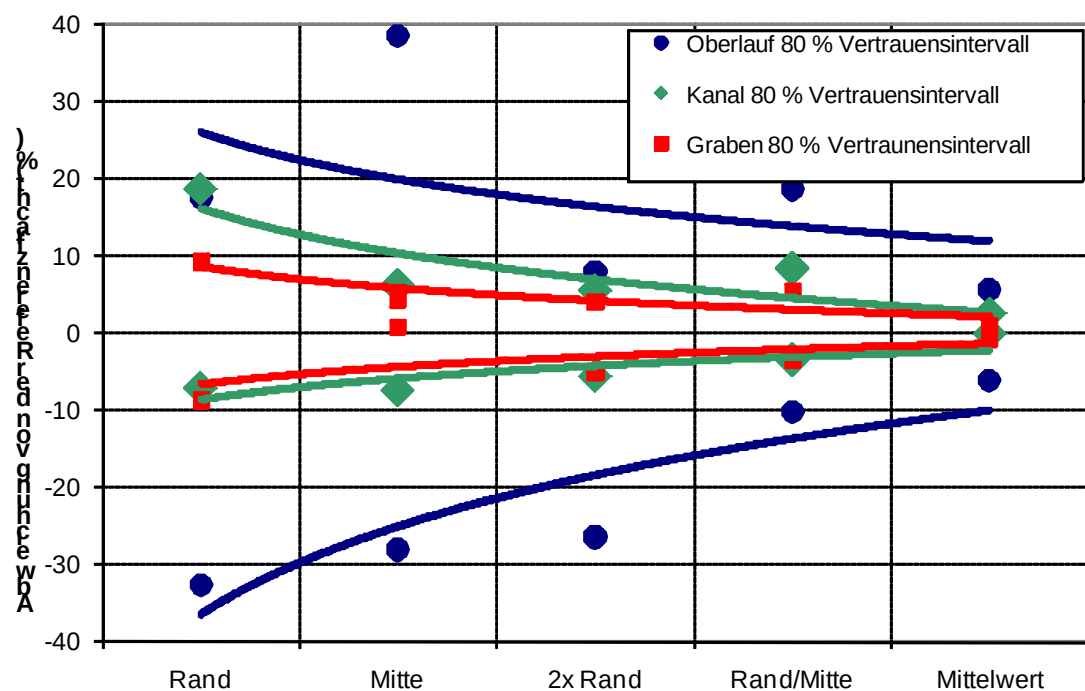


Abbildung 4-46 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Gesamtphosphorfrachten

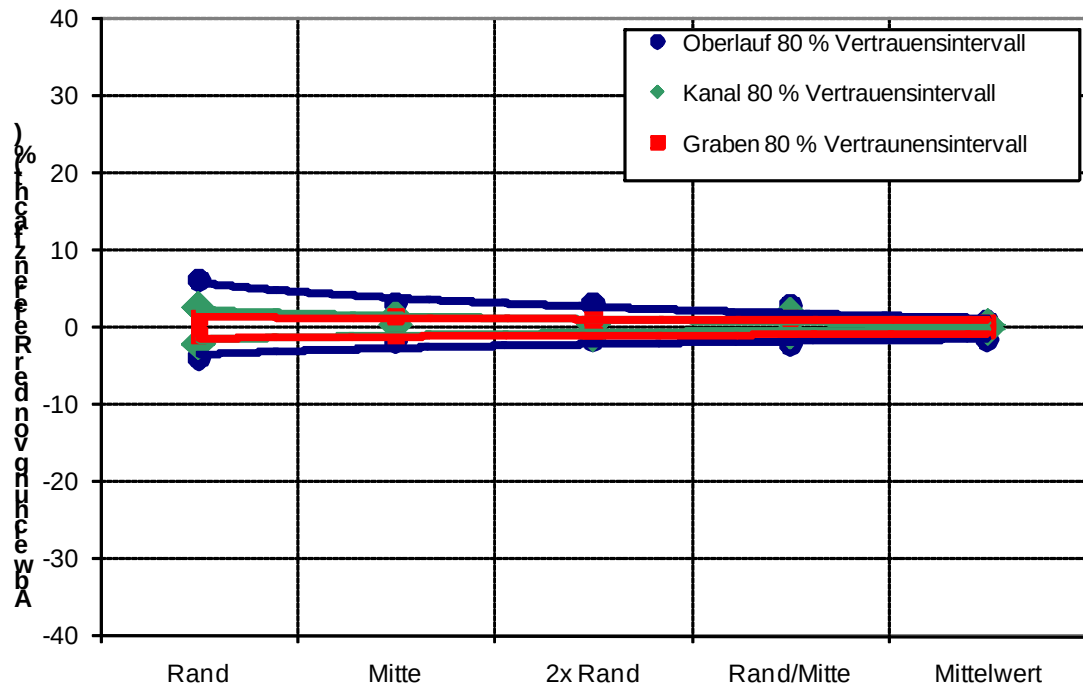


Abbildung 4-47 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Gesamtstickstofffrachten

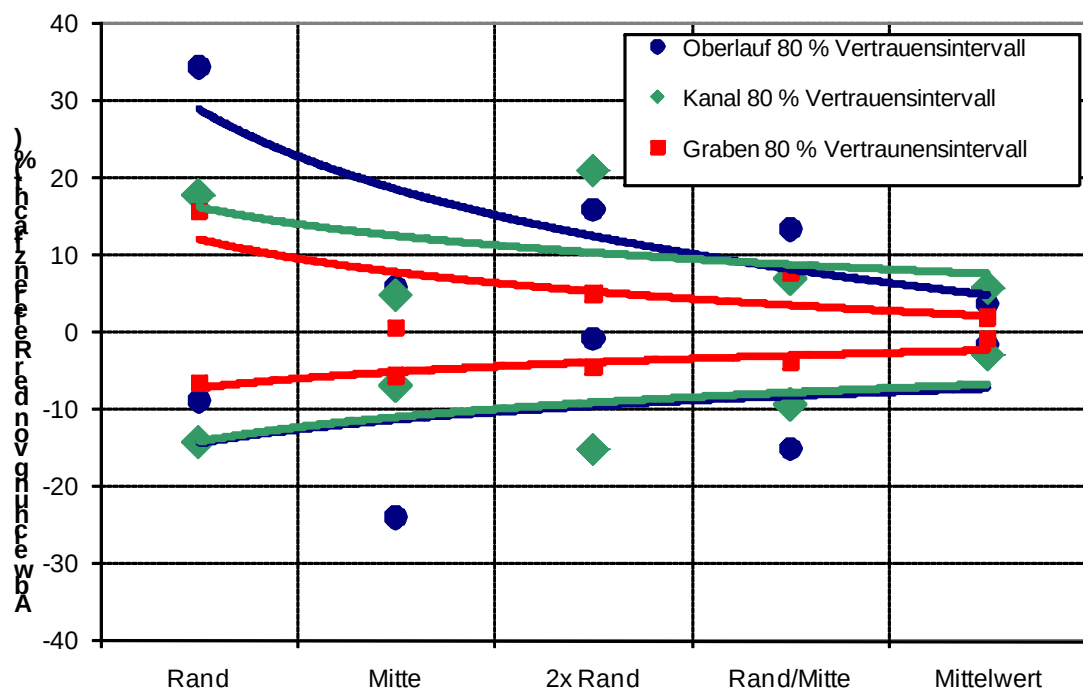


Abbildung 4-48 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Schwebstofffrachten

Beim Vergleich der Vertrauensintervalle der Gewässertypen zeigt sich, dass abgesehen für Chlorid an den Fließgewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches die größten und an den Gräben die kleinsten Vertrauensintervalle auftreten. Für Chlorid ergeben sich an den Kanälen die größten Abweichungen. Während der Mittelwert aller entnommenen Proben als Grundlage für die Frachtenberechnung in allen Gewässertypen eine Verringerung des Vertrauensintervalls bewirkt, trifft dies auf die Berechnung der Frachten aus zwei Proben nicht immer zu. Es ist jedoch zu sehen, dass die Ergebnisse an den Gewässertypen Oberlauf und

Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches meist durch die Entnahme von Proben aus der Mitte und vom Rand verbessert werden können, während es an den anderen Gewässertypen eher durch die Berechnung von zwei Proben vom Rand zu einer Verbesserung kommt.

4.6 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den kurzzeitlichen Schwankungen der Konzentrationen und der Schwankungen welche aufgrund der Probenahme bzw. der Analyse im Labor auftreten. Dafür wurden jeweils fünf Proben hintereinander an zwei Positionen der einzelnen Messstellen entnommen. Die Abweichungen der ermittelten Konzentrationen wurden im Anschluss verglichen.

4.6.1 Vergleich der räumlichen Variabilität mit der Variabilität an einer Position

In diesem Kapitel werden die Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert der drei Durchgänge miteinander verglichen. Dabei wurden jeweils die Abweichungen des ersten und zweiten Durchganges und die der zwei Serien des dritten Durchganges als Box Plots dargestellt. Im Folgenden wurden jedoch nur die Graphiken für die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe abgebildet. Die Graphiken für Chlorid und Gesamtstickstoff sind im Anhang enthalten.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

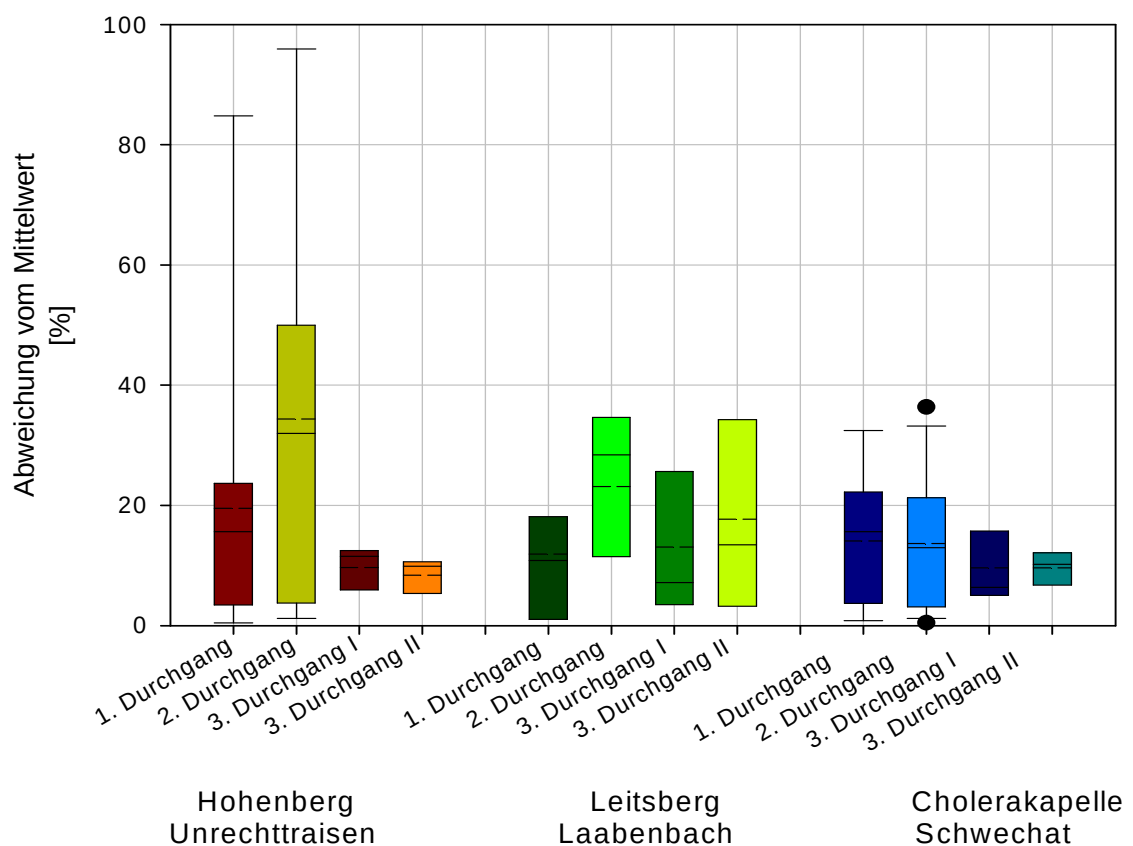


Abbildung 4-49 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtphosphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

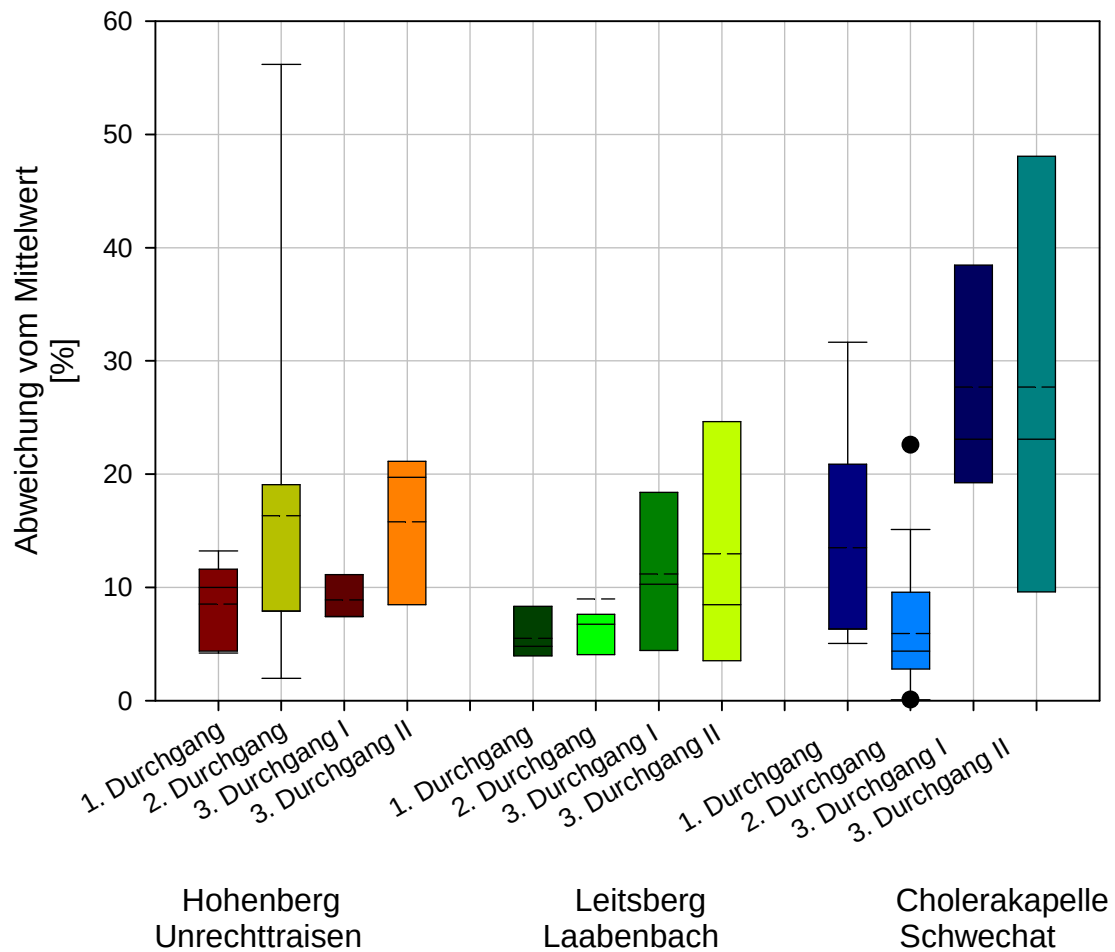


Abbildung 4-50 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

Hohenberg - Unrechttraisen

Die Variabilität der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen ist an einem Punkt höher als die räumliche Variabilität. Vor allem in der zweiten Serie gibt es bei Chlorid durch eine Probe mit einer deutlich höheren Konzentration von 4,6 mg/l im Vergleich zu den anderen Proben mit 0,3 mg/l eine sehr große Abweichungen der einzelnen Proben vom Mittelwert. Die Variabilität der Gesamtstickstoffkonzentrationen ist mit einer Abweichung von 5% generell sehr gering. Bei den Gesamtposphorkonzentrationen sind die Abweichungen an einer Position mit bis zu 90% gegenüber der räumlichen Variabilität mit ca. 10% deutlich geringer. Da die räumliche Verteilung der Schwebstoffkonzentrationen im zweiten Durchgang sehr groß ist (60%), liegen die Abweichungen vom Mittelwert über denen an einem Punkt.

Leitsberg - Laabenbach

Die Chloridkonzentrationen weisen sowohl räumlich als auch am Punkt nur eine geringe Variabilität auf (<5%). Allerdings gibt es in der ersten Serie des dritten Durchganges eine Probe mit einer etwas höheren Konzentration. Dadurch ergeben sich Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert von ca. 15%. Für die Gesamtposphorkonzentrationen gibt es kaum einen Unterschied zwischen der räumlichen Variabilität und der Variabilität an einer Position. Nur im ersten Durchgang sind die Schwankungen etwas geringer. Bei den Gesamtstickstoffkonzentrationen ergibt sich eine größere räumliche Variabilität. Allerdings

sind die Abweichungen mit 10% vom Mittelwert generell sehr gering. Für die Schwebstoffkonzentrationen ergeben sich an einer Position mit 20% deutlich größere Abweichungen als für die räumliche Variabilität.

Cholerakapelle - Schwechat

An der Cholerakapelle ergeben sich abgesehen von den Gesamtposphorkonzentrationen die größeren Abweichungen bei der Variabilität am Punkt. Während für Chlorid und Gesamtstickstoff die Abweichungen generell sehr gering sind (kleiner 10%), kann es bei den Schwebstoffen zu Abweichungen der einzelnen Konzentrationen vom Mittelwert um bis zu 50% kommen.

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf

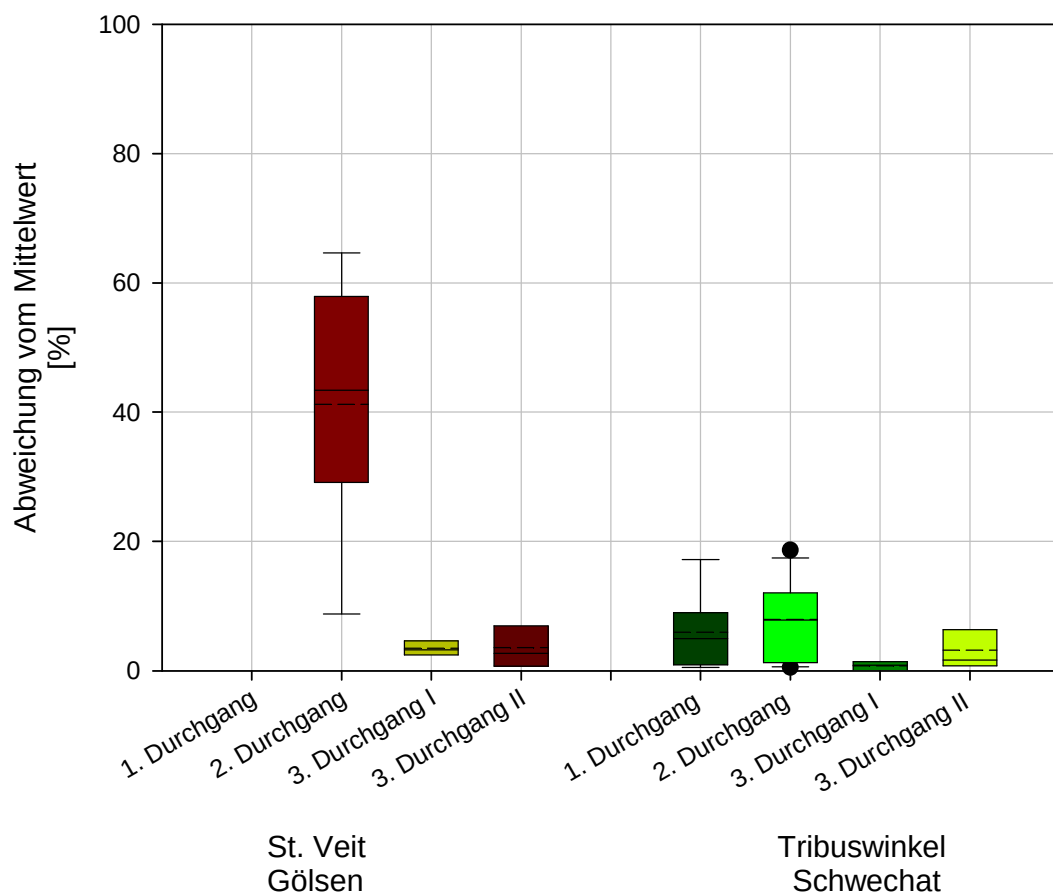


Abbildung 4-51 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf

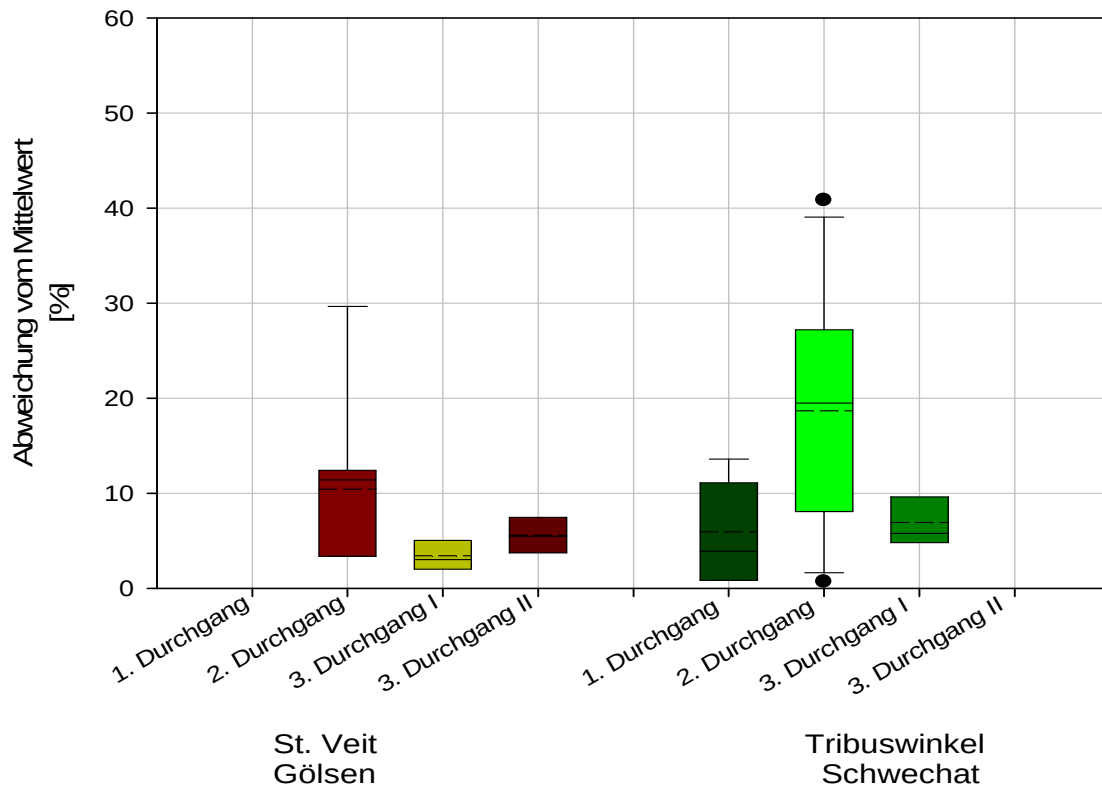


Abbildung 4-52 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf

St. Veit- Gölsen

Abgesehen von Chlorid, wo es in beiden Serien des dritten Durchgangs erhöhte Werte und dadurch sehr große Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert gibt, ist für alle Parameter die räumliche Variabilität größer als die Variabilität an einer Position. Während die Abweichungen für die Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen mit 5-10% gering sind, ergeben sich für die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe deutlich größere Abweichungen (60% bzw. 30%) der Konzentrationen vom Mittelwert. Für die Gesamtstickstoffkonzentrationen im dritten Durchgang ist ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Serien zu erkennen.

Tribuswinkel – Schwechat

Auch in Tribuswinkel an der Schwechat ist die räumliche Variabilität der Konzentrationen aller Parameter größer als die Variabilität an einer Position. Ebenfalls sind hier die Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen geringer als die der Gesamtphosphor- und Schwebstoffkonzentrationen. Für die Schwebstoffe können diese Abweichungen bis zu 40% betragen.

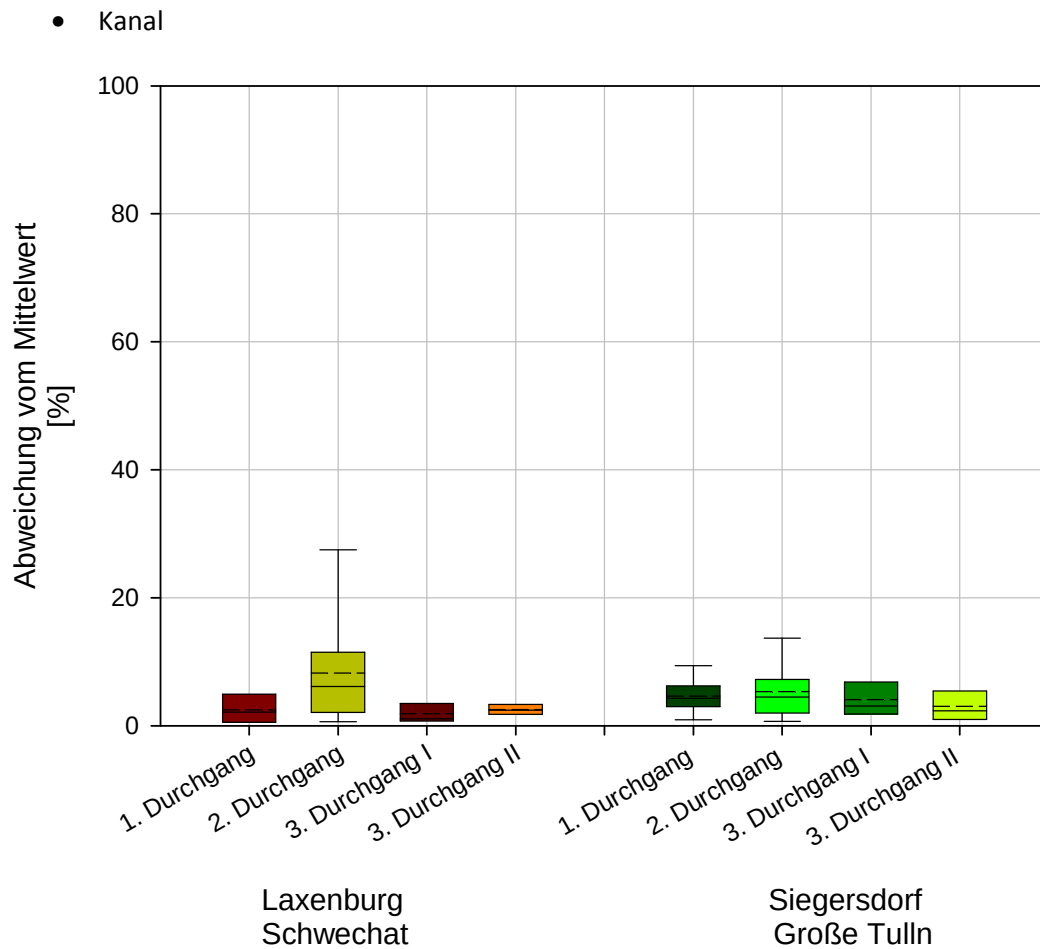


Abbildung 4-53 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Kanal

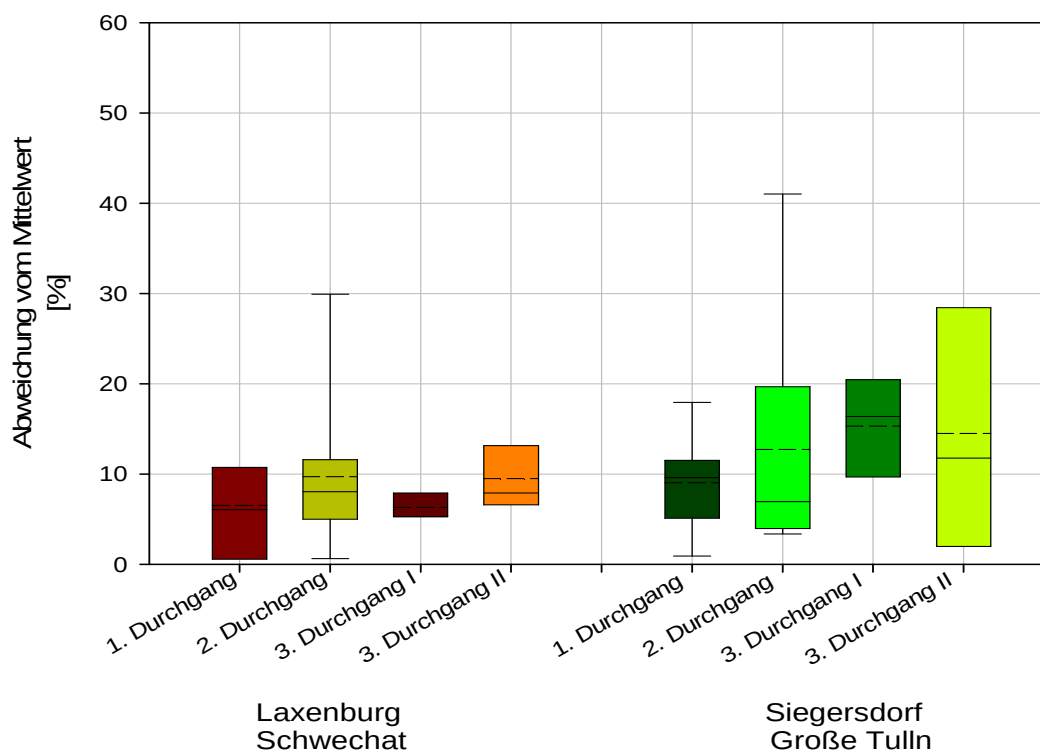


Abbildung 4-54 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Kanal

Laxenburg- Schwechat

Während für die Gesamtstickstoffkonzentrationen kaum ein Unterschied zwischen den Abweichungen aufgrund der räumlichen Variabilität und der Variabilität an einer Position zu erkennen ist, gibt es bei den anderen Parametern größere Schwankungen in der räumlichen Verteilung der Konzentrationen. Auch hier sind die Abweichungen für die Parameter Chlorid und Gesamtstickstoff wesentlich geringer als die der Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe (30%).

Siegersdorf – Große Tulln

In Siegersdorf treten für die Parameter Chlorid und Schwebstoffe große Unterschieden in der räumlichen Variabilität der Konzentrationen in den beiden Durchgängen auf. Dadurch tritt für Chlorid im zweiten Durchgang eine höhere räumliche Variabilität auf als die Variabilität an einer Position, während die Abweichungen aufgrund der räumlichen Variabilität im ersten Durchgang denen aufgrund der Variabilität im Punkt entsprechen. Für Gesamtphosphor ist die räumliche Variabilität etwas größer und es kommt zu Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert von 15%. Die Abweichungen der Gesamtstickstoffkonzentrationen vom Mittelwert sind mit weniger als 5% sehr gering. Allerdings treten in der ersten Serie des dritten Durchgangs höhere Schwankungen auf und es kommt zu Abweichungen von 10%. Für die Schwebstoffe liegen die Abweichungen aufgrund der Variabilität an einer Position über jenen aufgrund der räumlichen Verteilung im ersten Durchgang aber unter jenen vom zweiten Durchgang. Auch ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Serien des dritten Durchgangs ist zu erkennen.

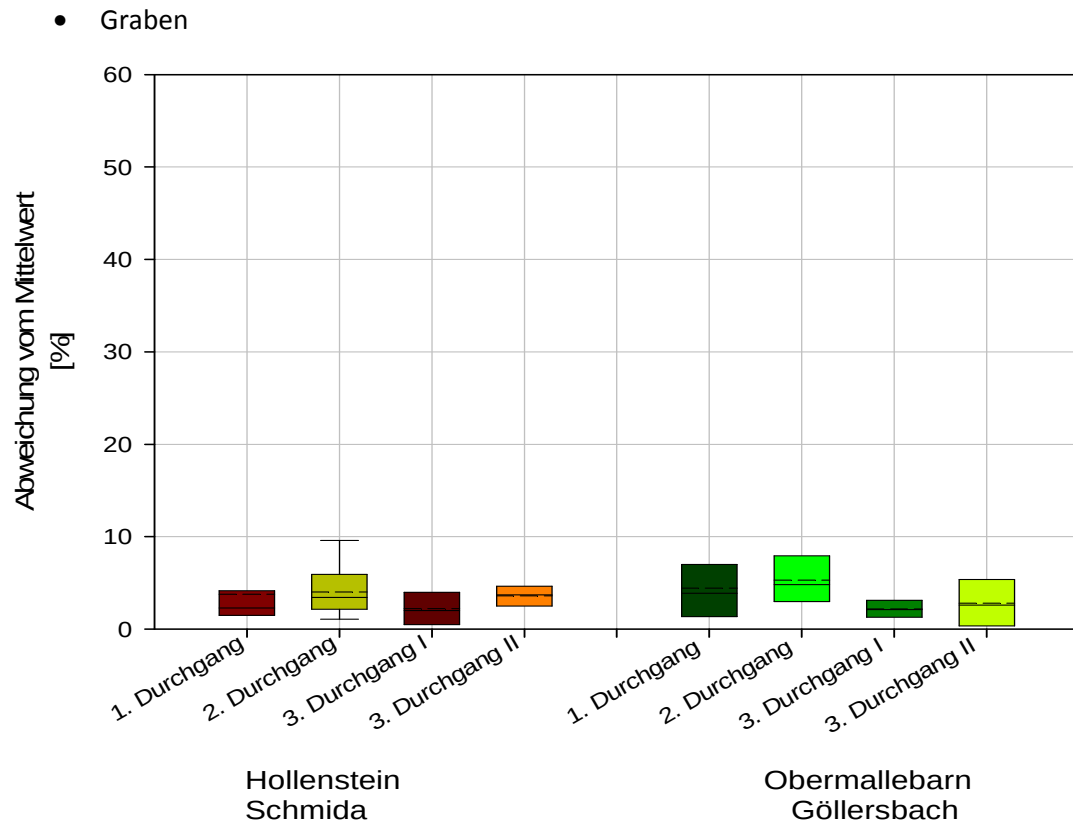


Abbildung 4-55 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Graben

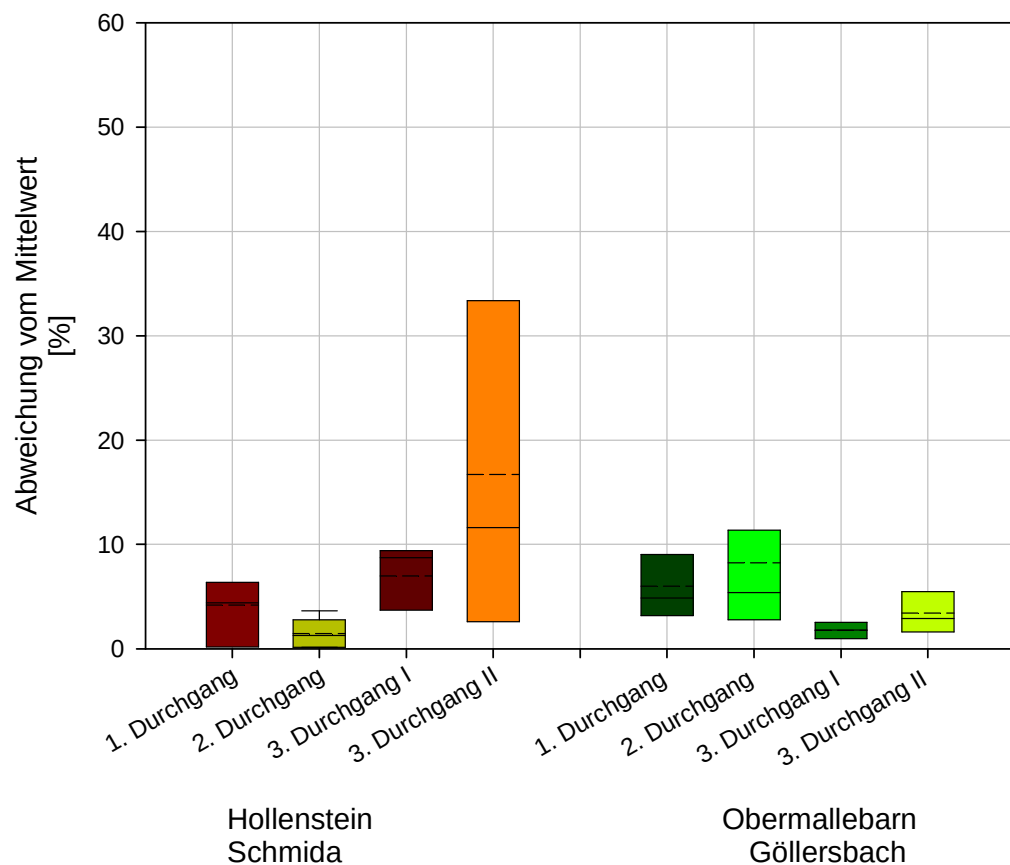


Abbildung 4-56 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Graben

Hollenstein - Schmida

Für die Parameter Chlorid, Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff ist kaum ein Unterschied zwischen der räumlichen Variabilität und der Variabilität an einer Position zu erkennen. Generell sind die Abweichungen für diese Parameter sehr gering. Auch für die Schwebstoffe treten nur in der zweiten Serie des dritten Durchgangs mit 35% höhere Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert auf.

Obermallebarn- Göllersbach

Die Abweichungen der gemessenen Konzentrationen von den Mittelwerten sind für alle Parameter kleiner 5% und es ist kaum ein Unterschied zwischen der räumlichen Variabilität und der Variabilität an einer Position zu erkennen. Für Gesamtphosphor und Schwebstoffe ist die räumliche Variabilität etwas höher als die Variabilität am Punkt.

- Vergleich der Gewässertypen

Chlorid

Für Chlorid treten in allen Gewässertypen geringe Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert auf. Allerdings gibt es im dritten Durchgang in vereinzelt Proben erhöhte Konzentrationen die zu sehr großen Abweichungen führen. Während an den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches die größten Schwankungen auftreten, sind diese an den anderen Typen sehr gering.

Gesamtphosphor

An allen Gewässertypen ist die räumliche Variabilität größer als die Variabilität an einer Position. Dabei sind die Schwankungen in den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches am größten und in den Gräben am geringsten. Im Vergleich zu den Parametern Chlorid und Gesamtstickstoff treten größere Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert auf.

Gesamtstickstoff

Die Schwankungen der Gesamtstickstoffkonzentrationen sind an allen Gewässertypen sehr gering und es treten kaum Unterschiede zwischen der räumlichen Variabilität und der Variabilität an einer Position auf.

Schwebstoffe

Während an den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches die Variabilität an einer Position größer als die räumliche Variabilität ist, ist dies bei den Typen Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches, Mäandrierender Mittellauf und Kanal genau umgekehrt. Bei den Gräben ist an einer Stelle die räumliche Variabilität und an der anderen Stelle die Variabilität an einer Position größer. Die Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom Mittelwert sind wesentlich größer als für Chlorid und Gesamtstickstoff.

4.6.2 Gegenüberstellung der beiden Serien

Um einen möglichen Einfluss der Fließgeschwindigkeit auf die Variabilität der Konzentrationen an einer Position aufzuzeigen, wurden die beiden Serien der Gewässer Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches, Kanal und Graben einander gegenüber gestellt. Dabei wurde immer die Serie an der Stelle mit der höheren Fließgeschwindigkeit mit „Serie Eins“ bezeichnet.

- Chlorid

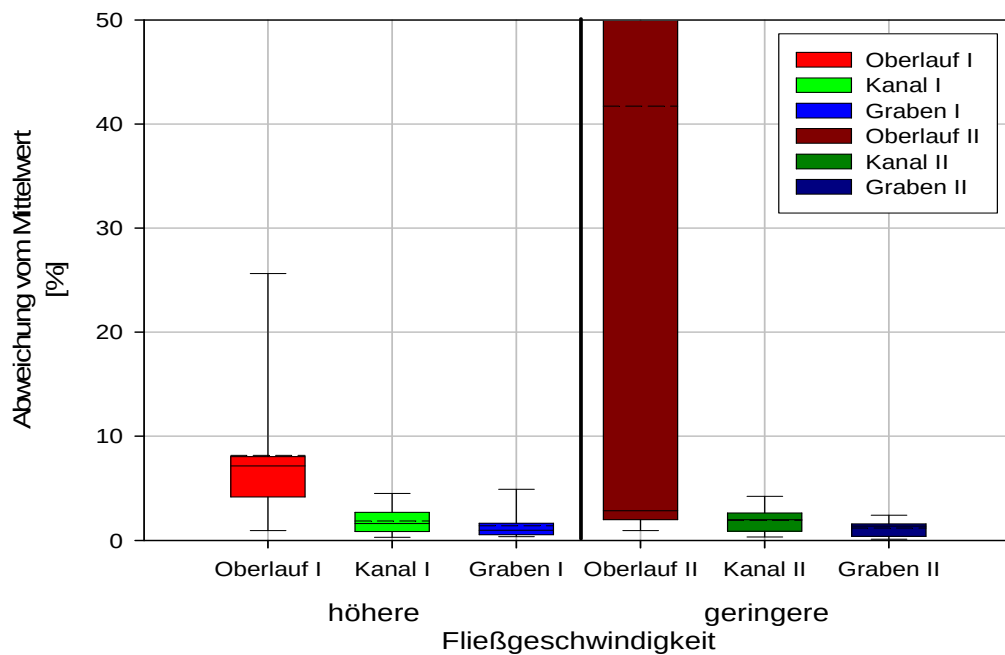
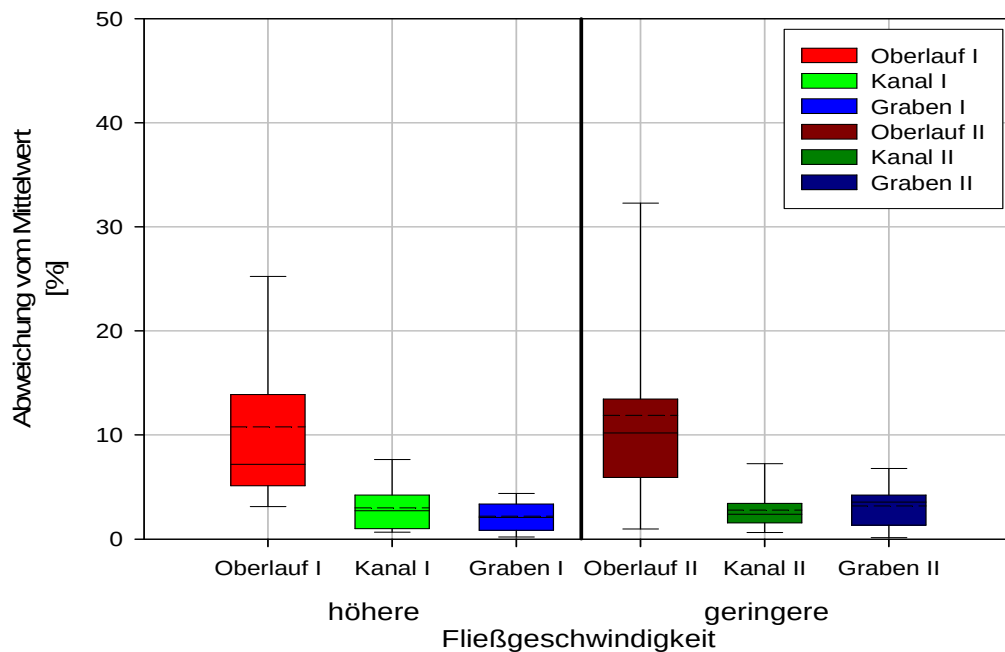


Abbildung 4-57 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chloridkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien

Während in den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches die Abweichungen der Chloridkonzentrationen vom Mittelwert in der Serie mit geringerer Fließgeschwindigkeit größer waren, gab es bei den Kanälen keinen Unterschied in den beiden Serien und in den Gräben war sie etwas geringer. Jedoch sind die Schwankungen der Konzentrationen generell sehr gering. Außerdem ist zu sehen, dass die Variabilität der Konzentrationen in den Oberläufen wesentlich größer ist als in den Kanälen und Gräben.

- Gesamtphosphor

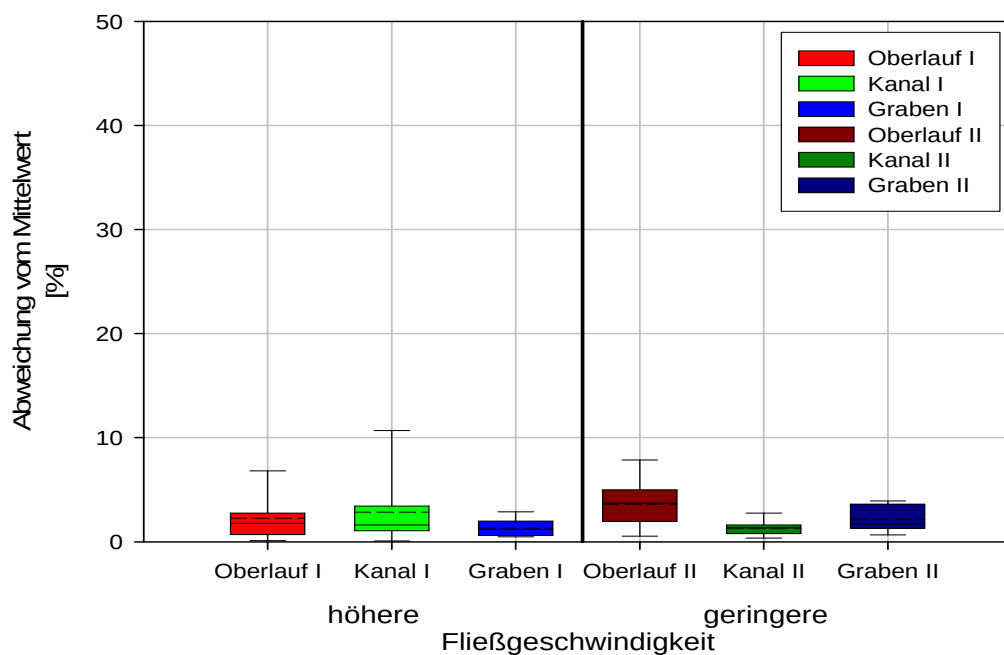


Abbild

ung 4-58 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtphosphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien

Für Gesamtphosphor ergeben sich für alle Gewässertypen in der Serie die an der Stelle mit geringerer Fließgeschwindigkeit entnommen wurde, die größeren Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert. Auch hier sind die Schwankungen in den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches größer als an den Kanälen und Gräben.

- Gesamtstickstoff



Abbild

ung 4-59 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien

Die Abweichungen der Gesamtstickstoffkonzentrationen vom Mittelwert sind für beide Serien aller Gewässertypen sehr gering. Während an den Gewässern des Typs Oberlauf eines

Mittelgebirgsbaches und Graben die größeren Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert an der Stelle mit der geringeren Fließgeschwindigkeit geringfügig größer sind, ist dies in den Kanälen genau umgekehrt.

- Schwebstoffe

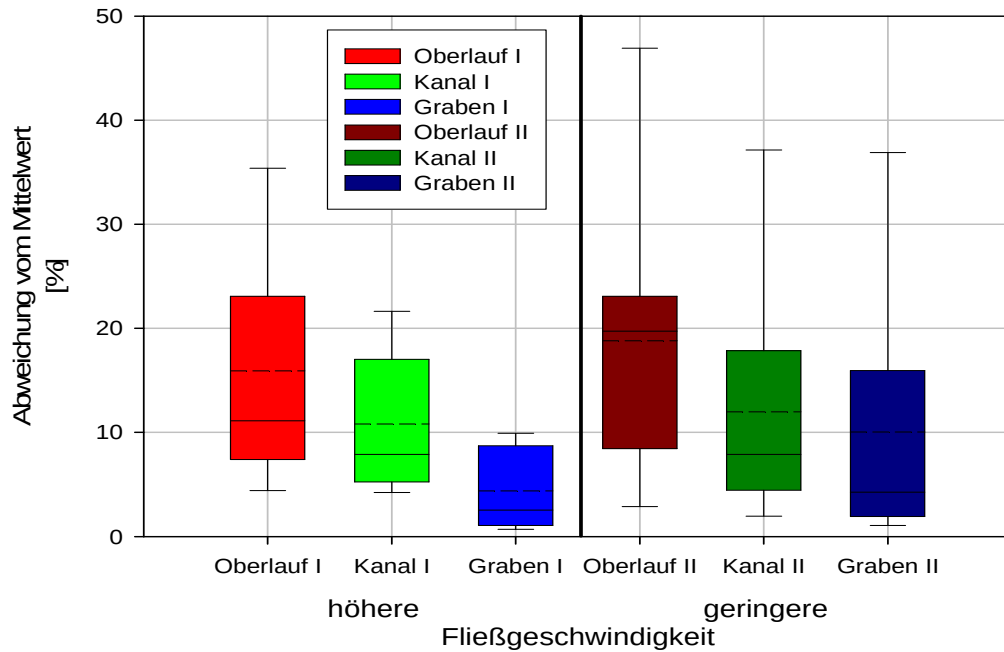


Abbildung 4-60 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien

Für die Schwebstoffe ergeben sich in allen Gewässertypen an der Stelle mit geringerer Fließgeschwindigkeit die größeren Abweichungen der Konzentrationen vom Mittelwert. Außerdem ist zu sehen, dass die Schwebstoffe im Vergleich zu den anderen Parametern der größten Variabilität unterliegen.

5 Diskussion

In diesem Kapitel sollen die im Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse analysiert und diskutiert werden.

5.1 Gemessene Konzentrationen

- Leitfähigkeit

An den Leitfähigkeiten der Gewässer spiegelt sich die Zugehörigkeit zu den unterschiedlichen Gewässertypen wieder. Die etwas höhere Leitfähigkeit in St. Aegydt im Vergleich zu Hohenberg ist aufgrund der Punktquelle in St. Aegydt zu erklären. Der Zulauf der 20m oberhalb der Messstelle in die Unrechttraisen mündet weist mit durchschnittlich 695 $\mu\text{S}/\text{cm}$ eine deutlich höhere Leitfähigkeit, als das Fließgewässer in diesem Bereich auf. Durch Verdünnung nimmt sie allerdings bis Hohenberg wieder etwas ab. Die höhere Leitfähigkeit an der Cholerakapelle resultiert aus den oberhalb der Messstelle einmündenden Kläranlagenabläufen. Aufgrund des deutlich höheren Durchflusses bei der zweiten Beprobung, gab es hier eine deutlich stärkere Verdünnung und die Leitfähigkeiten liegen um ca 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unter denen der ersten Beprobung. Das gleiche Phänomen tritt auch in Laxenburg auf. Da in Tribuswinkel die zweite Beprobung an einem anderen Tag stattfand als an der Cholerakapelle und in Laxenburg, war der Durchfluss nicht mehr so stark erhöht und es gab keine Verdünnung sondern die Leitfähigkeiten nahmen im Vergleich zur ersten Beprobung um ca. 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zu. An der Gölsen ist die Leitfähigkeit aufgrund fehlender Punktquellen sehr gering. Die Kanäle und Gräben sind zum Teil mit Punktquellen belastet, was zu einer höheren Leitfähigkeit im Vergleich zu den Messstellen am Oberlauf führt. Da die Gräben zusätzlich zur Belastung nur sehr geringe Durchflüsse aufweisen, führt dies zu den höchsten Leitfähigkeiten. Ein weiterer Grund ist die höhere Leitfähigkeit des Grundwassers in dieser Region.

Während des Hochwassers kommt es aufgrund der stärkeren Verdünnung zu einer Reduktion der Leitfähigkeit an allen untersuchten Fließgewässern.

- Sauerstoff

An den Oberläufen von Mittelgebirgsbächen sind die Temperaturen gering und die Turbulenzen groß. Daher treten hier die größten Sauerstoffkonzentrationen auf. In den Gewässern der anderen Typen, nehmen die Sauerstoffkonzentrationen aufgrund der zunehmenden organischen Belastungen und abnehmenden Turbulenzen ab. An der Cholerakapelle und in Laxenburg wirkt sich der größere Anstieg des Abflusses und der dadurch erhöhten Turbulenz bei der zweiten Beprobung durch einen Anstieg der Sauerstoffkonzentration aus. Während die Sauerstoffsättigung bei den Messstellen an den Ober- und Mittelläufen der Mittelgebirgsbäche aufgrund der geringen Nährstoffbelastung annähernd bei 100% liegt, kommt es aufgrund der Photosynthese in den anderen Gewässertypen zu höheren Sättigungen. Da alle Beprobungen während des Tages durchgeführt wurden, kam es immer zu Übersättigungen aber nie zu Untersättigungen.

- Temperatur

Die auftretenden Temperaturen sind vom Gewässertyp abhängig. Während diese an den Oberläufen von Mittelgebirgsbächen auch im Sommer sehr gering sind, gibt es an den anderen

Gewässertypen teilweise höhere Temperaturen. Es ist kein Eindeutiger Zusammenhang zwischen den Normalabflussbedingungen und dem Hochwasser zu erkennen. Viel deutlicher wirkt sich die Jahreszeit auf die Temperaturschwankungen aus. So ist an Stellen die nur im Sommer untersucht wurden der Einfluss des Hochwassers durch Reduktion der Temperatur teilweise erkennbar. An Stellen die jedoch auch im Herbst untersucht wurden, lag oft die Temperatur während der normalen Abflussbedingungen unter jenen vom Hochwasser.

- Chloridkonzentrationen

An der Unrechttraisen und der Gölsen sind die Chloridkonzentrationen am geringsten. Dies liegt an der geringen Belastung durch Punktquellen und den geringen Chloridkonzentrationen des Grundwassers in dieser Region. Die generell höheren Konzentrationen in Leitsberg und an der Cholerakapelle im Vergleich zur Unrechttraisen liegen an der Belastung durch Punktquellen und höheren Einträgen aus dem Grundwasser.

Die einzelnen deutlich erhöhten Werte beim dritten Durchgang in Hohenberg und St. Veit an der Gölsen zeigen, dass es hier teilweise zu sehr starken Schwankungen kommen kann. Da die Analyse im Labor überprüft wurde, und kein Fehler festgestellt wurde, ist eine mögliche Erklärung für die großen Schwankungen in den gemessenen Konzentrationen, dass sich punktförmig eingeleitete Belastungen nicht gleichmäßig im Querschnitt verteilen sondern Wolken mit stärkerer Konzentration bilden. Befindet sich eine Konzentrationswolke zur Zeit der Entnahme an der betreffenden Stelle, sind die gemessenen Konzentrationen höher als die umliegenden.

Der Anstieg der Chloridkonzentrationen an der Schwechat zwischen den verschiedenen Messstellen wird durch die Einleitung von Punktquellen verursacht.

An der Großen Tulln in Siegersdorf kam es während einer Beprobung zu mehreren Proben, deren Konzentrationen deutlich tiefer waren als die der Anderen. Da es sich jedoch um mehrerer Proben handelt, kann man nicht von Ausreißern sprechen und muss annehmen, dass die Konzentrationen an dieser Stelle großen Schwankungen unterliegen.

An den Gräben sind die Chloridkonzentrationen aufgrund der Belastungen durch Punktquellen und Einträge aus dem Grundwasser und der geringen Niederschläge in diesem Gebiet und der daraus resultierenden geringen Durchflüsse sehr hoch.

Da es nicht immer einen Zusammenhang zwischen den Konzentrationen und den Abflüssen gegeben hat, unterliegen die Einträge in die Gewässer offensichtlich auch Abflussunabhängigen zeitlichen Schwankungen.

Bei der Beprobung der Hochwasserereignisse war jedoch ein Verdünnungseffekt an allen Messstellen vorhanden. Die Konzentrationen die während des Hochwassers ermittelt wurden, lagen unter denen bei Normalabfluss. Ausnahmen stellten die Messstellen an der Unrechttraisen und der Gölsen dar. Eine mögliche Erklärung für den Anstieg trotz erhöhter Durchflüsse wäre die Entlastung von Mischwasserkanälen direkt in den Vorfluter. Dies würde auch eine Erklärung der drei deutlich höheren Konzentrationen bei der dritten Beprobung in Hohenberg und St. Veit liefern, da es an diesem Tag sehr stark geregnet hat und somit ebenfalls eine Entlastung denkbar ist.

- Gesamtposphorkonzentrationen

Die geringen Konzentrationen an der Unrechttraisen und der Schwechat an der Cholerakapelle liegen am größtenteils bewaldeten Einzugsgebiet. Während sich die landwirtschaftliche

Nutzung an der Gölsen leicht abzeichnet, ist dieser Faktor an allen anderen Stellen deutlich zu erkennen. Vor allem am Göllersbach, wo von allen untersuchten Fließgewässern die höchsten Konzentrationen auftreten.

Abgesehen vom Hochwasser, wo es bei größerem Durchfluss zu höheren Konzentrationen kommt, unterliegen die Gesamtposphorkonzentrationen einer vom Durchfluss unabhängigen zeitlichen Variabilität. Das Ansteigen der Phosphorkonzentrationen während des Hochwassers wird durch einen verstärkten Transport der Schwebstoffe und den daran gebundenen Partikulären Phosphor verursacht. Durch erhöhte Regenfälle vor dem Hochwasser kommt es zu vermehrter Erosion und Oberflächenabfluss. Aber auch eine Remobilisierung bereits sedimentierter Partikel durch die erhöhten Abflüsse und eine verstärkte Turbulenz kann zu diesem Anstieg beitragen. Eine Ausnahme bildet die Stelle in Tribuswinkel. Hier liegt die Konzentration beim Hochwasser im selben Bereich wie die Konzentrationen beim dritten Durchgang. Eine Mögliche Ursache hierfür ist eine Sedimentation in überfluteten Randbereichen. Allerdings sind die Schwebstoffkonzentrationen während der Hochwasserbeprobung deutlich angestiegen. Somit kann diese Theorie nicht bestätigt werden. Da vom Hochwasser nur eine einzige Probe entnommen werden konnte, können darüber jedoch keine abgesicherten Aussagen getroffen werden.

- Gesamtstickstoffkonzentrationen

Die geringsten Konzentrationen treten an der Unrechttraisen und der Gölsen auf. Dieses Gebiet ist weniger stark besiedelt, und die Gewässer werden daher kaum durch Punktquellen belastet. An der Schmida kommt es aufgrund mehrerer Kläranlagenabläufe und der geringen Durchflüsse zu den höchsten Konzentrationen. Während es an den meisten Messstellen zu einer Konzentrations-abnahme bei höheren Durchflüssen aufgrund der stärkeren Verdünnung kommt, gibt es einige Stellen an denen dieser Zusammenhang nicht gilt. So treten in Leitsberg, an der Cholerakapelle und in Sieghartskirchen die geringsten Konzentrationen während des kleinsten Durchflusses auf. Auch an den Gräben ist der Einfluss der Verdünnung nicht zu erkennen. Dies bedeutet, dass die ins Fließgewässer eingetragenen Frachten einer zeitlichen Variabilität unabhängig vom Durchfluss unterliegen.

An manchen Stellen kommt es zu einem Anstieg, an anderen zu einer Reduktion der Konzentrationen während des Hochwassers. Die Reduktion lässt sich durch eine stärkere Verdünnung durch den erhöhten Abfluss erklären. Ein Anstieg könnte durch eine Entlastung der Mischwasserkanäle direkt in die Vorfluter bei starken Regenereignissen zustande kommen.

- Schwebstoffkonzentrationen

An den meisten Messstellen gibt es einen Zusammenhang zwischen der Schwebstoffkonzentration und dem Durchfluss. Da die höheren Niederschläge, welche zu größeren Durchflüssen führen auch die Erosionsprozesse im Einzugsgebiet verstärken und durch den Oberflächenabfluss einen höheren Konzentrationseintrag verursachen. In St. Aegydt am Neuwalde und in Hohenberg war dieser Zusammenhang nicht vorhanden. Da die Schwebstoffkonzentrationen jedoch an beiden Stellen sehr gering waren und die Einträge der Schwebstoffe auch vom Wind abhängig sind, ist eine mögliche Erklärung unterschiedliche Windverhältnisse an bzw. vor den Beprobungstagen.

An der Gölsen waren die Durchflüsse an beiden Tagen gleich groß, die Konzentrationen waren jedoch bei der dritten Beprobung wesentlich höher. Da es an diesem Tag einige Stunden vor der Probenahme sehr stark geregnet hat, kam es zu einem kurzfristigen Anstieg der Schwebstoffkonzentrationen durch Oberflächenabschwämmungen.

In Obermallebarn gab es am zweiten Beprobungstag trotz eines geringeren Durchflusses gegenüber der ersten Beprobung höhere Konzentrationen. Da es auch hier vor der Probennahme geregnet hat, ist dies eine mögliche Ursache.

Die Schwebstoffkonzentrationen steigen an allen Stellen bei einem Hochwasserereignis stark an. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieser Anstieg weniger mit der Landnutzung im Einzugsgebiet, sondern mehr mit dem Gefälle zu tun hat. So kam es an den Messstellen mit steilerem Gelände zu einem wesentlich höheren Anstieg als in den flachen Einzugsgebieten der Gräben.

- Sonstige Auffälligkeiten

Bei allen Parametern treten an der Schmida und dem Göllersbach die höchsten Konzentrationen auf. Dies liegt an den diffusen Belastungen aus der Landwirtschaft und den Punktquellen im Zusammenhang mit niedrigen Abflüssen aufgrund geringen Niederschlages in dieser Region. Außerdem kommt es in den landwirtschaftlichen Flächen zu stärkeren Bodenerosionen, welche hohe Schwebstoffkonzentrationen in diesen Gewässern verursachen. An Fließgewässern, an denen mehrere Messstellen lagen, zeigt sich meist eine Konzentrationszunahme nach flussab. Dies ist durch weitere diffuse Einträge und Belastungen durch Punktquellen zu erklären.

Zwischen St. Aegydt am Neuwalde und Hohenberg nehmen die Konzentrationen aller Parameter ab. Dies ist dadurch zu erklären, dass die beiden Messstellen nahe aneinander liegen und es zu keinen verstärkten Einträgen dazwischen kommt. Durch einen Zufluss werden die Konzentrationen im Gegenteil noch leicht verdünnt. Am Laabenbach bzw. der Großen Tulln ist eine deutliche Konzentrationszunahme bei allen Parametern erkennbar. Dieses Gebiet ist durch Landwirtschaft geprägt und es sind erhebliche Einträge aus diffusen Quellen zu erwarten. Des Weiteren wird das Gewässer zwischen den Messstellen durch eine Punktquelle belastet. An der Schmida zeigt sich, dass die Gesamtposphor- und Schwebstoffkonzentrationen zunehmen, und die Gesamtstickstoff- und Chloridkonzentrationen abnehmen. Eine Erklärung hierfür ist die großflächige landwirtschaftliche Nutzung. So kommt es zu einer verstärkten Bodenerosion, welche vor allem die Schwebstoff- und Gesamtposphorkonzentrationen erhöhen. Da die Schmida oberhalb der Messstelle in Hollenstein durch mehrere Kläranlagenabläufe belastet wird, sind die Konzentrationen an dieser Stelle sehr hoch. Durch weitere Zuflüsse zwischen den beiden Beprobungsstellen kommt es jedoch für die Parameter Gesamtstickstoff und Chlorid durch Verdünnung zu einer Reduktion der Konzentrationen. An der Schwechat nehmen für alle Parameter die Konzentrationen zwischen den drei Messstellen aufgrund der Belastungen durch Punktquellen zu. Bei den Schwebstoffkonzentrationen kommt es zwischen der Cholerakapelle und der zweiten Stelle in Tribuswinkel nur zu einem sehr geringen Anstieg. Dies lässt sich durch die Stillen vor der Messstelle in Tribuswinkel erklären. Dort kommt es zu einer vermehrten Sedimentation der Schwebstoffe.

5.2 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt

5.2.1 Variabilität der Fließgeschwindigkeiten über den Querschnitt

Generell treten die maximalen Fließgeschwindigkeiten, vor allem bei geometrischen und symmetrischen Gerinnen in der Mitte an der Wasseroberfläche auf. Bei den natürlichen Gerinnen ist die Verteilung der Fließgeschwindigkeiten abhängig von den unterschiedlichen Gewässertypen.

5.2.2 Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt

Die Vermutung dass die Verteilung der Konzentrationen in einem Fließgewässer im Zusammenhang mit dem Gewässertyp steht hat sich nicht bestätigt. Bei der Analyse der verschiedenen Graphiken hat sich gezeigt, dass es nur gelegentlich erkennbare Zusammenhänge der auftretenden Schwankungen der einzelnen Konzentrationen gibt. Es kommt jedoch auch immer wieder vor, dass an einer Position eines Querschnittes bei einem Parameter ein Maximum und bei einem anderen ein Minimum der Konzentrationen auftritt. Auch beim Vergleich zwischen den ersten beiden Durchgängen ist nur in einigen Ausnahmefällen ein Zusammenhang festzustellen. Somit kann für die vorliegenden Beispiele die räumliche Variabilität der Konzentrationen nicht über Gewässertypen klassifiziert werden und ist daher auf Grundlage der vorhandenen Daten nicht eindeutig erklärbar. Ob dieses Ergebnis allgemeingültig ist, müsste an weiteren Beispielen überprüft werden. Entsprechend bedürfte es zur Klärung dieser Fragestellung weiterer und vertiefter Untersuchungen. Jedenfalls lassen die Ergebnisse keine eindeutige Antwort auf die Frage der Position einer repräsentativen Probenahme im Querschnitt der unterschiedlichen Gewässertypen zu. Dieses Thema wird jedoch auch im Kapitel 4.5 Frachtenberechnung genauer behandelt.

5.3 Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit

Die Betrachtung der Korrelationen der gemessenen Konzentrationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit hat sehr deutlich gezeigt, dass die Schwankungen der Konzentrationen nur bedingt durch die Fließgeschwindigkeiten beeinflusst werden. Während es bei höheren Fließgeschwindigkeiten bedingt durch höhere Abflüsse zu Veränderungen in den Konzentrationen kommt (zeitliche Variabilität) wirken sich Zonen mit höheren oder geringeren Fließgeschwindigkeiten auf die räumliche Variabilität nicht eindeutig aus. Dieses Ergebnis spiegelt auch das Resultat der Betrachtung der räumlichen Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt wieder.

5.4 Querprofilbeiwert

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

Bei den Fließgewässern dieser Gruppe treten generell etwas höhere Abweichungen der einzelnen von den mittleren Konzentrationen auf. Vor allem die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe unterliegen einer sehr hohen Variabilität. Verursacht werden die höheren Schwankungen durch die größeren Turbulenzen und unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten bzw. die geringen Umgebungskonzentrationen. Da sich dadurch geringe Konzentrationsschwankungen stärker auswirken.

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches

An der Gölsen treten vor allem bei Gesamtposphor in der Mitte sehr hohe Querprofilbeiwerte auf. Da die Fließgeschwindigkeit in diesem Bereich deutlich höher ist als am Rand stellt sich die Vermutung nach einem Zusammenhang dieser Faktoren. Allerdings zweigt sich bei der Betrachtung der Korrelation der Gesamtposphorkonzentration mit der Fließgeschwindigkeit, dass kein Zusammenhang besteht. Diese Stelle wurde jedoch nur ein einziges Mal beprobt und es fällt daher schwer eine Erklärung zu finden.

- Mäandrierender Mittellauf

An dieser Stelle war die Variabilität der Parameter Gesamtposphor und Schwebstoffe bei der zweiten Beprobung sehr hoch. Bei den Schwebstoffkonzentrationen ergaben sich in der Mitte sehr große Querprofilbeiwerte. Da diese jedoch beim ersten Durchgang kleiner waren und auch keine Korrelation zwischen Fließgeschwindigkeit und Feststoffkonzentration vorhanden ist, muss man von einer zufälligen Verteilung der Konzentrationen ausgehen.

- Kanal

Die Variabilität der Konzentrationen ist hier geringer als an den bisherigen Gewässertypen. Da bisher jedoch kein Zusammenhang zwischen den Konzentrationsverteilungen und der Fließgeschwindigkeit zu erkennen war, liegt dies möglicherweise auch an den etwas höheren Umgebungskonzentrationen. An der Großen Tulln gab es bei der zweiten Beprobung drei sehr hohe Querprofilbeiwerte für Chlorid. Dies liegt daran, dass in diesen drei Proben die Konzentrationen nur halb so groß waren, wie in den übrigen Proben. Da dieses Phänomen jedoch nur dieses eine Mal auftrat, kann man generell von einer gleichmäßigen Verteilung der Chloridkonzentrationen ausgehen.

- Graben

Die Fließgewässer dieser Gruppe weisen die geringsten Schwankungen aller Querprofilbeiwerte auf. Doch auch hier ist die Variabilität der Gesamtposphor- und Schwebstoffkonzentrationen etwas höher als die der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen.

Unabhängig von den Gewässertypen variieren die Querprofilbeiwerte der Parameter Gesamtposphor und Schwebstoffe deutlich mehr, als jene der Parameter Chlorid und Gesamtstickstoff. Bei diesen liegt der Querprofilbeiwert meist sehr nahe bei eins. Das bedeutet, dass die einzelnen Konzentrationen den mittleren Konzentrationen entsprechen, und somit nur geringe Schwankungen über das Querprofil aufweisen. Dies liegt daran, dass Chlorid und Gesamtstickstoff gelöst im Wasser transportiert werden, und so wesentlich gleichmäßiger über den Querschnitt verteilt sind. Hingegen werden die Schwebstoffe und auch der Gesamtposphor partikulär transportiert. Somit ist ihre Verteilung stärker von den Strömungsverhältnissen im jeweiligen Querprofil abhängig. Bei der Betrachtung der Querprofilbeiwerte einzelner Messstellen, drängt sich der Schluss auf, dass es einen Zusammenhang zwischen den Querprofilbeiwerten und der Fließgeschwindigkeit gibt. Durch Vergleich der Ergebnisse beider Beprobungen miteinander und unter Einbeziehung der

Ergebnisse aus Kapitel 4.3 Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit stellte sich jedoch heraus, dass dieser voreilige Schluss meist nicht zutreffend ist. Da die größten Abweichungen der Querprofilbeiwerte von eins vor allem an den Gewässern mit geringerer Konzentration auftreten, ist eine Möglichkeit, dass sich geringfügige Schwankungen der Konzentrationen bei niedrigeren Umgebungskonzentrationen stärker auf den Querprofilbeiwert auswirken als bei den höheren Umgebungskonzentrationen in den Kanälen und Gräben. Ein Zusammenhang der Querprofilbeiwerte der ausgewählten Parameter konnte ebenfalls nicht gefunden werden. Daher ist der Querprofilbeiwert ein weiteres Indiz dafür, dass die Variabilität der Konzentrationen der verschiedenen Parameter unabhängig voneinander ist. Daher ist es sehr unwahrscheinlich mit einer einzigen Probenahme für alle Parameter eine repräsentative Konzentration zu ermitteln.

5.5 Frachtenberechnungen

Ob die Referenzfrachten von den durch einzelne Konzentrationen berechneten Frachten über- oder unterschätzt werden, ist nicht nur von der Position der Probenahme im Querprofil und vom Gewässertyp abhängig sondern auch vom jeweiligen Parameter.

Die breiteren Vertrauensintervalle bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffen im Vergleich zu Chlorid und Gesamtstickstoff waren zu erwarten, da die Analyse der Querprofilbeiwerte gezeigt hat, dass es hier zu einer stärkeren Variabilität der Konzentrationen über das Querprofil kommt. Der Grund hierfür ist der partikuläre bzw. gelöste Transport der unterschiedlichen Parameter.

- Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches

In diesen Fließgewässern treten die größten Abweichungen der aus einzelnen Proben berechneten Frachten von den Referenzfrachten auf. Dieses Ergebnis resultiert aus den größeren Schwankungen der Verteilung der Konzentrationen. Vor allem bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe sind die Vertrauensintervalle so groß, dass von der Berechnung der Frachten aus einer einzelnen Probe dringend abzuraten ist. Durch die Berechnung aus einer Probe vom Rand und einer in der Mitte können die Abweichungen deutlich reduziert werden. Diese Methode ist daher zu empfehlen. Da es jedoch, vor allem bei breiten Fließgewässern, oft nicht möglich ist, eine Probe aus der Mitte zu entnehmen, sollten zumindest zwei Proben vom Rand für die Berechnung herangezogen werden. Dies kann jedoch für die Chloridfrachten eine Verschlechterung gegenüber einer einzelnen Probe aus der Mitte bewirken.

- Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches

Auch hier sind die Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen geringer als die der Gesamtphosphor und Schwebstoffkonzentrationen. Abgesehen von den Schwebstoffen ergeben sich für alle Parameter aus den Proben in der Mitte bessere Ergebnisse. Wie bereits an den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches können auch hier die Ergebnisse durch eine Berechnung der Frachten aus einer Probe vom Rand und einer aus der Mitte verbessert werden. Zwei Proben vom Rand sind weniger geeignet, jedoch für die Parameter Gesamtsickstoff, Chlorid und Schwebstoffe möglich. Zur Berechnung der Gesamtphosphorfrachten ist diese Methode jedoch nicht geeignet, da es zu

Abweichungen von bis zu 60% kommen kann. Allerdings wurde diese Stelle nur ein einziges Mal beprobt und es lässt sich daher nicht sagen, ob dieses Resultat immer zutreffend ist.

- Mäandrierender Mittellauf

Es zeigt sich, dass die Abweichungen der Frachten aus den Proben am Rand von der jeweiligen Seite an der die Proben entnommen wurden, abhängig sind. Bei der ersten Beprobung kam es vor allem bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe an der Prallhangseite zu geringeren Abweichungen als am Gleithang. Dies liegt an der nach außen gerichteten Strömung an der mäandrierenden Stelle und die stärkere Abhängigkeit der partikulär transportierten Stoffe von den Strömungsverhältnissen. Da die Beprobungsstelle beim zweiten Durchgang jedoch nicht mit der des ersten Durchganges übereinstimmt, können diese Vermutungen nicht bestätigt werden. Für eine Lösung der Fragestellung sind für diesen Gewässertyp weitere Untersuchungen erforderlich.

- Kanal

Abgesehen von Chlorid ergeben die Berechnung der Frachten von einer Probe aus der Mitte für alle Parameter die geringeren Vertrauensintervalle. Vor allem für Gesamtphosphor und Schwebstoffe ist ein großer Unterschied zwischen den Ergebnissen aus den Proben vom Rand und der Mitte gegeben. Die großen Abweichungen bei den Chloridfrachten liegen vor allem daran, dass in Siegersdorf während der zweiten Beprobung einige Proben deutlich geringere Konzentrationen aufwiesen. An allen anderen Messstellen dieses Gewässertyps traten jedoch nur geringe Abweichungen in den Chloridfrachten auf. Durch die Berechnung der Frachten aus zwei Proben vom Rand kommt es zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Dies gilt jedoch nicht für die Schwebstoffe. Für die Berechnung der Schwebstofffracht sollte wenn dies möglich ist eine Probe aus der Mitte entnommen werden.

- Graben

Hier treten im Vergleich zu den anderen Gewässertypen die geringsten Vertrauensintervalle aller Parameter auf. Jedoch sind sie auch hier für die Parameter Gesamtphosphor und Schwebstoffe größer als für Chlorid und Gesamtstickstoff. Eine Berechnung der Frachten aus zwei Proben führt zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Vor allem bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe werden die geringsten Abweichungen mit zwei Proben vom Rand erzielt.

- Vergleich der Gewässertypen

Die größeren Vertrauensintervalle an den Oberläufen von Mittelgebirgsbächen im Vergleich zu den Kanälen und Gräben resultieren durch die höhere Variabilität der Konzentrationen in diesen. (siehe Kapitel 4.4 Querprofilbeiwert)

In keinem Gewässertyp gibt es eine Position, an der die entnommene Probe bei allen Parametern zu den besten Ergebnissen führt. Es ist daher nicht möglich eine eindeutige Präferenz einer Entnahmeposition anzugeben. Allerdings zeigt sich durch die Betrachtung der einzelnen Gewässertypen, dass eine Entnahme in der Mitte meist besser geeignet ist als am

Rand. Die Entnahme von Proben über den gesamten Querschnitt würde auch ohne Fließgeschwindigkeits-messung zu einer deutlichen Verbesserung der Ergebnisse führen. Werden die Frachten aus dem Mittelwert von zwei Proben berechnet, können die Abweichungen meist reduziert werden. Dies trifft vor allem bei den Parametern Gesamtposphor und Schwebstoffe zu. Dabei fällt auf, dass bei den Gewässertypen Oberlauf und Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches die besseren Ergebnisse aus einer Probe aus der Mitte und einer vom Rand erzielt werden. Hingegen führt bei den anderen Gewässertypen die Berechnung der Frachten aus zwei Proben vom Rand zu den besseren Ergebnissen.

5.6 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer

Bei einigen der untersuchten Fließgewässer hat sich gezeigt, dass die Abweichungen einer Serie für alle Parameter kleiner waren als die der anderen Serie. Dieses Ergebnis soll nun mit den Fließgewässertypen und den darin untersuchten Positionen in Zusammenhang gebracht werden.

An den Gräben Schmida und Göllersbach wurden die Proben jeweils am Rand und in der Mitte genommen. Bei beiden hat sich gezeigt, dass die Schwankungen in der Mitte, wo die Fließgeschwindigkeit größer war, geringer waren. An den Stellen die der Gewässerkategorie Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches zugeordnet werden können, ist eine Schlussfolgerung nicht ganz so einfach, da hier bei einer Serie nie alle Parameter die kleineren Abweichungen ergeben. Vergleicht man jedoch alle Stellen und Parameter, kommt man zu dem Schluss, dass häufig bei den Positionen die geringeren Abweichungen auftreten, an denen die Fließgeschwindigkeit größer ist.

An der Großen Tulln wurden die Proben aus verschiedenen Tiefen entnommen. Hier war die Variabilität an der Oberfläche größer. Dies ist somit die einzige Stelle, bei der die Schwankungen bei einer höheren Fließgeschwindigkeit größer sind.

An der mäandrierenden Stelle in Tribuswinkel, aber auch an der Cholerakapelle wo die Entnahmen jeweils am Gleit- und Prallhang erfolgten, traten am Prallhang die geringeren Abweichungen auf. Auch hier war die Geschwindigkeit größer.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben gezeigt, dass die Unsicherheiten, welche durch die Probenahme entstehen, in den meisten Fällen durch eine Entnahme an einer Stelle mit größerer Fließgeschwindigkeit reduziert werden können. Eine mögliche Ursache hierfür ist eine bessere Durchmischung der Stoffe aufgrund einer höheren Turbulenz bei größeren Fließgeschwindigkeiten. Dies führt jedoch zu einem Widerspruch, da sich im Kapitel 4.4 Querprofilbeiwert gezeigt hat, dass an Messstellen mit höheren Turbulenzen die größten Konzentrationsschwankungen auftreten. Eine weitere Erklärung könnten die Einstromungsverhältnisse in die Probeflasche sein. Da die Probenahme nicht isokinetisch erfolgte, traten möglicherweise bei größerer Fließgeschwindigkeit geringere Störungen der Einstromung auf. Allerdings wurden pro Querschnitt jedoch nur an zwei verschiedenen Positionen und auch nur fünf Proben je Position entnommen. Daher kann man hier nicht von statistisch abgesicherten Werten sprechen. Dazu wären deutlich mehr Proben erforderlich.

6 Schlussfolgerungen

An allen untersuchten Messstellen kommt es für die ausgewählten Parameter neben der langfristigen zeitlichen Variabilität der Konzentrationen auch zu einer kurzfristigen Variabilität an einem Punkt und einer räumlichen Variabilität über den Querschnitt. Dabei fällt auf, dass die räumliche und die kurzfristige zeitliche Variabilität für gelöste Parameter wesentlich geringer ist als für Parameter die überwiegend partikulär gebunden transportiert werden und die Schwebstoffe.

Im Rahmen der Untersuchung konnten kaum Gesetzmäßigkeiten gefunden werden, über welche sich die auftretenden Konzentrationsschwankungen erklären lassen. Ein Zusammenhang der räumlichen Verteilung der Konzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit ist nicht zu erkennen. In Gewässern mit höheren Turbulenzen wurde eine höhere relative räumliche Variabilität der Konzentrationen gefunden als in langsam fließenden Gewässern. Eine mögliche Ursache dafür liegt an den geringeren Absolutwerten der Stoffkonzentrationen in den Gewässern mit höheren Turbulenzen. Daher wirken sich gleiche absolute Schwankungen relativ stärker aus. Auch die relative Genauigkeit der Analytik nimmt bei Konzentrationen nahe der Bestimmungsgrenze ab. Demgegenüber konnte auch beobachtet werden, dass in einem Gewässer kurzfristige zeitliche Schwankungen in Bereichen höher sind, an denen im Querschnitt die geringeren Fließgeschwindigkeiten auftreten.

Durch die Berechnung der Frachten aus einer einzelnen Probe in einem Querschnitt können diese sehr stark von den Referenzfrachten, welche mittels Vielpunktmethode berechnet wurden, abweichen. Dabei ist die Qualität der berechneten Frachten nicht nur von der Position der Probennahme abhängig, sondern auch vom jeweiligen Parameter. Vor allem bei den Parametern Gesamtphosphor und Schwebstoffe treten sehr große Abweichungen von den Referenzfrachten auf. Bei der Betrachtung aller Gewässertypen zeigt sich, dass es für die Berechnung der Frachten aus einer Probe am Rand in 80% der Fälle zu Abweichungen von bis zu 25% für Gesamtphosphor und bis zu 30% für die Schwebstoffe kommen kann. Eine Probenahme in der Mitte schneidet etwas günstiger ab. Durch eine Mischprobe aus zwei Proben kann diese Unsicherheit auf 10% bzw. 15% reduziert werden. Durch die Entnahme von mehreren Proben über den gesamten Querschnitt könnten diese Abweichungen in 80 % der Fälle auch ohne Erhebung der Fließgeschwindigkeiten auf kleiner ca. 5% gesenkt werden. Für Parameter, die überwiegend gelöst transportiert werden (z.B. Chlorid und Gesamtstickstoff), sind diese Abweichungen der durch einzelne Proben berechneten Frachten gegenüber der Referenzfrachten kleiner 5%. Durch mehrfache Probenahme und Bildung von Mischproben kann diese Unsicherheit weiter gesenkt werden.

Werden die einzelnen Gewässertypen getrennt betrachtet, sieht man, dass die Unsicherheit bei der Frachterhebung bei den Oberläufen und Mittelläufen der Mittelgebirgsbäche am größten ist. Wie bereits erwähnt könnte dies an den geringen Absolutkonzentrationen aller Parameter in diesen Gewässern liegen. Eine weitere Erklärung ist die Ausbildung von unterschiedlichen Schwebstoff-verteilungen aufgrund der höheren Turbulenzen.

Bei den Gewässern des Typs Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches liegen die Abweichungen der aus einzelnen Proben berechneten Frachten gegenüber der Referenzfrachten für die Schwebstoffe und partikulär transportierten Parameter in 80 % der Fälle bei unter 40%.

Während diese Abweichung für die Schwebstoffe durch eine Mischprobe aus zwei einzelnen Proben auf bis zu 15% gesenkt werden kann, kommt es für Gesamtphosphor nur zu einer Reduktion der Abweichung auf unter 20% bzw. unter 25% abhängig davon ob die Mischprobe aus einer Probe aus der Mitte und einer vom Rand, oder aus zwei Proben vom Rand gemischt wird. Werden mehrere Proben über den Querschnitt genommen, können die Unsicherheiten auf weniger als 10% reduziert werden.

Am Mittellauf des Mittelgebirgsbaches war die Situation sehr ähnlich. Allerdings trat bei einer Mischprobe aus zwei Proben vom Rand für Gesamtphosphor eine Abweichung in 80 % der Fälle von kleiner 60% auf. Die Ergebnisse dieses Gewässertyps sind jedoch nur sehr schlecht abgesichert und bedürfen einer weiteren Analyse.

Bei einem mäandrierenden Mittellauf liegt die Unsicherheit der Frachterhebung für die Schwebstoffe und Gesamtphosphor bei einer Probenahme in der Mitte oder am Gleithang bei ca. 30% bzw. 20%. Bei der Berechnung der Frachten aus zwei Proben können diese Abweichungen auf weniger als ca. 10% reduziert werden. Sehr günstig dürfte jedoch eine Probenahme am Prallhang sein, da hier die Unsicherheiten noch geringer sind. Durch mehrere Proben über das gesamte Profil lassen sich die Abweichungen auf weniger als 5% reduzieren. Allerdings ist auch dieser Gewässertyp aufgrund der vorhandenen Daten nicht besonders gut abgesichert.

Für die Kanäle liegen die Abweichungen der aus einer vom Rand entnommenen Proben gegenüber der Referenzfrachten für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in 80 % der Fälle bei weniger als 20%. An den Gräben sind sie mit 10% bzw. 15% etwas geringer. Durch eine Probenahme in der Mitte kommt es mit 10% in den Kanälen und 5% in den Gräben zu geringeren Abweichungen. Während an den Kanälen eine Mischprobe aus einer Probe aus der Mitte und einer vom Rand für die Schwebstoffe zu einer Verbesserung und eine Mischprobe aus zwei Proben vom Rand zu einer Verschlechterung der Ergebnisse führt, ist dies für Gesamtphosphor genau umgekehrt. Bei den Kanälen führen Mischproben zu einer Verbesserung der Ergebnisse. Nur für die Schwebstoffe werden die Abweichungen für eine Probe vom Rand und der Mitte größer als von einer einzelnen Probe in der Mitte.

Für eine optimierte Probenahme an Fließgewässern kann folgendes gesagt werden:

Mit einer größeren Anzahl an Proben lassen sich auch ohne die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit deutlich bessere Ergebnisse bei der Frachterhebung erzielen. Eine Entnahme mehrerer Proben über den Querschnitt wäre daher am besten. Da dies aus finanziellen Gründen jedoch nicht möglich ist, können auch Mischproben aus zwei Proben für die Frachtberechnung herangezogen werden. Diese sollten bei Oberläufen wenn möglich von der Mitte und dem Rand genommen werden oder, in Kanälen und Gräben, in der Mitte. Da es nicht an allen Fließgewässern möglich ist Proben aus der Mitte des Gewässers zu entnehmen, sollten auf jeden Fall zwei Proben am Rand entnommen werden. Dies ist zwar zumeist ungünstiger als Probenahmen am Rand und in der Mitte oder nur in der Mitte, führt aber, abgesehen von dem Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und dem mäandrierenden Mittellauf, gegenüber einer einzelnen Probe am Rand zu einer Verbesserung der Frachterhebung.

Im Hinblick auf die Erhebung von Jahresfrachten zeigt sich, dass die Unsicherheiten, die sich aufgrund der räumlichen und kurzfristigen zeitlichen Variabilität der Konzentrationen in den Fließgewässern ergeben, im Vergleich zu den Unsicherheiten aufgrund einer beschränkten Anzahl an Proben im Jahresverlauf gering sind. Während die Unsicherheiten aufgrund der beschränkten Probenahme im Jahr für Schwebstoffe und Schwebstoff- assoziierte Parameter bei 50% bzw. 30% liegen, können die Unsicherheiten aufgrund der räumlichen und kurzfristigen zeitlichen Variabilität mit einer geeigneten Probenahme je nach Gewässertyp mit weniger als 20% bzw. weniger als 10% angesetzt werden. Auch bei Stoffen die überwiegend gelöst transportiert werden ist der Einfluss einer beschränkten Anzahl von Proben bei der Berechnung von Jahresfrachten mit einer Unsicherheit von ca. 10% deutlich höher als der Einfluss der räumlichen und kurzfristigen zeitlichen Variabilität. Hier liegen die Unsicherheiten meist deutlich unter 5%.

Ob sich die Unsicherheiten die sich aufgrund der langzeitlichen Variabilität bei beschränkter Probenahmefrequenz und der räumlichen und kurzzeitlichen Variabilität gegenseitig verstärken oder ausgleichen, ist noch zu prüfen. Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass es nur bei systematischen Abweichungen zu einer Verstärkung der Unsicherheiten kommt.

Durch die Untersuchung wurden einige Tendenzen aufgezeigt, die aufgrund der vorhandenen Daten jedoch nicht eindeutig geklärt werden konnten. Die noch offenen Fragen sind:

- Der Zusammenhang zwischen der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer mit der Fließgeschwindigkeit.
- Der Zusammenhand der räumlichen Variabilität der Konzentrationen in einem Profil mit den Turbulenzen in diesem Profil.
- Der Anteil der Analyse an der Variabilität der Konzentrationen.

Eine mögliche Vorgehensweise für weiterführende Untersuchung zur Klärung dieser Fragestellungen könnte wie folgt aussehen.

An je einem Querprofil der unterschiedlichen Gewässertypen sollten die Probenahme über den Querschnitt und die wiederholte Probenahme am Punkt kombiniert werden. Da der Zusammenhang zwischen der räumlichen Variabilität und den Turbulenzen möglicherweise auch aufgrund der geringeren Absolutkonzentrationen in den Oberläufen zustande kommt, wäre es sinnvoll Messstellen an Oberläufen mit hohen Turbulenzen und mit höheren Konzentrationen zu wählen. Der Einfluss der Analyse auf die Variabilität der Konzentrationen könnte durch wiederholte Analyse aus ein und derselben Probe bestimmt werden.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Matthias Zessner
Vorlesungsunterlagen Wassergütewirtschaft und Flussgebietsmanagement WS
2008/09
TU- Wien
- [2] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt Wasserwirtschaft –Sektion
VII
GZÜV- Oberflächengewässer; Bericht über das Überwachungsprogramm für die
Oberflächengewässer in Österreich nach den Vorgaben der EU-
Wasserrahmenrichtlinie und des Österreichischen Wasserrechtsgesetz
April 2008
- [3] Günter Gunkel
Renaturierung kleiner Fließgewässer
Gustav Fischer Verlag Jana 1996, ISBN 3-334-61030-6
- [4] Dietrich Uhlmann, Wolfgang Horn
Hydrobiologie der Binnengewässer
Verlag Eugen Ulmer GmbH & CO. 2001, ISBN 3-8252-2206-3
- [5] Hubert Honsowitz
Studienblätter Landschaftswasserbau und Flussmorphologie SS 2009 TU- Wien
- [6] Peter Tschernutter
Vorlesungsskriptum Technische Hydraulik WS 2006/07 TU- Wien
- [7] Landesanstalt für Umweltschutz Baden- Württemberg
Hydraulik naturnaher Fließgewässer, Teil 1- Grundlagen und empirische hydraulische
Berechnungsmethoden
Karlsruhe, 2002
- [8] Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft
Skriptum Hydraulik I, Teil II, BOKU Wien
- [9] Bundesministerium für Umwelt
Bäche in Niederösterreich, Chemische Untersuchungen
ISBN 3-85457-269-7
Wien, Oktober 1995
- [10] Gewässerzustandsüberwachung – GZÜV [CELEX- Nr.: 32000L0060]
479. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern
Dezember 2006

- [11]** Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Schwebstoffe im Fließgewässer- Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransportes
Dezember 2008
- [12]** Pusch, Köhler, Wanner, Ockenfeld, Hoffman, Brunke, Grünert, Kozerski
Ökologisch gegründetes Bewirtschaftungskonzept für die Spree unter dem Aspekt der
bergbaubedingten Durchflussreduktion. – Berichte des IGB 11: 244 pp. 2002
aus Characteristics, Dynamics and Importance of Aggregates in Rivers von Heike
Zimmermann- Timm
- [13]** Heike Zimmermann- Timm
Characteristics, Dynamics and Importance of Aggregates in Rivers
Institut für Ökologie, AG Limnologie, Friedrich- Schiller- Universität Jena
WILEY- VCH Verlag Berlin GmbH
Berlin, 2002
- [14]** Wasserkreislaufferhebungsverordnung – WKEV [CELEX- Nr.:32000L0060]
478. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft über die Erhebung des Wasserkreislaufes in Österreich
Dezember 2006
- [15]** Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien
Optimierung von Frachterhebungen in Gewässern unter Berücksichtigung von
Probenahmehäufigkeit und Berechnungsmethodik
Wien, Oktober 2008
- [16]** [http://de.wikipedia.org/wiki/Traisen_\(Fluss\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Traisen_(Fluss))
Abgerufen im Oktober 2009
- [17]** Alexander Debene
Dissertation Modellierung anthropogener Eingriffe auf das
Hochwasserabflussgeschehen in der Mesoskala
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien
Wien, November 2006
- [18]** Hydrographischer Dienst Österreich
Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006
März 2009
- [19]** Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien
Verzeichnis von Punktquellen
- [20]** <http://www.noel.gv.at/Externeseiten/wasserstand/htm/wndcms.htm>
Abgerufen am 10.12.2009

- [21] [http://de.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6lsen_\(Fluss\)](http://de.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6lsen_(Fluss))
Abgerufen im Oktober 2009
- [22] http://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fe_Tulln
Abgerufen im Oktober 2009
- [23] http://de.wikipedia.org/wiki/Kleine_Tulln
Abgerufen im Oktober 2009
- [24] <http://de.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6llersbach>
Abgerufen im Oktober 2009
- [25] [http://de.wikipedia.org/wiki/Schmida_\(Fluss\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Schmida_(Fluss))
Abgerufen im Oktober 2009
- [26] [http://de.wikipedia.org/wiki/Schwechat_\(Fluss\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Schwechat_(Fluss))
Abgerufen im Oktober 2009
- [27] <http://de.wikipedia.org/wiki/Box-Plot>
Abgerufen im Dezember 2009
- [28] <http://de.wikipedia.org/wiki/Kriging>
Abgerufen im Dezember 2009

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Schematische Darstellung des sechsjährigen WRRL- Zyklus [2].....	11
Abbildung 2-2 Laminare und Turbulentes Fließen [7].....	14
Abbildung 2-3 Vertikalverteilung der Fließgeschwindigkeit [3].....	14
Abbildung 2-4 Stationäre und instationäre Bewegung [7]	15
Abbildung 2-5 Formen des Fließwechsels: Strömen- Schießen; Schießen- Strömen [3].....	16
Abbildung 2-6 Bernoulli´sche Energielinienhöhen für Gerinneströmung [3]	17
Abbildung 2-7 Schematische Darstellung der Fließgeschwindigkeitsverteilungen in unterschiedlichen Profilen [7].....	18
Abbildung 2-8 Entstehung der Mäander [4] Abbildung 2-9 Spiralströmung [4].....	20
Abbildung 2-10 Akkumulation und Erosion am Gleit- und Prallhang [4].....	20
Abbildung 2-11 Ausbildung der Riffle und Pools [3]	20
Abbildung 2-12 Hjulström Diagramm [5]	23
Abbildung 2-13 Zusammenhang Abflusskonzentration und Durchfluss bei Hochwasser [13]...	24
Abbildung 3-1 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Hohenberg [20].....	43
Abbildung 3-2 Probenahmestelle St. Aegydt - Unrechttraisen	44
Abbildung 3-3 Querprofil in St. Aegydt am 14.05.2009	44
Abbildung 3-4 Querprofil in St. Aegydt am 18.06.2009	45
Abbildung 3-5 Probenahmestelle Hohenberg - Unrechttraisen	45
Abbildung 3-6 Querprofil in Hohenberg am 14.05.2009	46
Abbildung 3-7 Querprofil in Hohenberg am 18.06.2009	46
Abbildung 3-8 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in St. Veit an der Gölsen [20].....	47
Abbildung 3-9 Probenahmestelle St. Veit an der Gölsen - Gölsen	47
Abbildung 3-10 Querprofil in St. Veit am 18.06.2009.....	48
Abbildung 3-11 Probenahmestelle Leitsberg - Laabenbach	48
Abbildung 3-12 Querprofil in Leitsberg am 26.05.2009.....	49
Abbildung 3-13 Querprofil in Leitsberg am 15.06.2009.....	49
Abbildung 3-14 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Siegersdorf [20]	51
Abbildung 3-15 Probenahmestelle Siegersdorf – Große Tulln	51
Abbildung 3-16 Querprofil in Siegersdorf am 26.05.2009	52
Abbildung 3-17 Querprofil in Siegersdorf am 15.06.2009	52
Abbildung 3-18 Probenahmestelle Sieghartskirchen – Kleine Tulln	53
Abbildung 3-19 Querprofil in Sieghartskirchen am 26.05.2009	53
Abbildung 3-20 Querprofil in Sieghartskirchen am 15.06.2009	54
Abbildung 3-21 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Obermallebarn [20]	55
Abbildung 3-22 Probenahmestelle Obermallebarn - Göllersbach.....	55
Abbildung 3-23 Querprofil in Obermallebarn am 28.05.2009.....	56
Abbildung 3-24 Querprofil in Obermallebarn am 09.08.2009.....	56
Abbildung 3-25 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 in Hollenstein [20]	57
Abbildung 3-26 Probenahmestelle Hollenstein - Schmida	58
Abbildung 3-27 Querprofil in Hollenstein am 28.05.2009	59
Abbildung 3-28 Querprofil in Hollenstein am 09.08.2009	59
Abbildung 3-29 Probenahmestelle Absdorf - Schmida	60
Abbildung 3-30 Querprofil in Absdorf am 28.05.2009.....	60

Abbildung 3-31 Querprofil in Absdorf am 09.08.2009.....	61
Abbildung 3-32 Pegelaufzeichnung für das Jahr 2009 an der Cholerakapelle [20]	62
Abbildung 3-33 Probenahmestelle Cholerakapelle - Schwechat.....	62
Abbildung 3-34 Querprofil an der Cholerakapelle am 04.06.2009.....	63
Abbildung 3-35 Querprofil an der Cholerakapelle am 01.07.2009.....	63
Abbildung 3-36 Probenahmestelle Tribuswinkel - Schwechat	64
Abbildung 3-37 Querprofil in Tribuswinkel am 04.06.2009.....	64
Abbildung 3-38 Querprofil in Tribuswinkel am 16.08.2009.....	65
Abbildung 3-39 Probenahmestelle Laxenburg - Schwechat	65
Abbildung 3-40 Querprofil in Laxenburg am 04.06.2009.....	66
Abbildung 3-41 Querprofil in Laxenburg am 01.07.2009.....	66
Abbildung 4-1 Leitfähigkeit an den einzelnen Messstellen	68
Abbildung 4-2 Chloridkonzentrationen an den einzelnen Messstellen.....	70
Abbildung 4-3 Chloridkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen	71
Abbildung 4-4 Gesamtposphorkonzentrationen an den einzelnen Messstellen	72
Abbildung 4-5 Gesamtposphorkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen.....	73
Abbildung 4-6 Gesamtstickstoffkonzentrationen an den einzelnen Messstellen	74
Abbildung 4-7 Gesamtstickstoffkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen.....	75
Abbildung 4-8 Schwebstoffkonzentrationen an den einzelnen Messstellen.....	76
Abbildung 4-9 Schwebstoffkonzentrationen während des Hochwasserereignisses an den einzelnen Messstellen.....	77
Abbildung 4-10 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Leitsberg - Laabenbach am 26.05.2009	78
Abbildung 4-11 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] an der Cholerakapelle - Schwechat am 04.06.2009	79
Abbildung 4-12 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009	79
Abbildung 4-13 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Tribuswinkel- Schwechat am 04.06.2009	80
Abbildung 4-14 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Laxenburg - Schwechat am 01.07.2009	80
Abbildung 4-15 Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] in Obermallebarn- Göllersbach am 28.05.2009	81
Abbildung 4-16 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009	81
Abbildung 4-17 Gesamtposphor- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009	82
Abbildung 4-18 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009	82
Abbildung 4-19 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] an der Cholerakapelle - Schwechat am 01.07.2009	83
Abbildung 4-20 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009	83

Abbildung 4-21 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009	84
Abbildung 4-22 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009	84
Abbildung 4-23 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Sieghartskirchen – Kl. Tulln am 26.05.2009	85
Abbildung 4-24 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Obermallebarn - Göllersbach am 28.05.2009	86
Abbildung 4-25 Chlorid- Konzentrationen [mg/l] in Obermallebarn - Göllersbach am 09.08.2009	86
Abbildung 4-26 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Hohenberg - Unrechttraisen am 14.05.2009	86
Abbildung 4-27 Gesamtphosphor- Konzentrationen [mg/l] in Hohenberg - Unrechttraisen am 18.06.2009	87
Abbildung 4-28 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in St. Aegydt - Unrechttraisen am 14.05.2009	87
Abbildung 4-29 Gesamtstickstoff- Konzentrationen [mg/l] in St. Aegydt - Unrechttraisen am 18.06.2009	88
Abbildung 4-30 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Siegersdorf – Gr. Tulln am 26.05.2009	88
Abbildung 4-31 Schwebstoff- Konzentrationen [mg/l] in Siegersdorf – Gr. Tulln am 15.06.2009	89
Abbildung 4-32 Korrelation der Gesamtphosphorkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in St. Aegydt am Neuwalde - Unrechttraisen	90
Abbildung 4-33 Korrelation der Schwebstoffkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Tribuswinkel - Schwechat	91
Abbildung 4-34 Korrelation der Chloridkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Laxenburg- Schwechat	92
Abbildung 4-35 Korrelation der Gesamtstickstoffkonzentrationen mit der Fließgeschwindigkeit in Absdorf- Schmida	93
Abbildung 4-36 Querprofilbeiwerte in Hohenberg - Unrechttraisen am 18.06.2009	94
Abbildung 4-37 Querprofilbeiwerte an der Cholerakapelle – Schwechat am 04.06.2009	94
Abbildung 4-38 Querprofilbeiwerte in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009	95
Abbildung 4-39 Querprofilbeiwerte in Tribuswinkel - Schwechat am 04.06.2009	96
Abbildung 4-40 Querprofilbeiwerte in Tribuswinkel - Schwechat am 16.08.2009	96
Abbildung 4-41 Querprofilbeiwerte in Siegersdorf- Große Tulln am 26.05.2009	97
Abbildung 4-42 Querprofilbeiwerte in Siegersdorf- Große Tulln am 15.06.2009	97
Abbildung 4-43 Querprofilbeiwerte in Absdorf - Schmida am 09.08.2009	98
Abbildung 4-44 Querprofilbeiwerte in Obermallebarn – Göllersbach am 28.05.2009	98
Abbildung 4-45 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Chloridfrachten	106
Abbildung 4-46 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Gesamtphosphorfrachten ..	106
Abbildung 4-47 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Gesamtstickstofffrachten ..	107
Abbildung 4-48 80% Vertrauensintervall der Abweichungen der Schwebstofffrachten	107
Abbildung 4-49 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtphosphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches	108

Abbildung 4-50 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches.....	109
Abbildung 4-51 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf.....	110
Abbildung 4-52 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf.....	111
Abbildung 4-53 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Kanal ..	112
Abbildung 4-54 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Kanal	112
Abbildung 4-55 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Graben.....	114
Abbildung 4-56 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Graben	114
Abbildung 4-57 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chloridkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien	116
Abbildung 4-58 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtposphorkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien	117
Abbildung 4-59 Gegenüberstellung der Abweichungen der Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien	117
Abbildung 4-60 Gegenüberstellung der Abweichungen der Schwebstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den zwei Serien	118

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Messmethoden und Häufigkeiten [11]	27
Tabelle 3-1 Untersuchte Parameter mit angewendetem Verfahren und Normen	37
Tabelle 3-2 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches.....	41
Tabelle 3-3 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches.....	41
Tabelle 3-4 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Mäandrierender Mittellauf.....	41
Tabelle 3-5 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Kanal	42
Tabelle 3-6 Gegenüberstellung der Beprobungsstellen für den Gewässertyp Graben	42
Tabelle 3-7 Durchfluss St. Aegydt am Neuwalde von 1983- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006).....	43
Tabelle 3-8 Durchfluss Hohenberg [20]	43
Tabelle 3-9 Durchfluss St. Veit an der Gölsen von 1981- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)	47
Tabelle 3-10 Durchfluss Siegersdorf von 1956- 2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)	50
Tabelle 3-11 Durchfluss Obermallebarn 1971-2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)	54
Tabelle 3-12 Durchfluss Hollenstein von 1971- 2006 (aus dem Hydrographischen Jahrbuch von Österreich 2006)	57
Tabelle 3-13 Durchfluss Cholerakapelle 1976-2006 (Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2006)	62
Tabelle 4-1 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten aller Messstellen in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%].....	99
Tabelle 4-2 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]	101
Tabelle 4-3 Abweichungen der Frachten an der Gölsen in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]	102
Tabelle 4-4 Abweichungen der Frachten an der Schwechat in Tribuswinkel in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%]	103
Tabelle 4-5 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Kanal in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%].....	104
Tabelle 4-6 90- und 10- Perzentile der Abweichungen der Frachten an Fließgewässern der Gewässerklasse Graben in Abhängigkeit der Entnahmeposition und des Parameters [%].....	105

10 Anhang

10.1 Gemessene Konzentrationen

Tabelle 10-1 Mittelwerte der gemessenen Chloridkonzentrationen

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	Alle
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
St. Aegydt	2,73	5,57		4,15
Hohenberg	1,64	3,98	0,72	2,13
Leitsberg	49,77	37,03	35,87	40,64
Cholerakapelle	25,50	16,83	29,82	22,07
St. Veit		2,62	1,36	2,05
Tribuswinkel	33,52	46,19	59,43	45,19
Sieghartskirchen	25,82	17,88		21,19
Laxenburg	42,89	25,50	58,45	42,21
Siegersdorf	56,36	41,35	45,54	48,60
Hollenstein	84,91	87,83	87,93	87,11
Absdorf	70,27	77,07		73,41
Obermallebarn	93,51	92,15	115,26	101,78

Tabelle 10-2 Mittelwerte der gemessenen Gesamtphosphorkonzentrationen

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	Alle
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
St. Aegydt	0,0246	0,0171		0,0208
Hohenberg	0,0249	0,0151	0,0271	0,0223
Leitsberg	0,0485	0,0841	0,0213	0,0476
Cholerakapelle	0,0135	0,0415	0,0172	0,0288
St. Veit		0,0175	0,0555	0,0348
Tribuswinkel	0,0792	0,1317	0,2819	0,1487
Sieghartskirchen	0,1248	0,0948		0,1073
Laxenburg	0,1277	0,1308	0,1912	0,1524
Siegersdorf	0,1841	0,1351	0,1100	0,1493
Hollenstein	0,3197	0,2827	0,1390	0,2391
Absdorf	0,3651	0,3260		0,3471
Obermallebarn	0,4766	0,3646	0,4142	0,4158

Tabelle 10-3 Mittelwerte der gemessenen Gesamtstickstoffkonzentrationen

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	Alle
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
St. Aegydt	1,35	1,36		1,36
Hohenberg	1,34	1,29	1,16	1,26
Leitsberg	1,60	1,73	1,29	1,51
Cholerakapelle	1,46	1,48	1,16	1,39
St. Veit		1,35	1,34	1,35
Tribuswinkel	2,89	2,70	4,42	3,14
Sieghartskirchen	3,57	3,49		3,52
Laxenburg	3,24	2,38	3,94	3,18
Siegersdorf	5,06	5,56	6,86	5,67
Hollenstein	5,01	7,23	5,98	6,19
Absdorf	5,26	6,89		6,01
Obermallebarn	6,16	4,65	5,62	5,46

Tabelle 10-4 Mittelwerte der gemessenen Schwebstoffkonzentrationen

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	Alle
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
St. Aegydt	1,8	0,7		1,2
Hohenberg	3,4	1,5	2,8	2,6
Leitsberg	14,6	11,3	3,2	9,1
Cholerakapelle	2,6	7,0	0,9	4,4
St. Veit		1,2	13,6	6,9
Tribuswinkel	5,2	5,0	2,6	4,5
Sieghartskirchen	41,3	33,8		36,9
Laxenburg	10,6	15,6	1,7	9,2
Siegersdorf	26,5	16,6	5,6	18,0
Hollenstein	26,0	70,4	13,8	37,7
Absdorf	48,2	87,0		66,1
Obermallebarn	29,0	64,9	106,6	71,1

Tabelle 10-5 Durchflüsse an den Probetagen

	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
St. Aegydt	1,33	2,09	
Hohenberg	2,6	3,81	3,61
Leitsberg	0,2	0,18	0,16
Cholerakapelle	1,43	3,98	0,62
St. Veit		2,51	2,51
Tribuswinkel	1,39	3,09	0,52
Sieghartskirchen	0,22	0,18	
Laxenburg	0,89	6,52	1,09
Siegersdorf	0,84	0,7	0,42
Hollenstein	0,23	0,49	0,27
Absdorf	0,32	0,76	
Obermallebarn	0,38	0,29	0,43

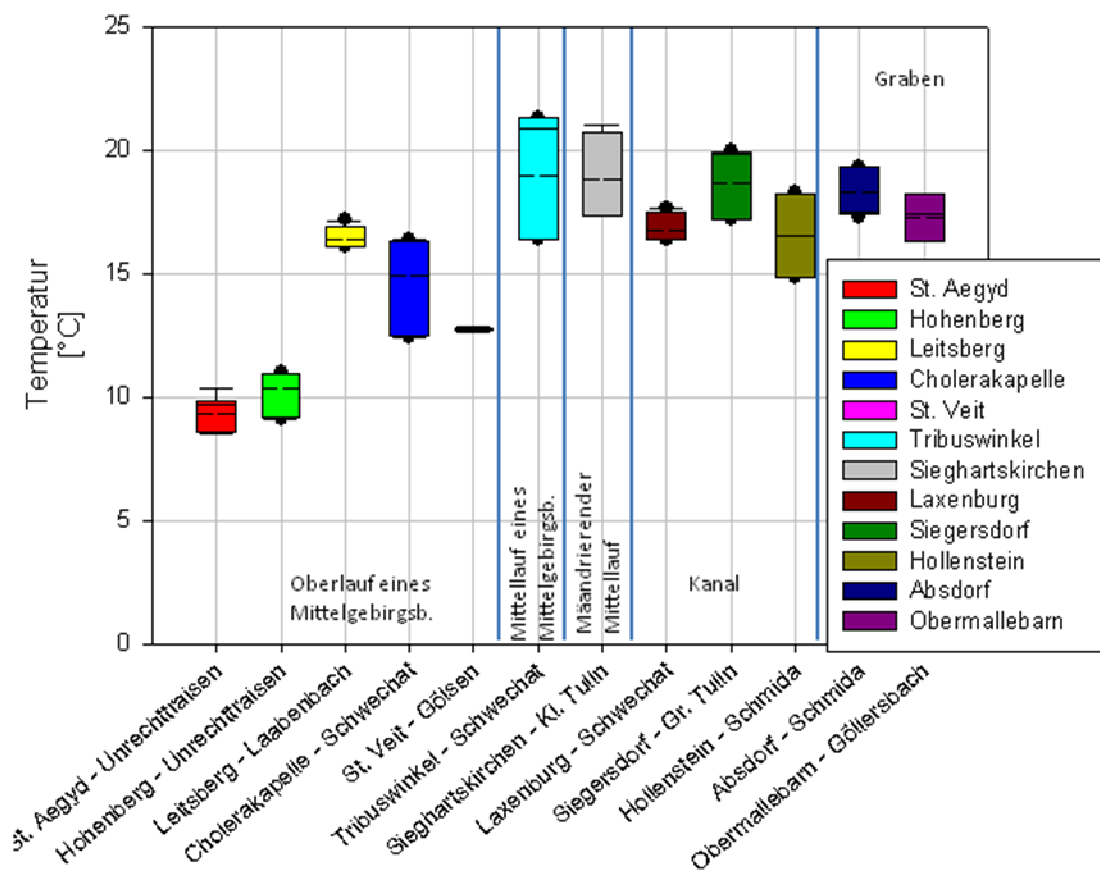


Abbildung 10-1 Temperatur an den einzelnen Messstellen

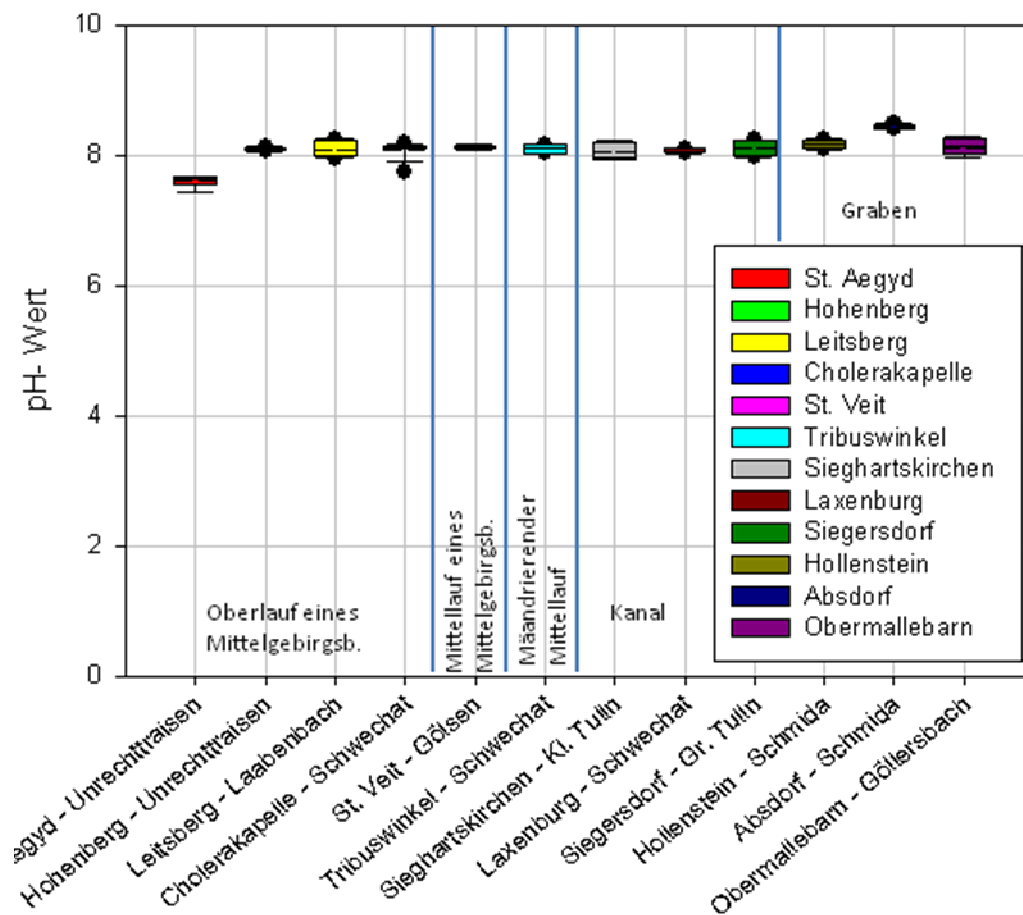


Abbildung 10-2 ph- Werte der einzelnen Messstellen

10.2 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in St. Aegy am Neuwalde

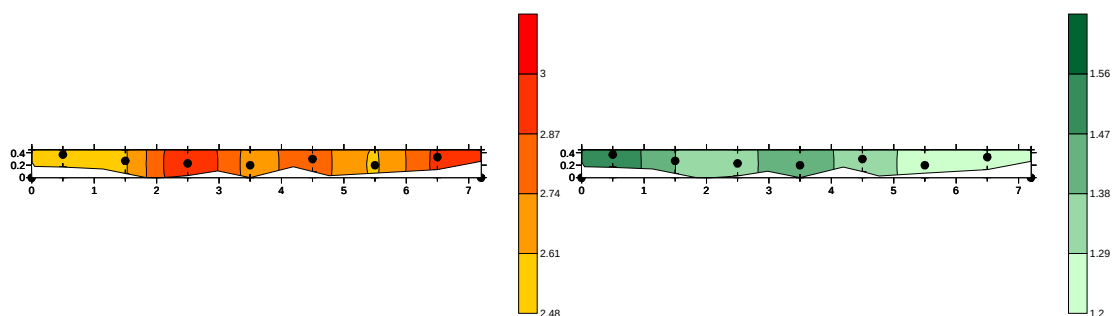


Abbildung 10-3 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in St. Aegy am Neuwalde am 14.05.2009

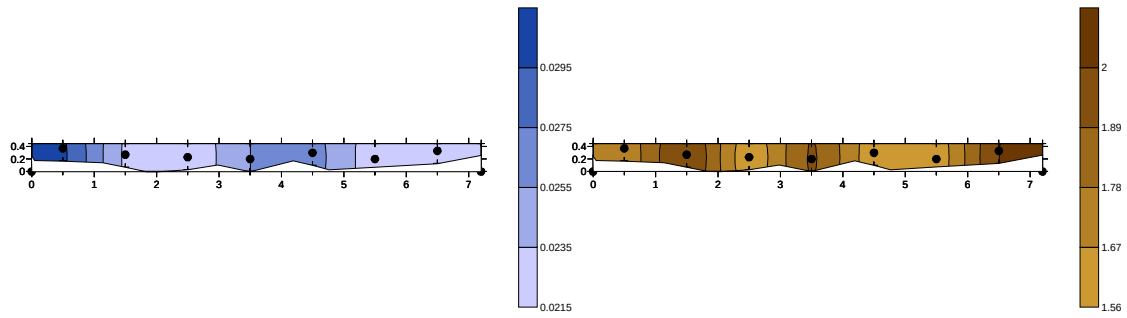


Abbildung 10-4 Gesamtphosphor- Schwebstoff- und Konzentrationen in St. Aegyd am Neuwalde am 14.05.2009

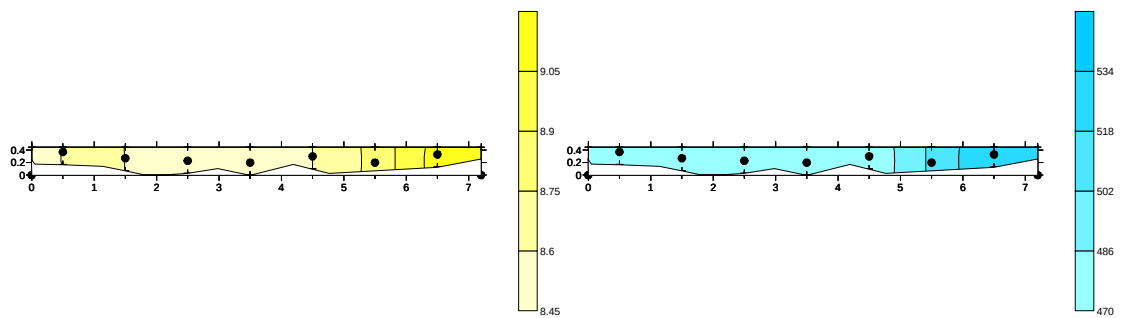


Abbildung 10-5 Temperatur und Leitfähigkeit in St. Aegyd am Neuwalde am 14.05.2009

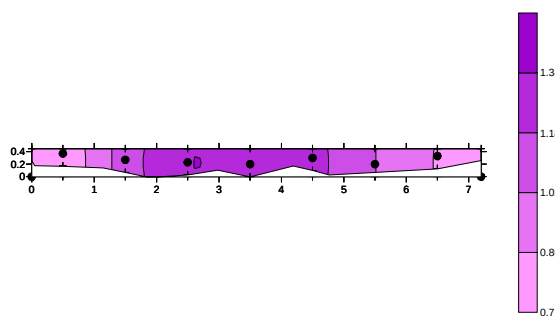


Abbildung 10-6 Fließgeschwindigkeit in St. Aegyd am Neuwalde am 14.05.2009

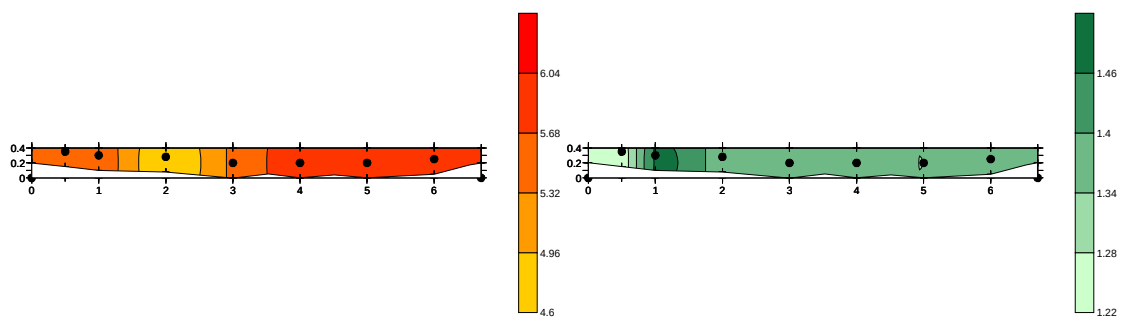


Abbildung 10-7 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

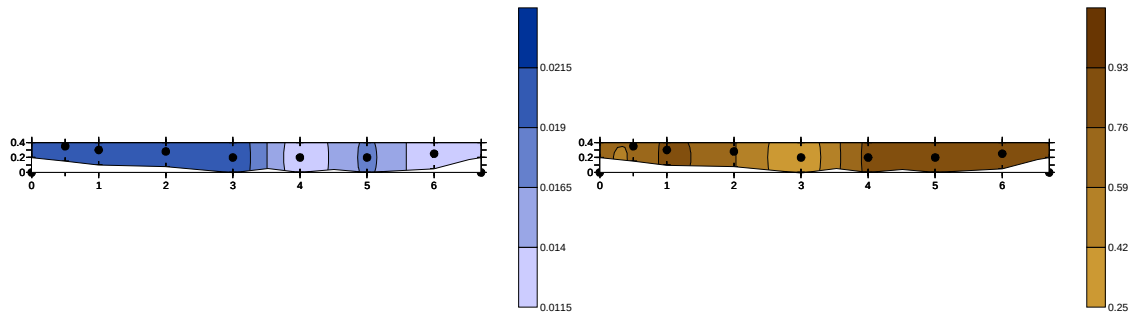


Abbildung 10-8 Gesamtphosphor- und Schwebstoff-Konzentrationen in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

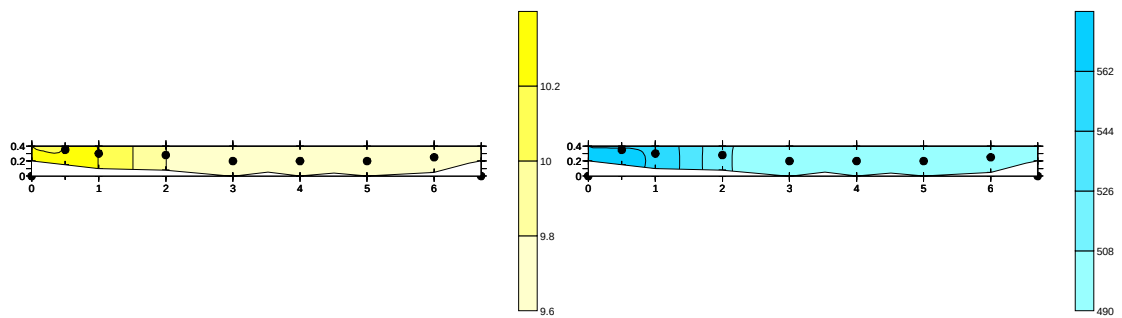


Abbildung 10-9 Temperatur und Leitfähigkeit in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

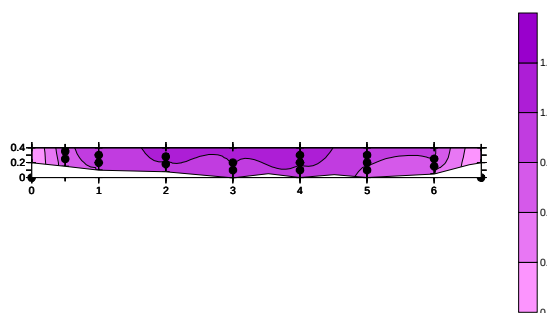


Abbildung 10-10 Fließgeschwindigkeit in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Hohenberg

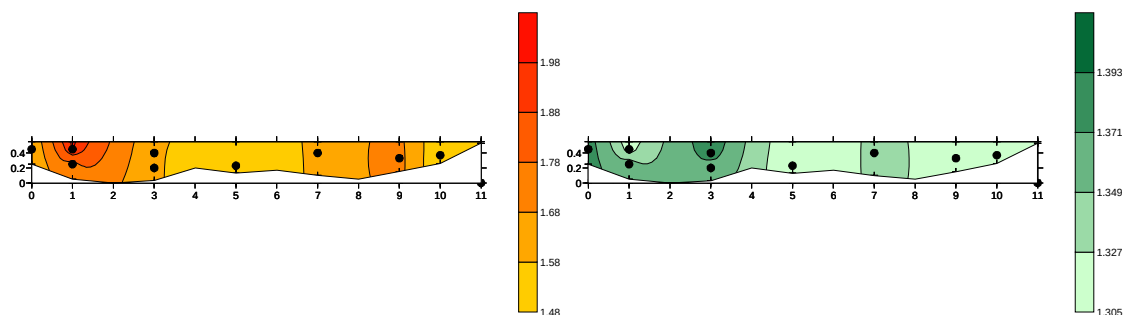


Abbildung 10-11 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Hohenberg am 14.05.2009

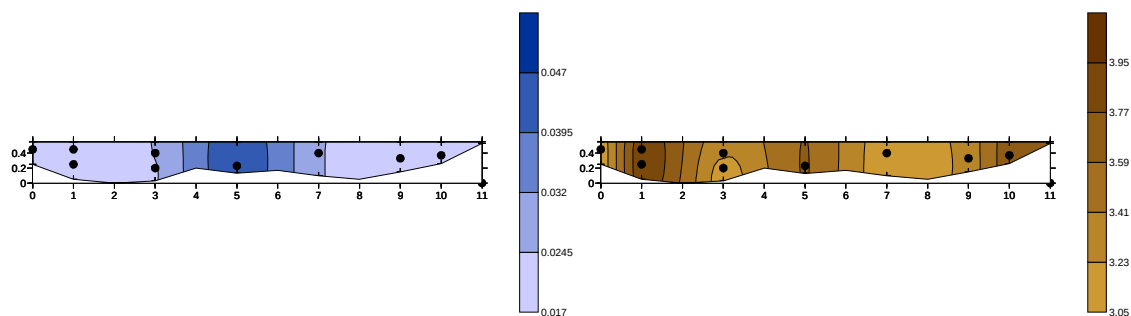


Abbildung 10-12 Gesamtphosphor- und Schwebstoff-Konzentrationen in Hohenberg am 14.05.2009

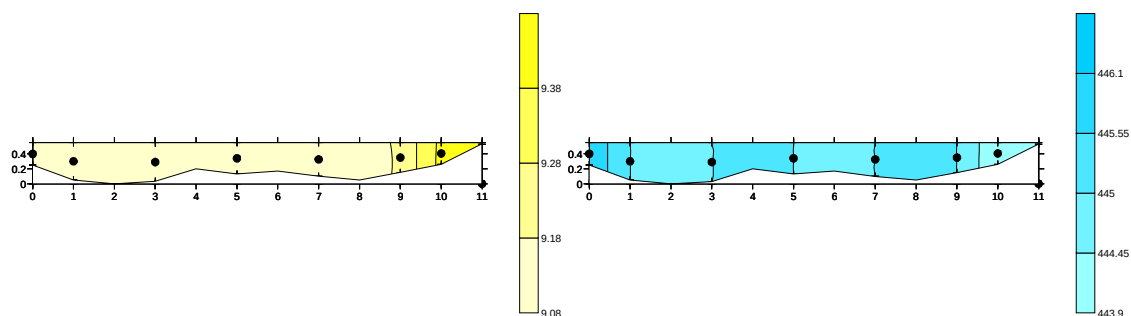


Abbildung 10-13 Temperatur und Leitfähigkeit in Hohenberg am 14.05.2009

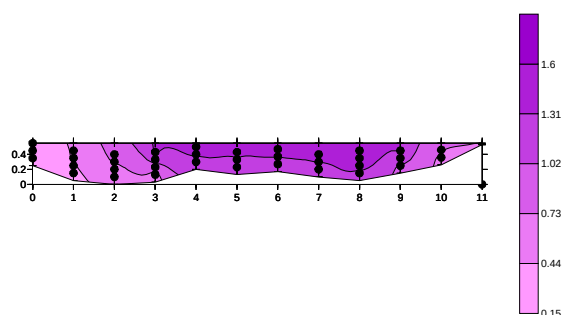


Abbildung 10-14 Fließgeschwindigkeit in Hohenberg am 14.05.2009

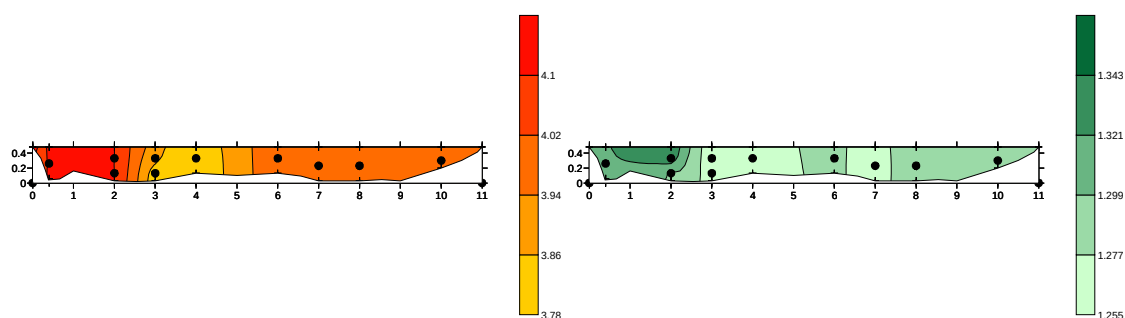


Abbildung 10-15 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Hohenberg am 18.06.2009

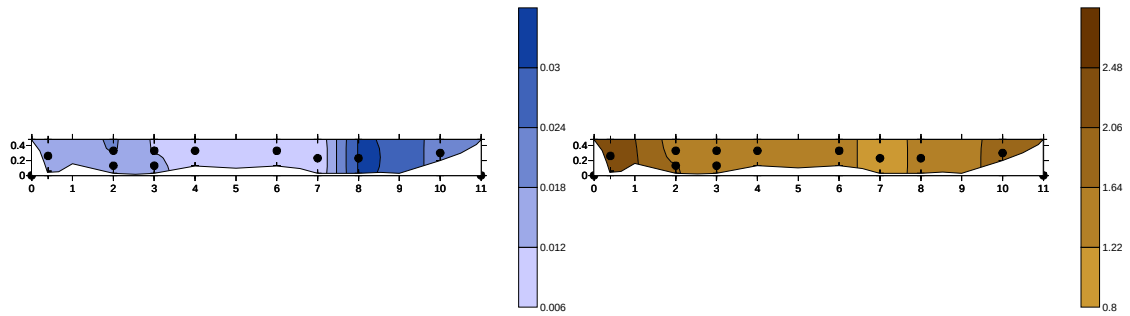


Abbildung 10-16 Gesamtphosphor- und Schwebstoff-Konzentrationen in Hohenberg am 18.06.2009

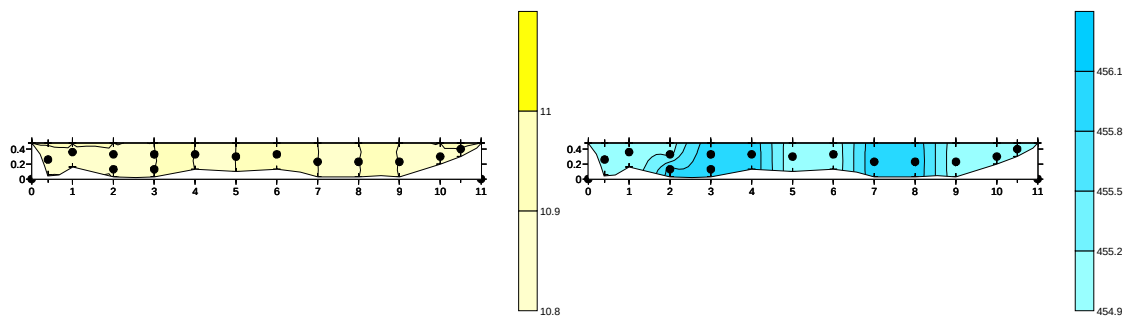


Abbildung 10-17 Temperatur und Leitfähigkeit in Hohenberg am 18.06.2009

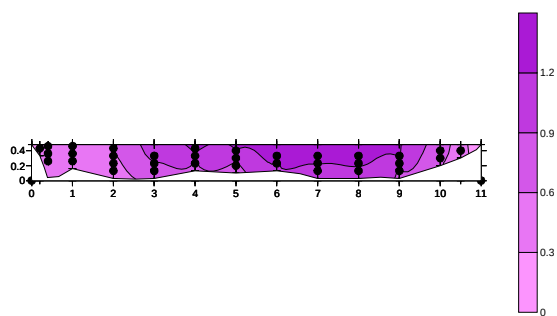


Abbildung 10-18 Fließgeschwindigkeit in Hohenberg am 18.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in St. Veit an der Gölsen

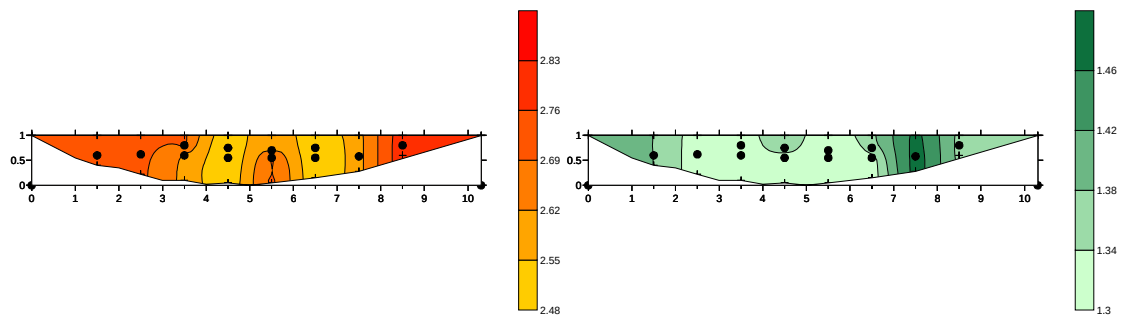


Abbildung 10-19 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

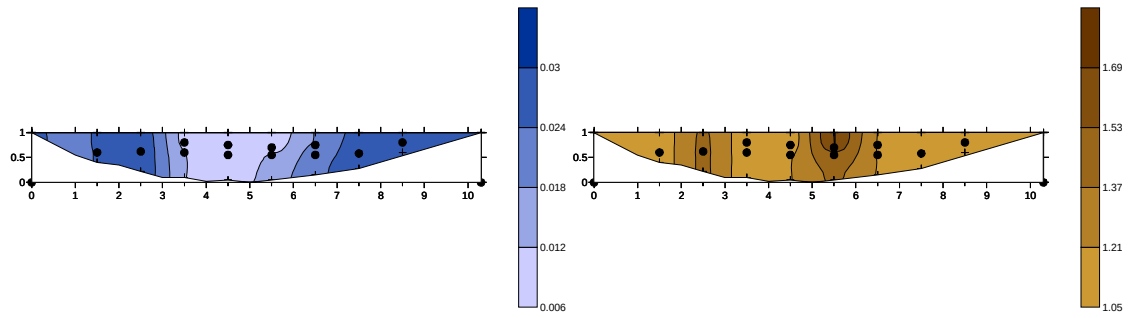


Abbildung 10-20 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

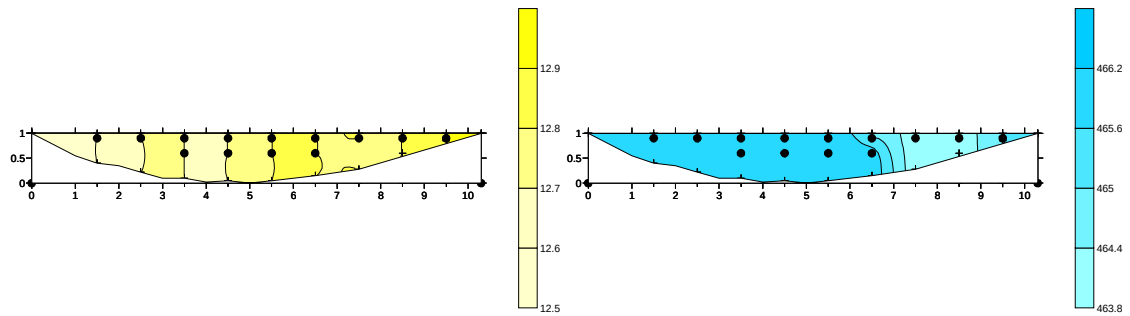


Abbildung 10-21 Temperatur und Leitfähigkeit in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

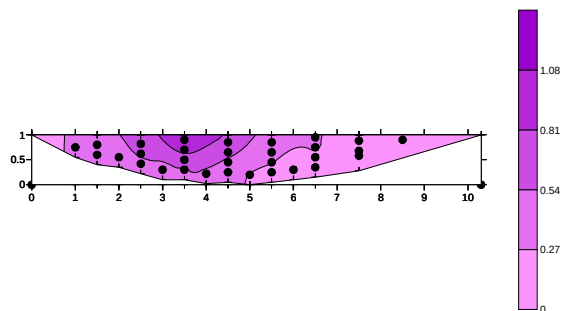


Abbildung 10-22 Fließgeschwindigkeit in St. Veit an der Gölsen am 18.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Leitsberg

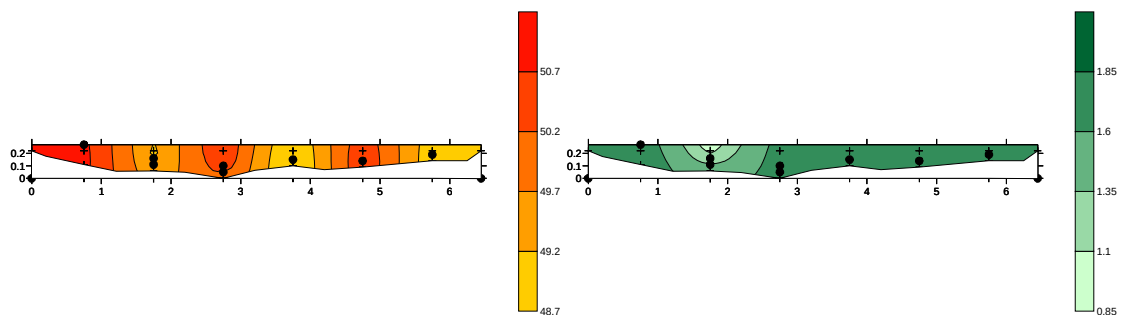


Abbildung 10-23 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Leitsberg am 26.05.2009

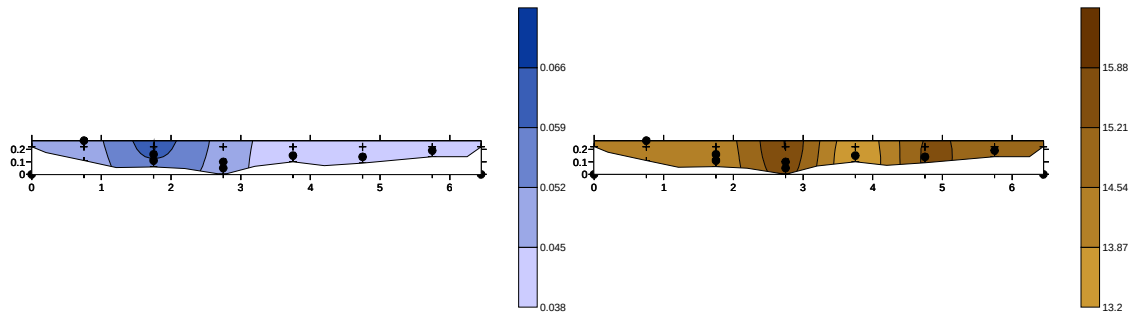


Abbildung 10-24 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Leitsberg am 26.05.2009

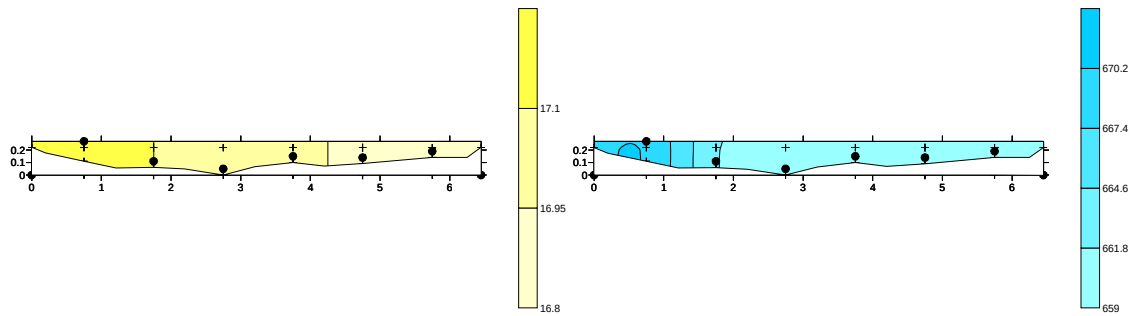


Abbildung 10-25 Temperatur und Leitfähigkeit in Leitsberg am 26.05.2009

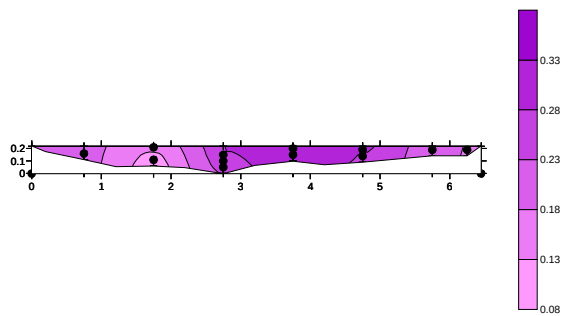


Abbildung 10-26 Fließgeschwindigkeit in Leitsberg am 26.05.2009

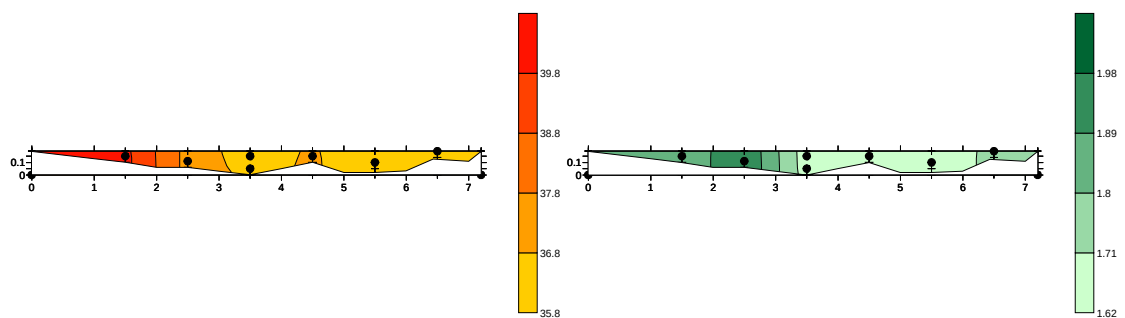


Abbildung 10-27 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Leitsberg am 15.06.2009

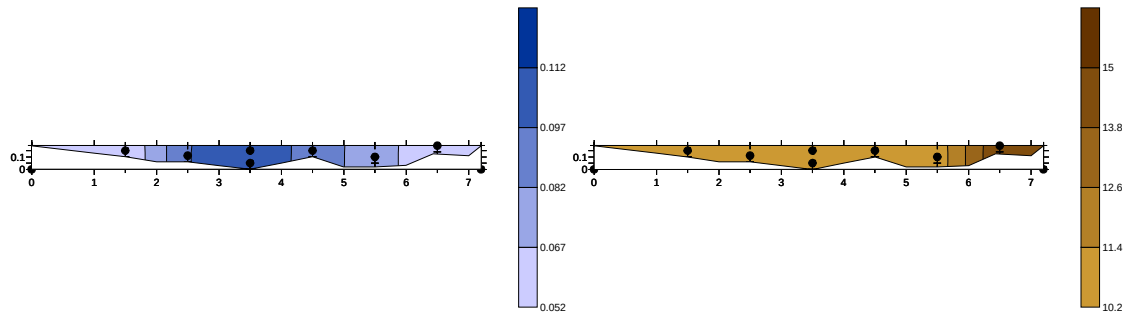


Abbildung 10-28 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Leitsberg am 15.06.2009

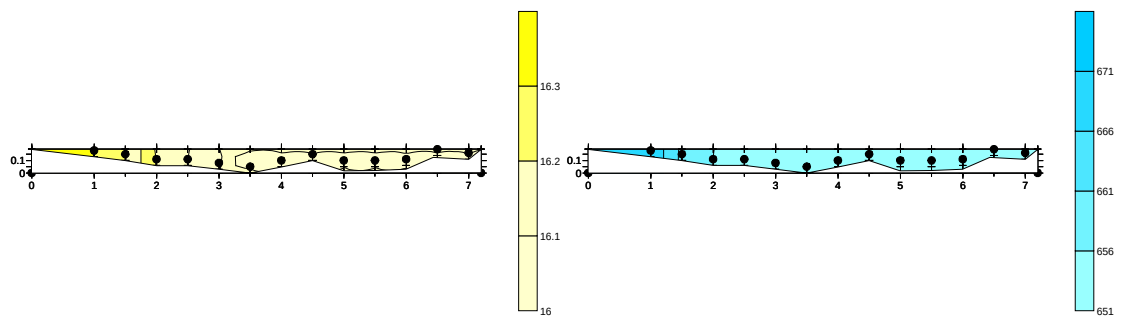


Abbildung 10-29 Temperatur und Leitfähigkeit in Leitsberg am 15.06.2009

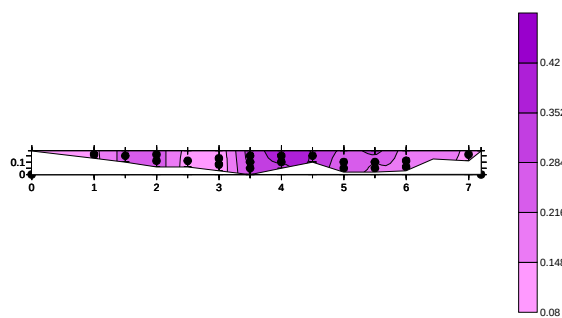


Abbildung 10-30 Fließgeschwindigkeit in Leitsberg am 15.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Siegersdorf

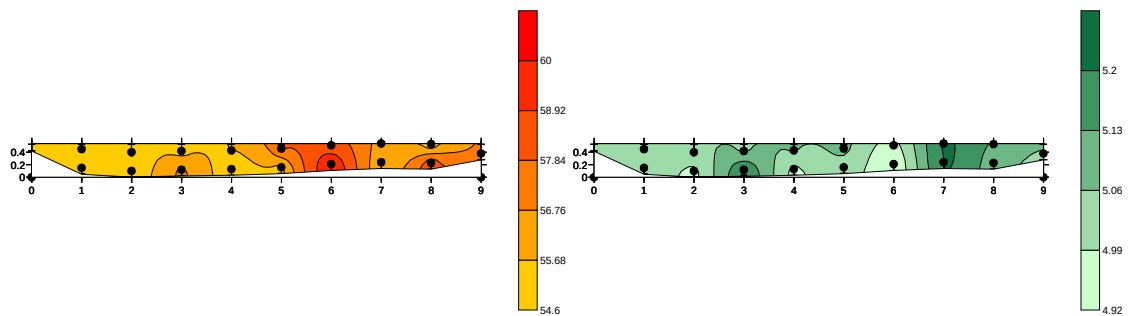


Abbildung 10-31 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Siegersdorf am 26.05.2009

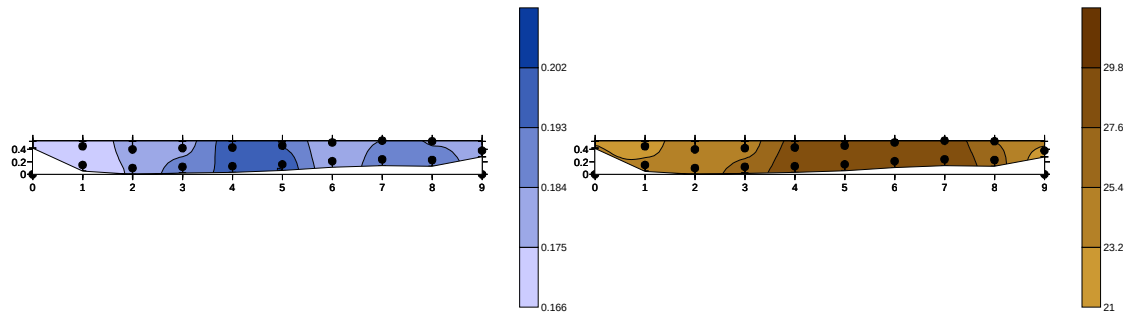


Abbildung 10-32 Gesamtphosphor- und Schwebstoff-Konzentrationen in Siegersdorf am 26.05.2009

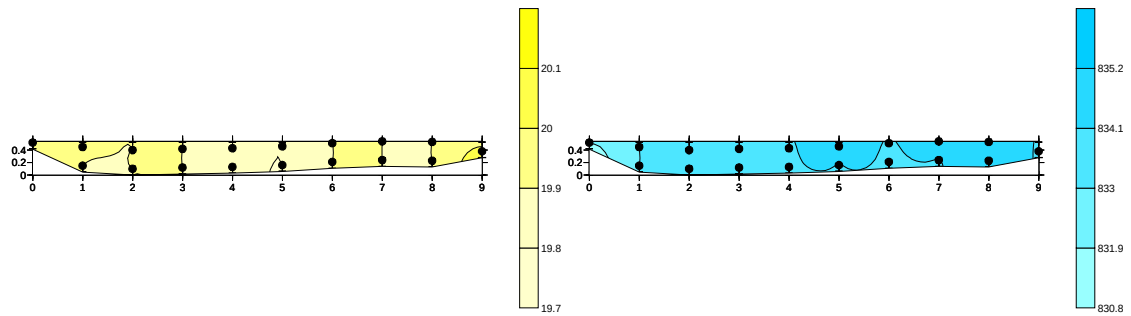


Abbildung 10-33 Temperatur und Leitfähigkeit in Siegersdorf am 26.05.2009

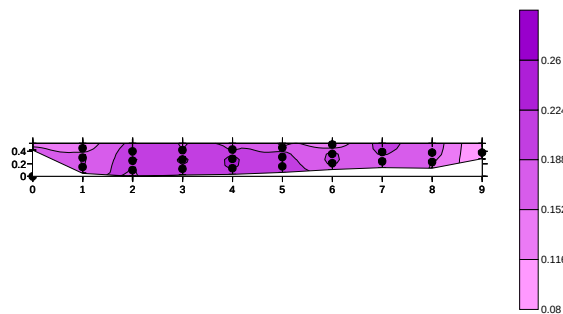


Abbildung 10-34 Fließgeschwindigkeit in Siegersdorf am 26.05.2009

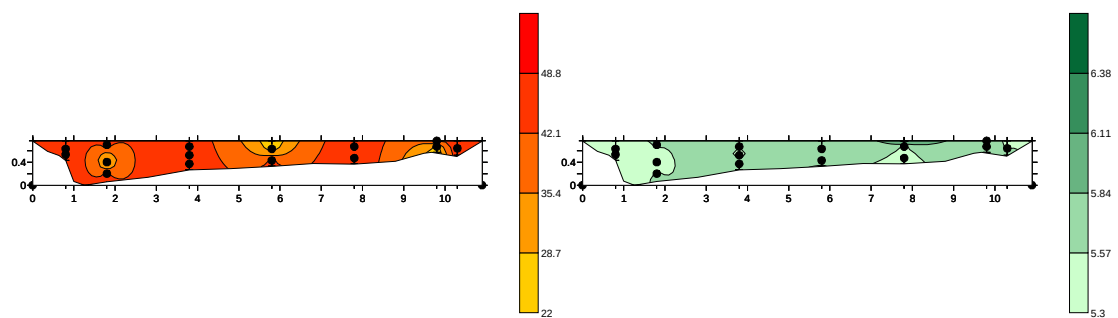


Abbildung 10-35 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Siegersdorf am 15.06.2009

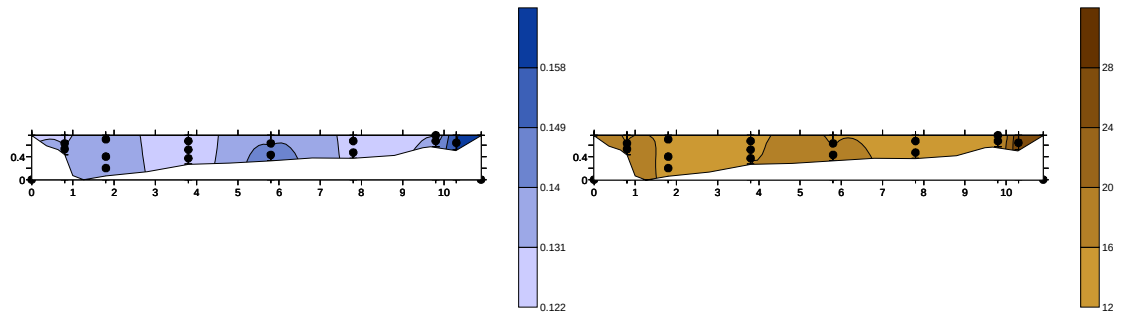


Abbildung 10-36 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Siegersdorf am 15.06.2009

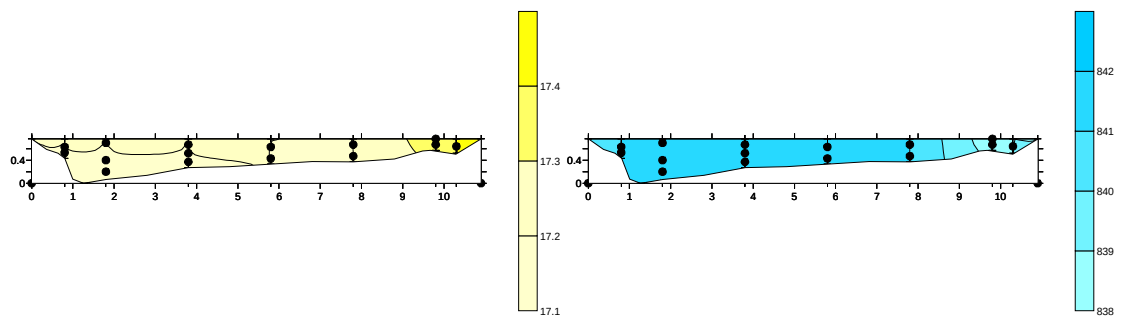


Abbildung 10-37 Temperatur und Leitfähigkeit in Siegersdorf am 15.06.2009

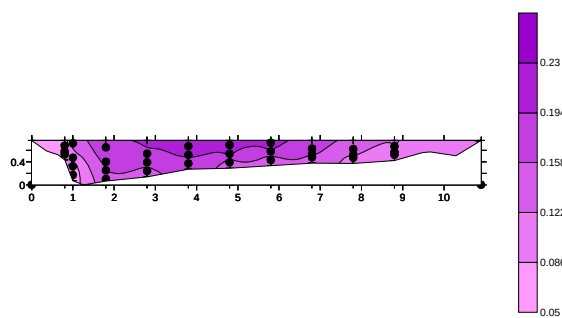


Abbildung 10-38 Fließgeschwindigkeit in Siegersdorf am 15.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Sieghartskirchen

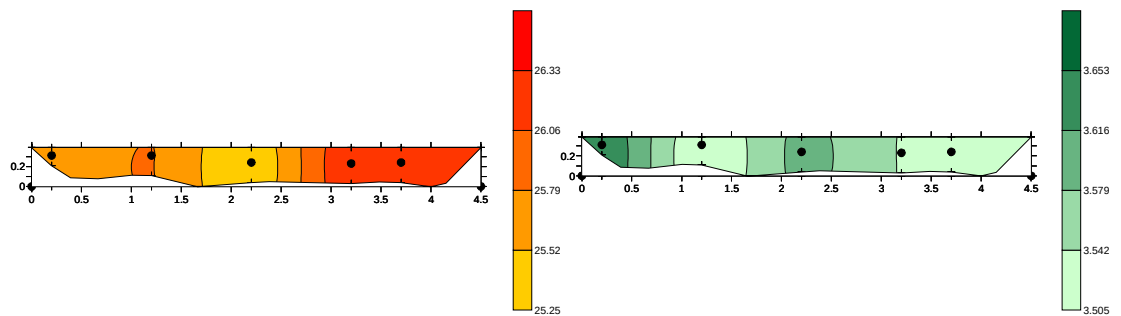


Abbildung 10-39 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Sieghartskirchen am 26.05.2009

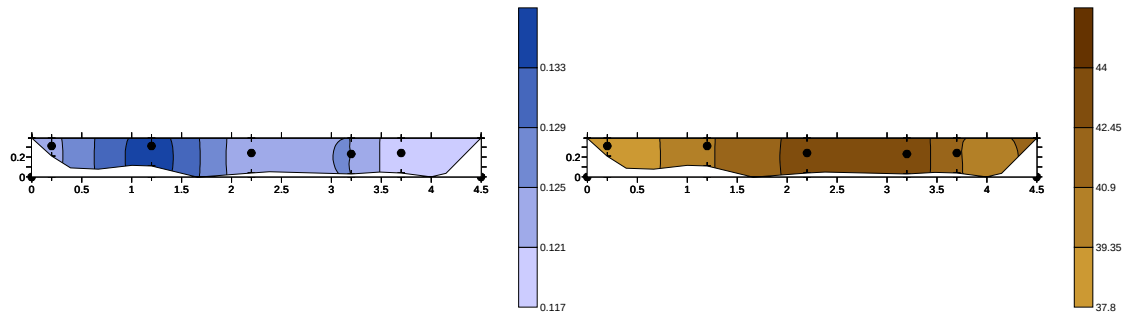


Abbildung 10-40 Gesamtphosphor-und Schwebstoff- Konzentrationen in Sieghartskirchen am 26.05.2009

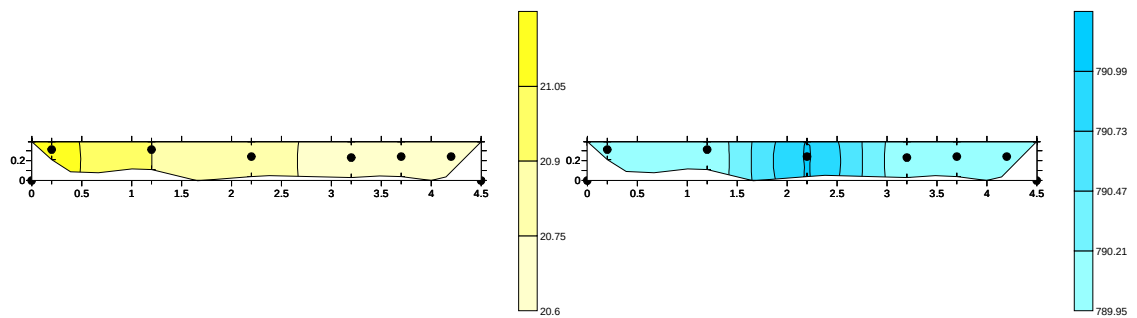


Abbildung 10-41 Leitfähigkeit und Leitfähigkeit in Sieghartskirchen am 26.05.2009

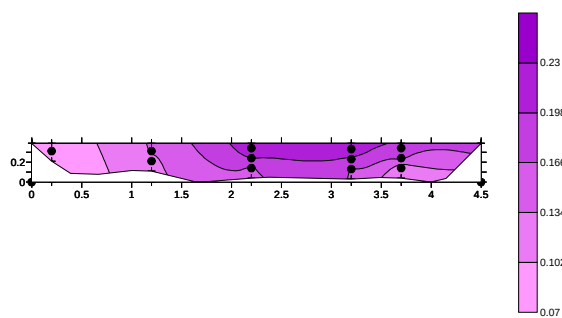


Abbildung 10-42 Fließgeschwindigkeit in Sieghartskirchen am 26.05.2009

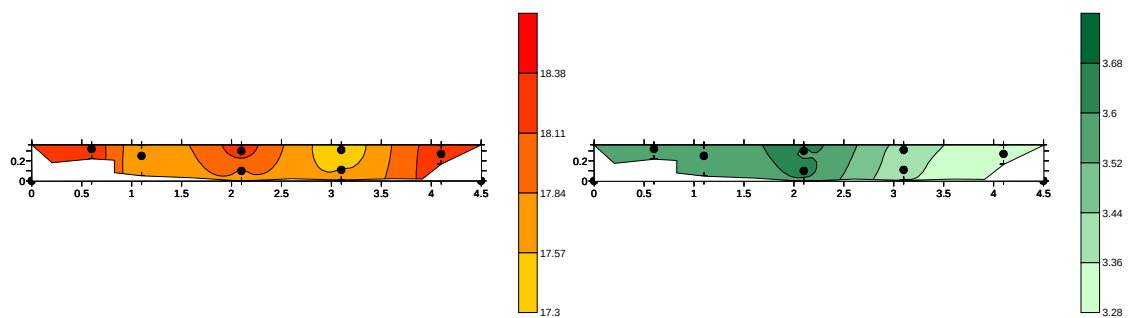


Abbildung 10-43 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Sieghartskirchen am 15.06.2009

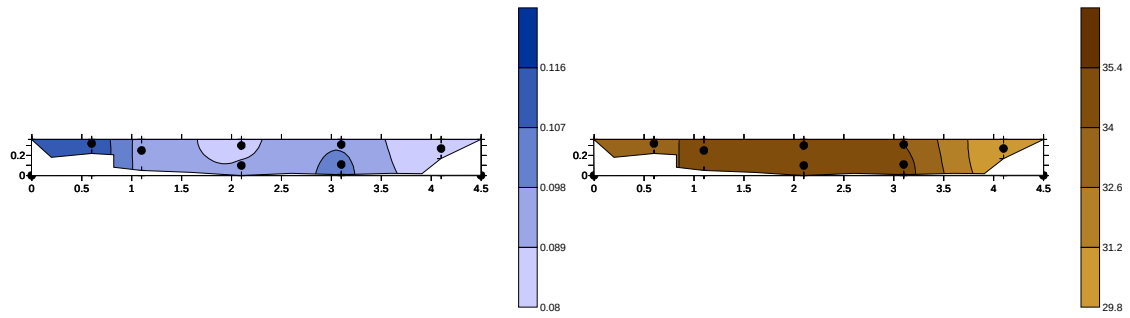


Abbildung 10-44 Gesamtphosphor-und Schwebstoff- Konzentrationen in Sieghartskirchen am 15.06.2009

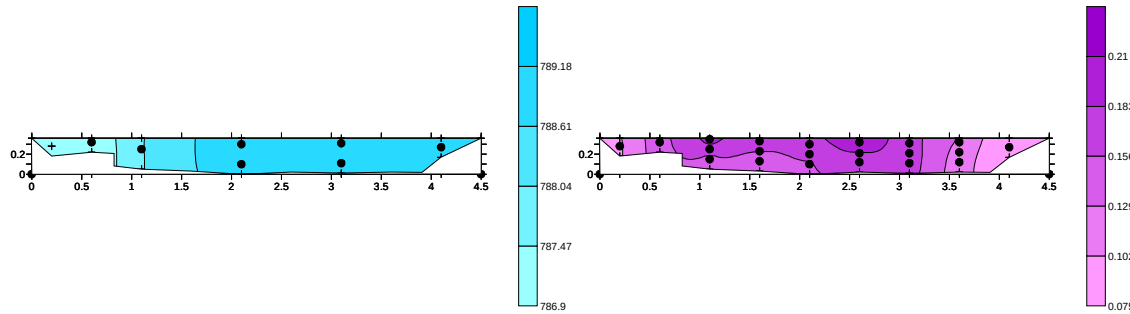


Abbildung 10-45 Leitfähigkeit und Fließgeschwindigkeit in Sieghartskirchen am 15.06.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Obermallebarn

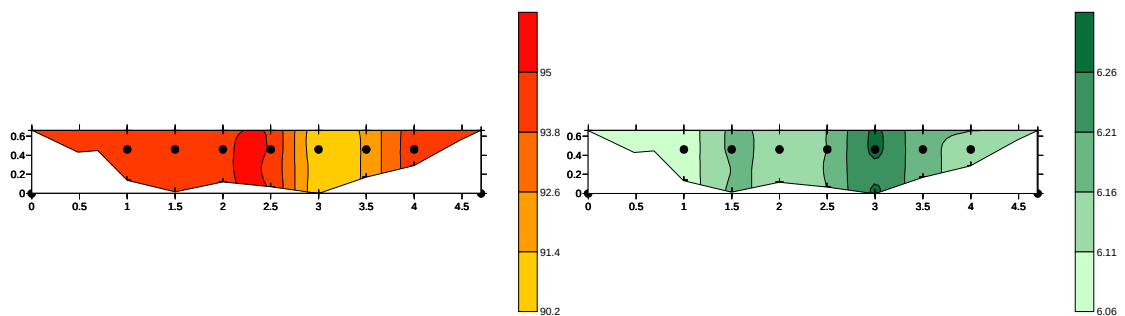


Abbildung 10-46 Chlorid- Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Obermallebarn am 28.05.2009

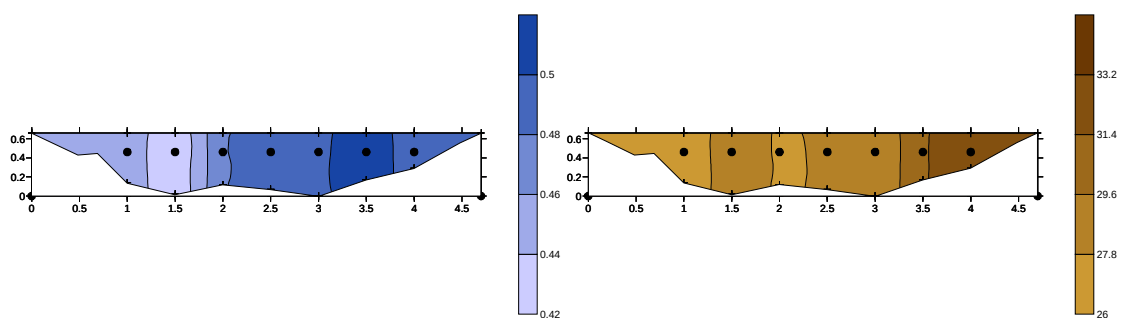


Abbildung 10-47 Gesamtphosphor-und Schwebstoff- Konzentrationen in Obermallebarn am 28.05.2009

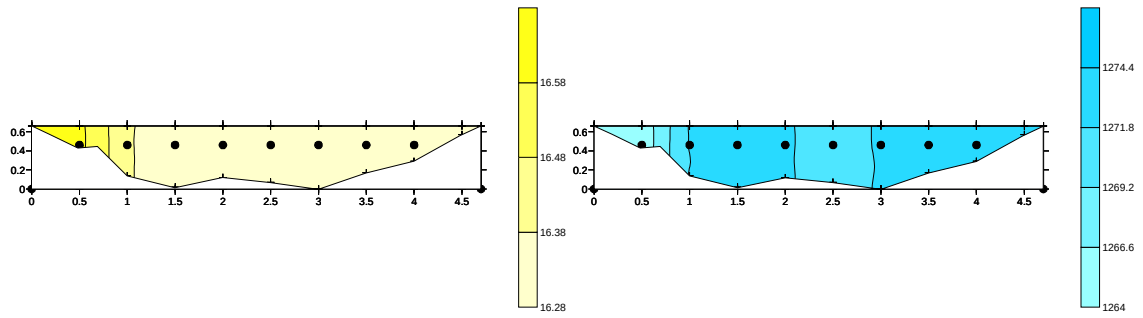


Abbildung 10-48 Temperatur und Leitfähigkeit in Obermallebarn am 28.05.2009

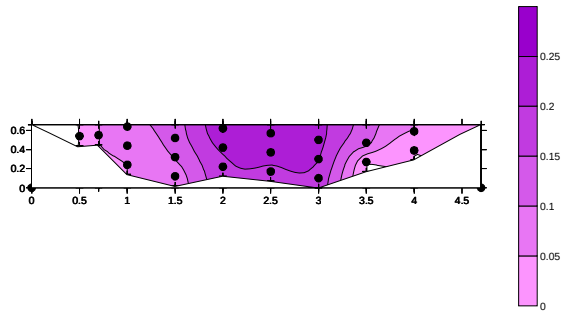


Abbildung 10-49 Fließgeschwindigkeit in Obermallebarn am 28.05.2009

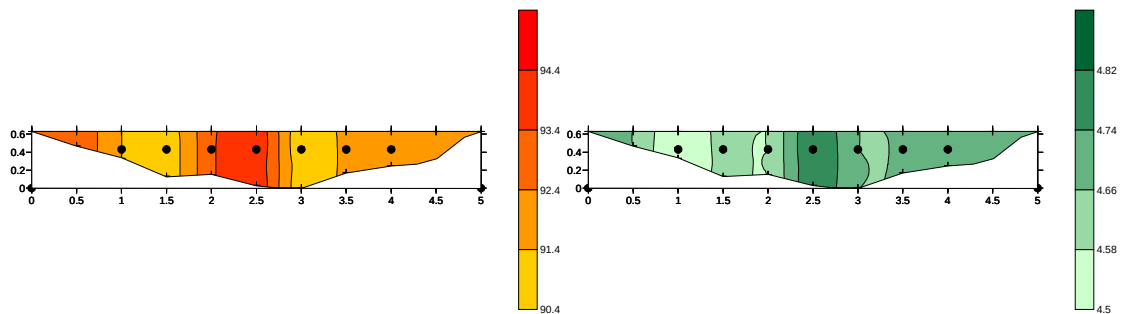


Abbildung 10-50 Chlorid- Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Obermallebarn am 09.08.2009

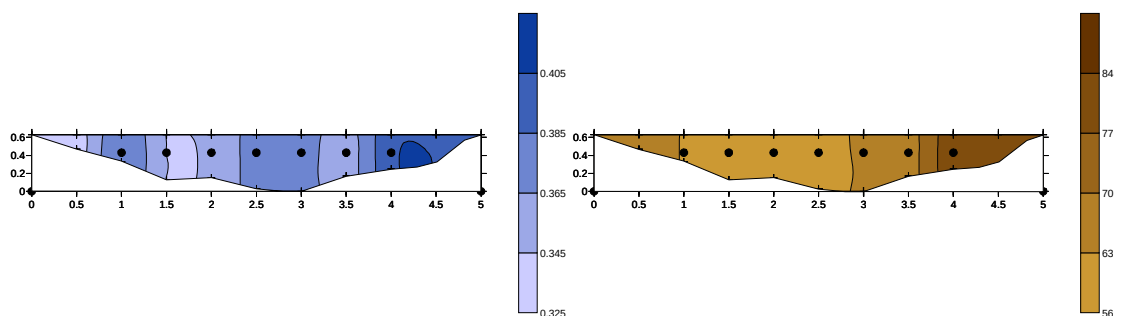


Abbildung 10-51 Gesamtphosphor-und Schwebstoff- Konzentrationen in Obermallebarn am 09.08.2009

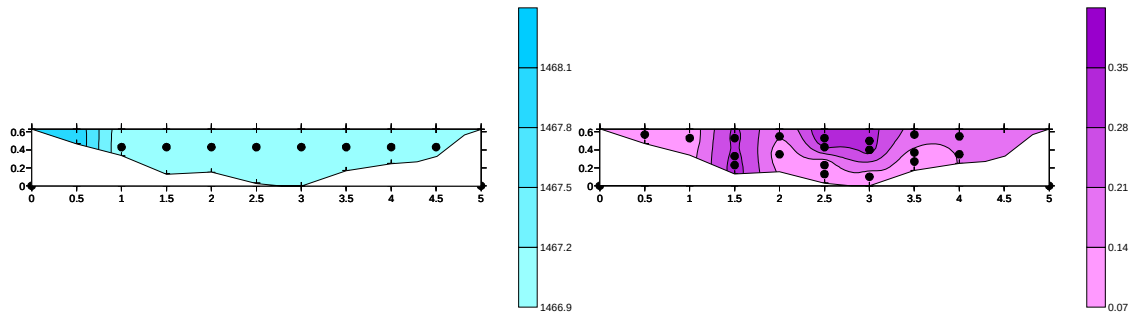


Abbildung 10-52 Leitfähigkeit und Fließgeschwindigkeit in Obermallebarn am 09.08.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Hollenstein

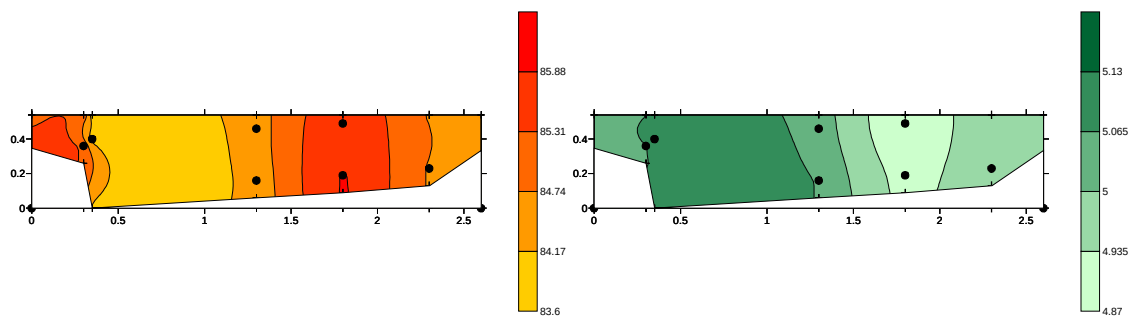


Abbildung 10-53 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Hollenstein am 28.05.2009

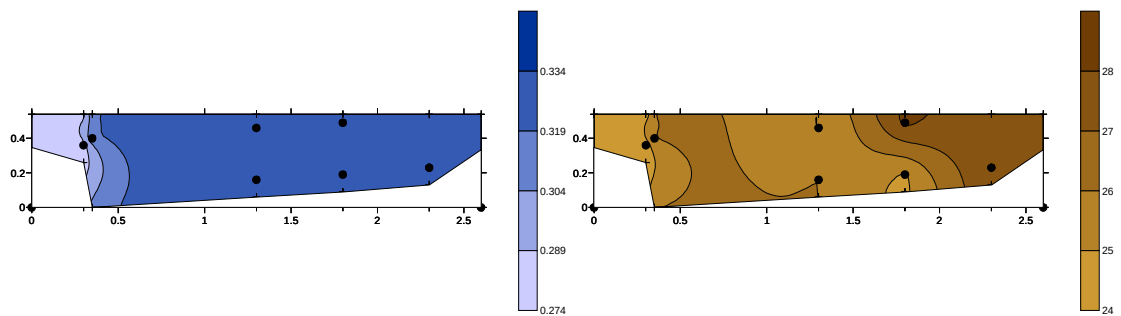


Abbildung 10-54 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Hollenstein am 28.05.2009

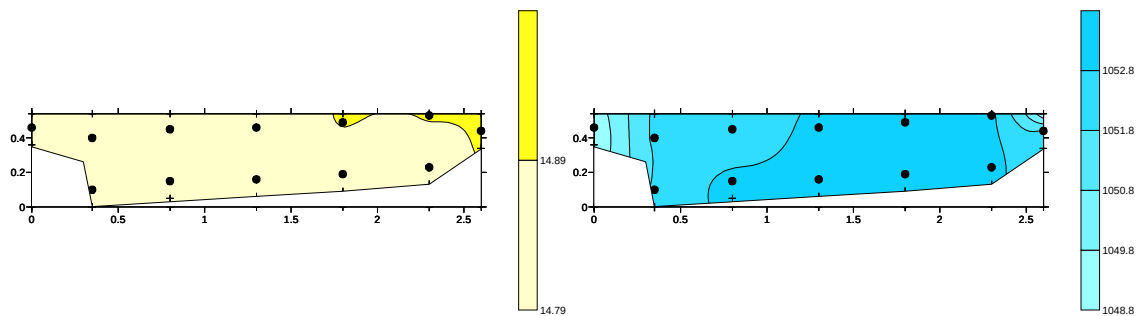


Abbildung 10-55 Temperatur und Leitfähigkeit in Hollenstein am 28.05.2009

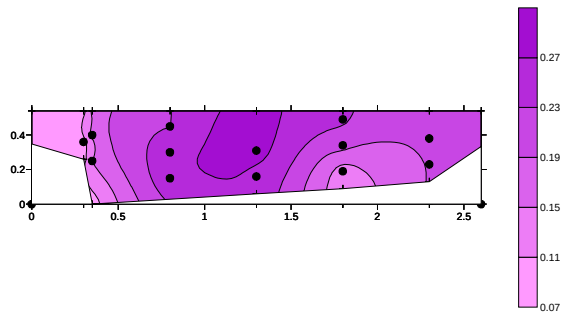


Abbildung 10-56 Fließgeschwindigkeit in Hollenstein am 28.05.2009

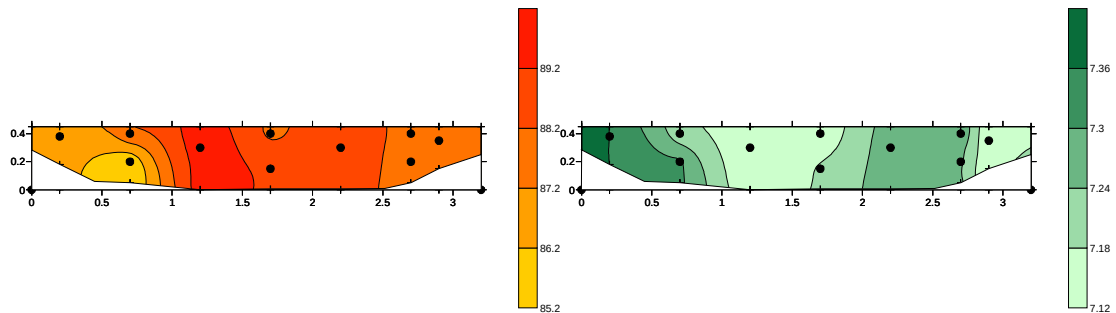


Abbildung 10-57 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Hollenstein am 09.08.2009

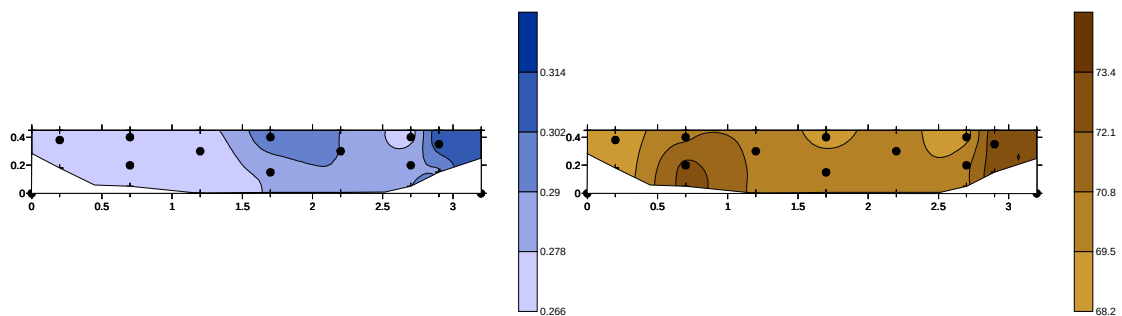


Abbildung 10-58 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Hollenstein am 09.08.2009

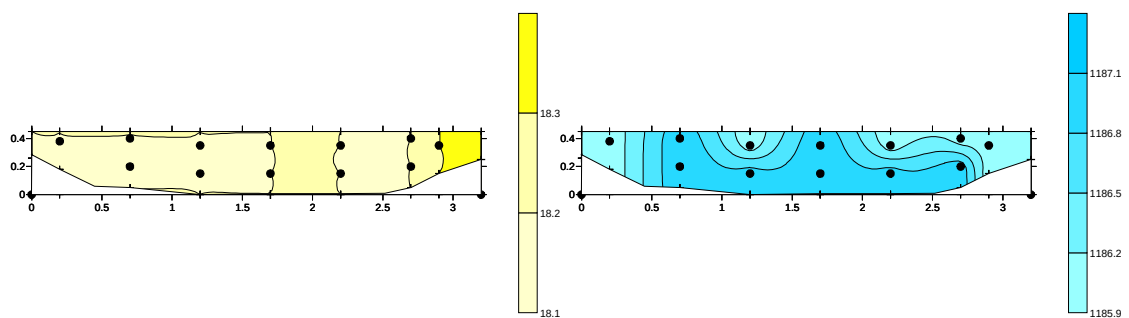


Abbildung 10-59 Temperatur und Leitfähigkeit in Hollenstein am 09.08.2009

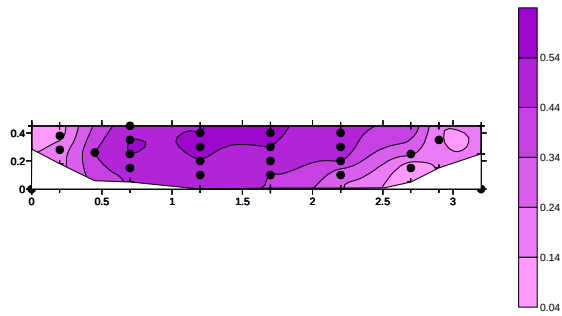


Abbildung 10-60 Fließgeschwindigkeit in Hollenstein am 09.08.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Absdorf

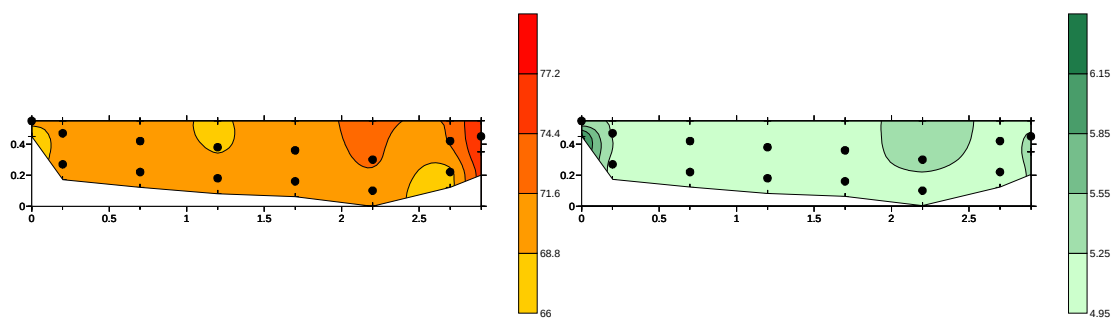


Abbildung 10-61 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Absdorf am 28.05.2009

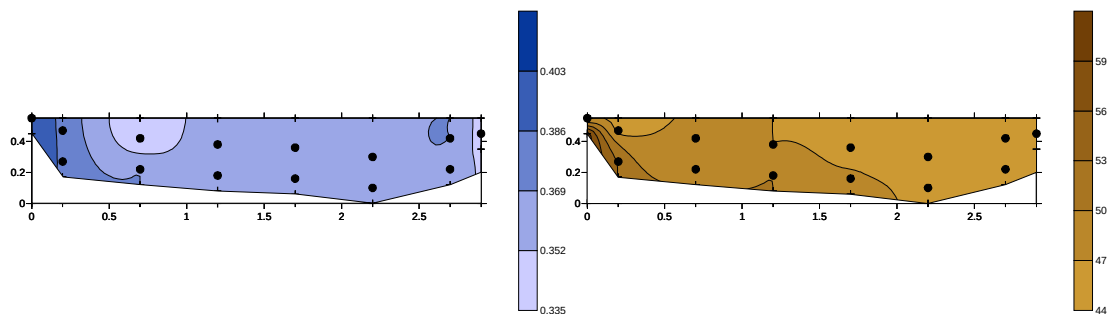


Abbildung 10-62 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Absdorf am 28.05.2009

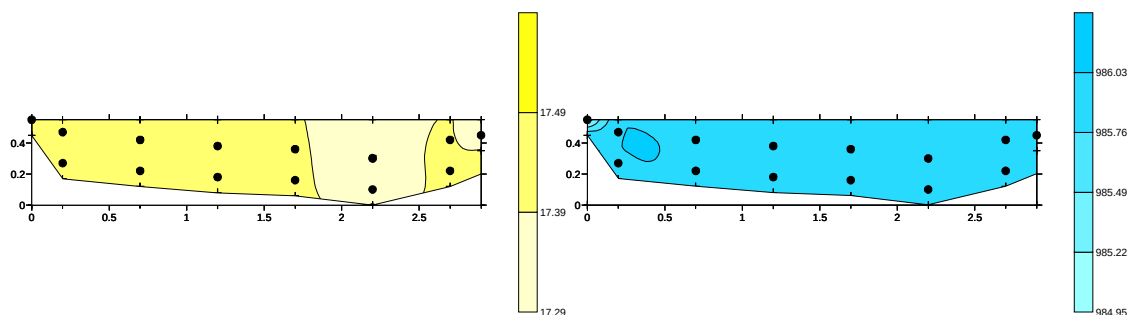


Abbildung 10-63 Temperatur und Leitfähigkeit in Absdorf am 28.05.2009

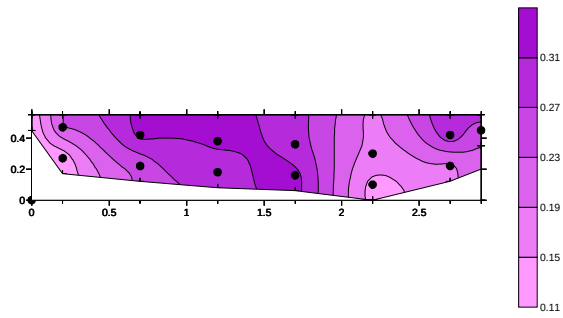


Abbildung 10-64 Fließgeschwindigkeit in Absdorf am 28.05.2009

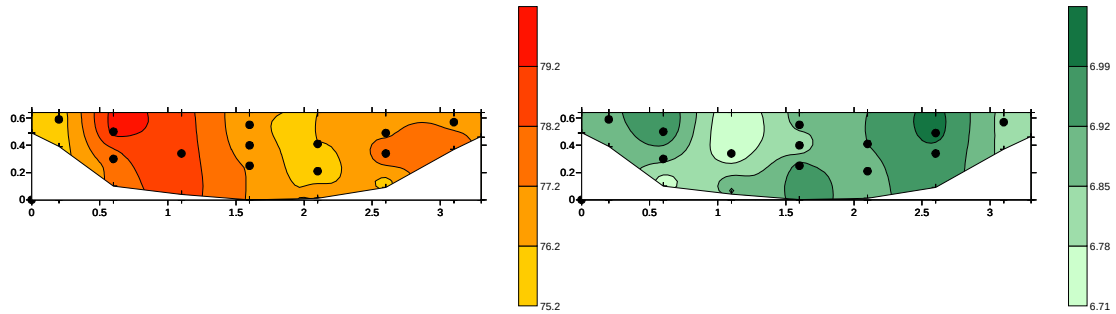


Abbildung 10-65 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Absdorf am 09.08.2009

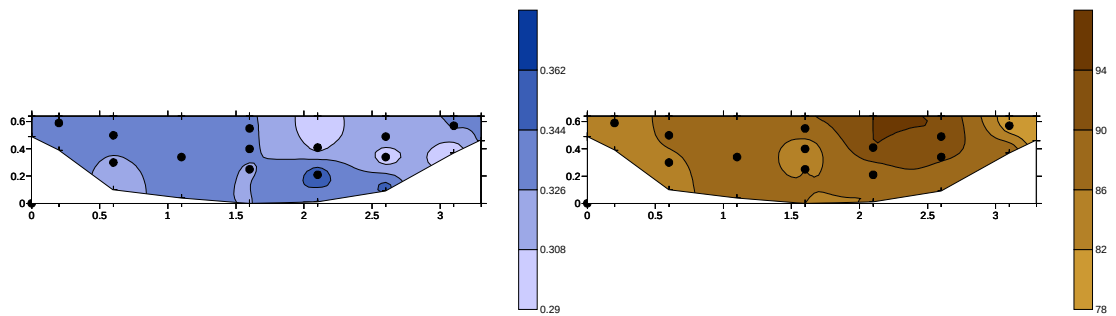


Abbildung 10-66 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Absdorf am 09.08.2009

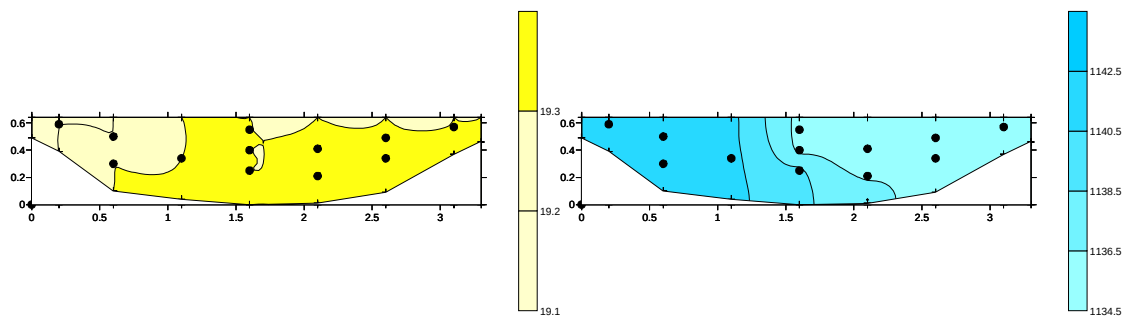


Abbildung 10-67 Temperatur und Leitfähigkeit in Absdorf am 09.08.2009

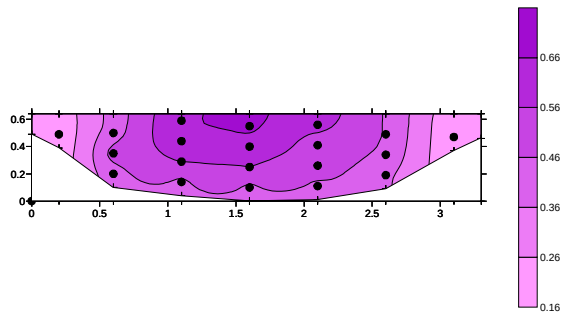


Abbildung 10-68 Fließgeschwindigkeit in Absdorf am 09.08.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt an der Cholerakapelle

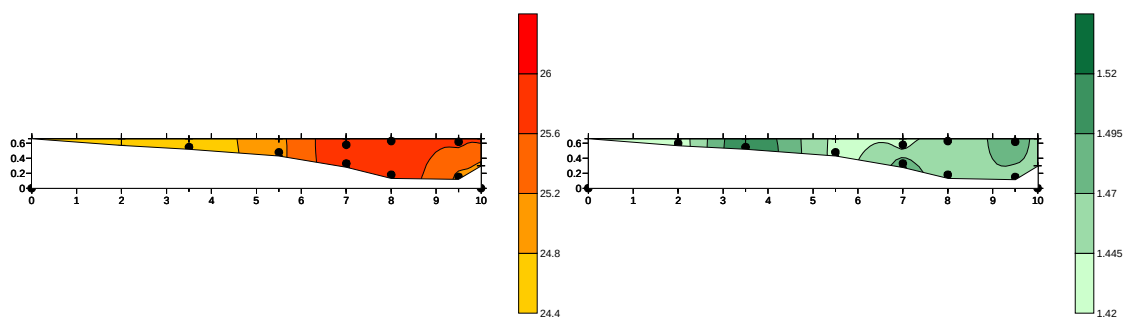


Abbildung 10-69 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen an der Cholerakapelle am 04.06.2009

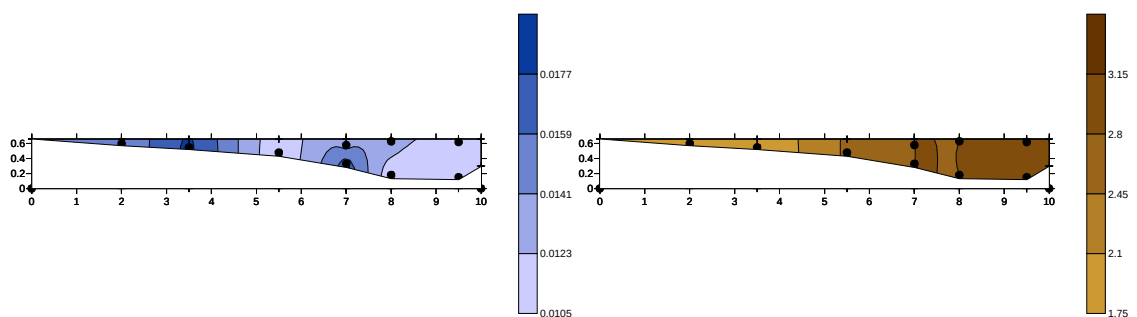


Abbildung 10-70 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen an der Cholerakapelle am 04.06.2009

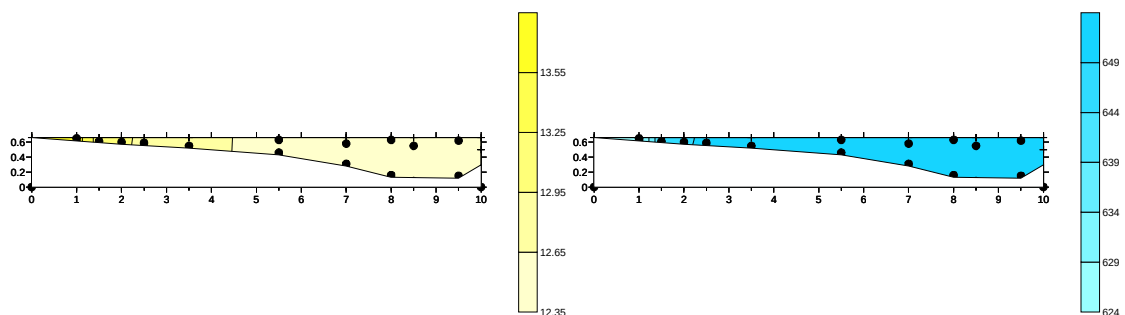


Abbildung 10-71 Temperatur und Leitfähigkeit an der Cholerakapelle am 04.06.2009

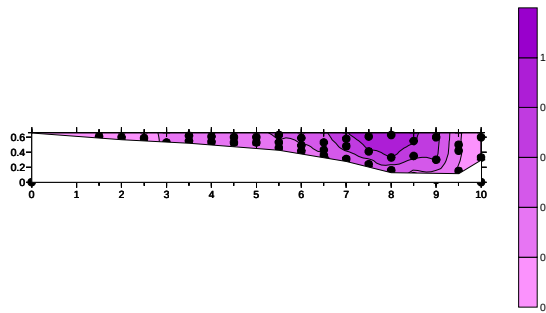


Abbildung 10-72 Fließgeschwindigkeit an der Cholera Kapelle am 04.06.2009

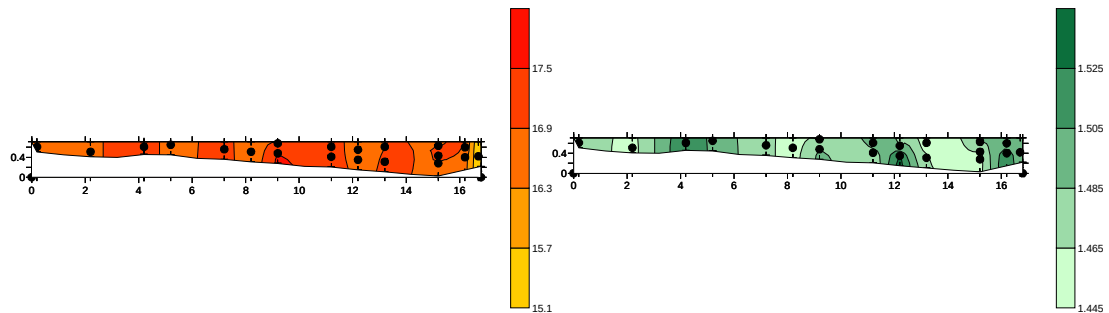


Abbildung 10-73 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen an der Cholera Kapelle am 01.07.2009

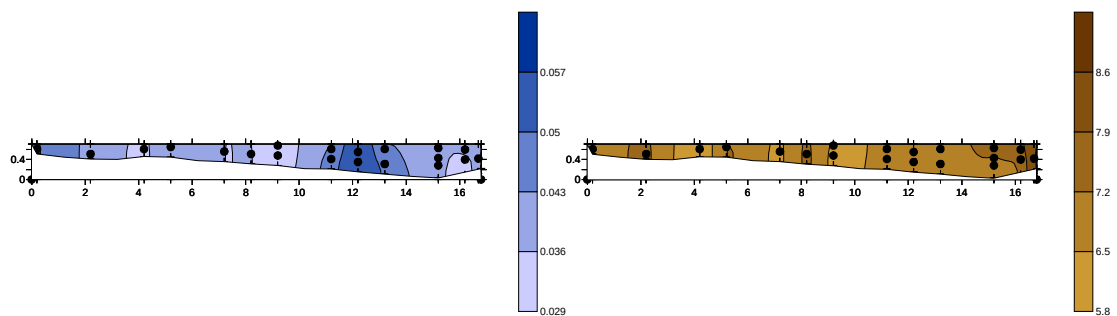


Abbildung 10-74 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen an der Cholera Kapelle am 01.07.2009

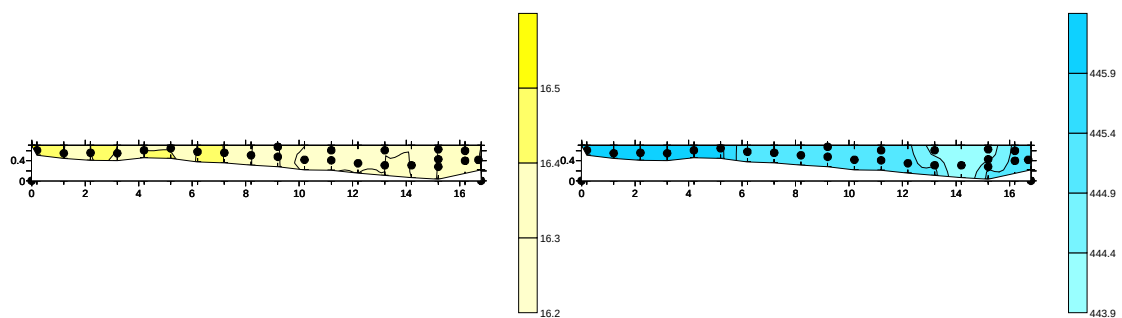


Abbildung 10-75 Temperatur und Leitfähigkeit an der Cholera Kapelle am 01.07.2009

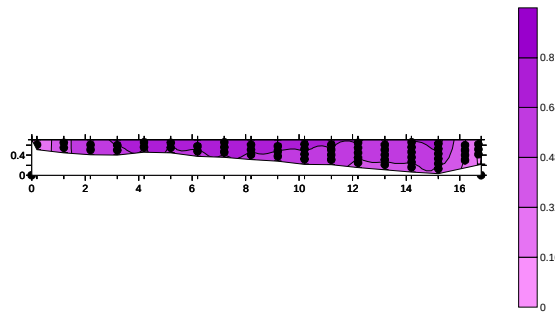


Abbildung 10-76 Fließgeschwindigkeit an der Cholera Kapelle am 01.07.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Tribuswinkel

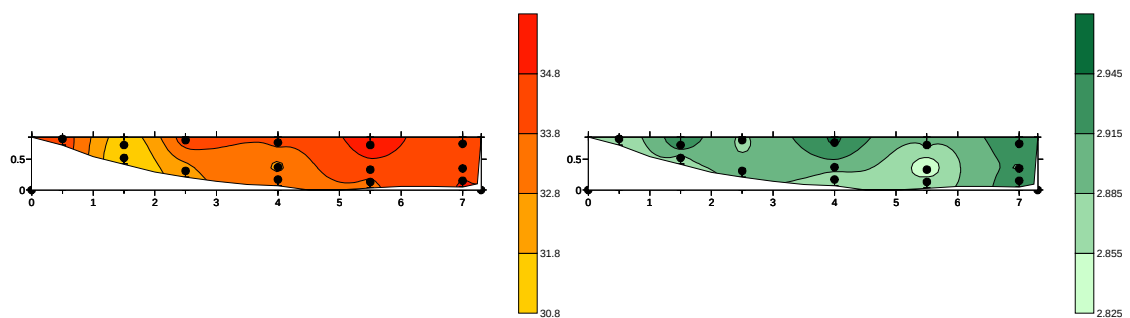


Abbildung 10-77 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Tribuswinkel am 04.06.2009

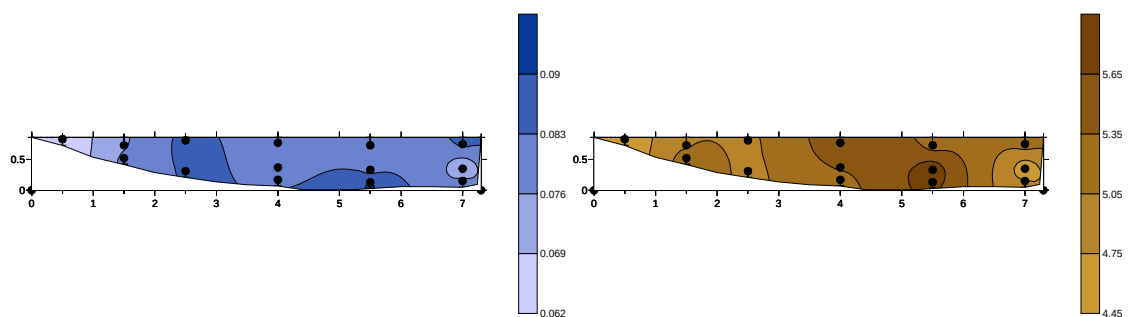


Abbildung 10-78 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Tribuswinkel am 04.06.2009

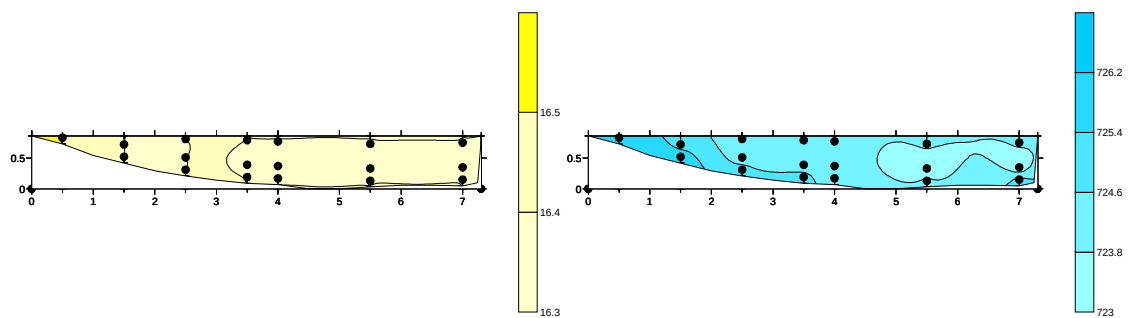


Abbildung 10-79 Temperatur und Leitfähigkeit in Tribuswinkel am 04.06.2009

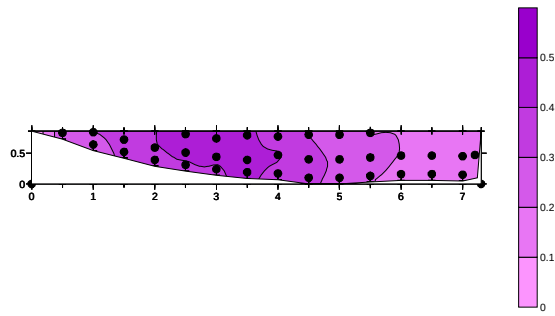


Abbildung 10-80 Fließgeschwindigkeit in Tribuswinkel am 04.06.2009

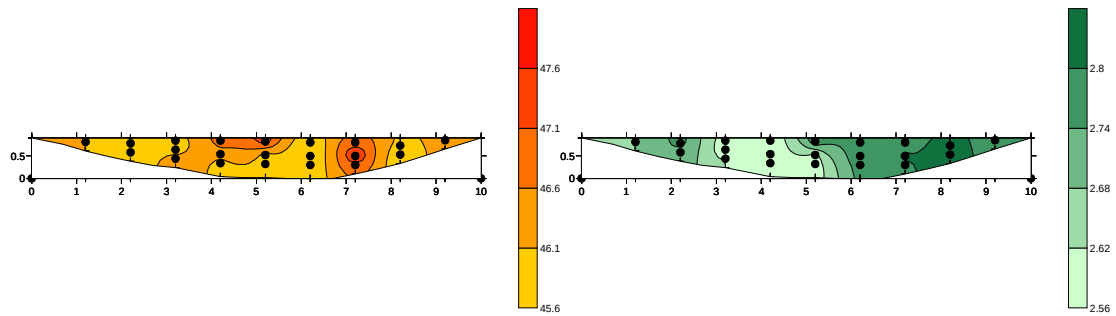


Abbildung 10-81 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Tribuswinkel am 16.08.2009

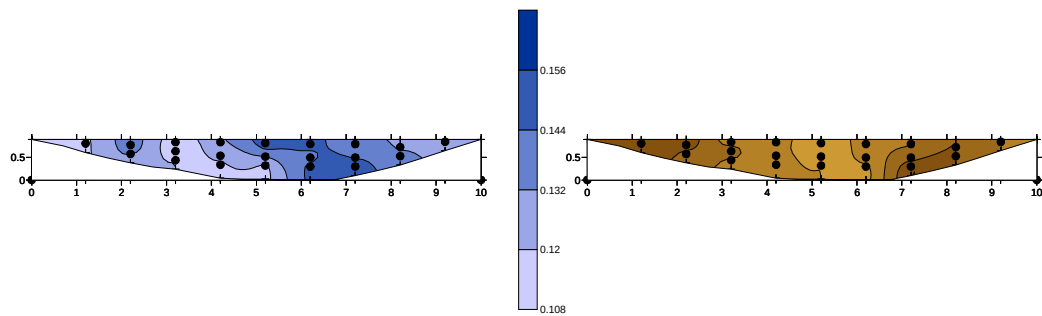


Abbildung 10-82 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Tribuswinkel am 16.08.2009

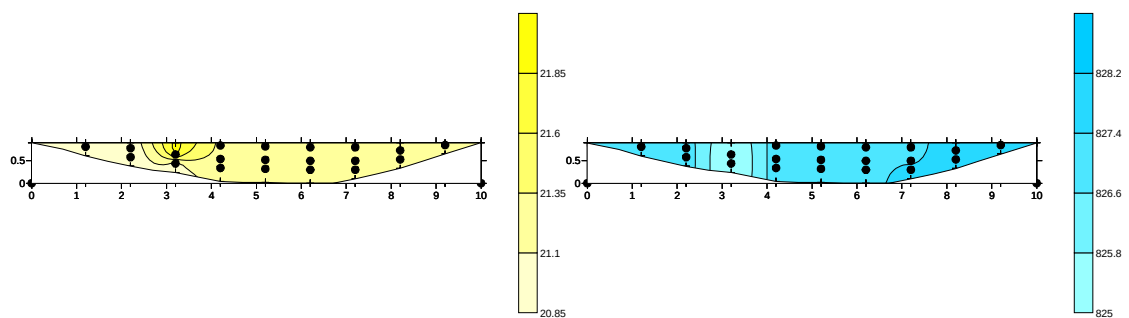


Abbildung 10-83 Temperatur und Leitfähigkeit in Tribuswinkel am 16.08.2009

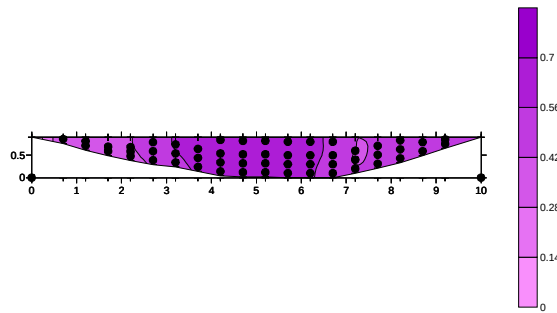


Abbildung 10-84 Fließgeschwindigkeit in Tribuswinkel am 16.08.2009

- Variabilität der Konzentrationen über den Querschnitt in Laxenburg

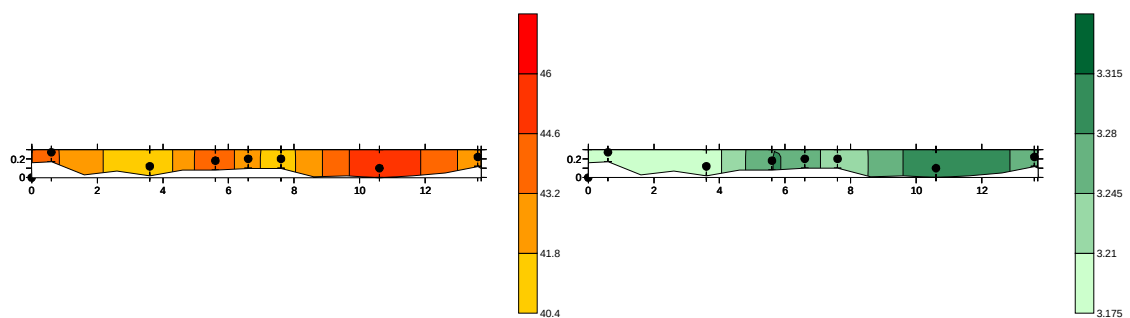


Abbildung 10-85 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Laxenburg am 04.06.2009

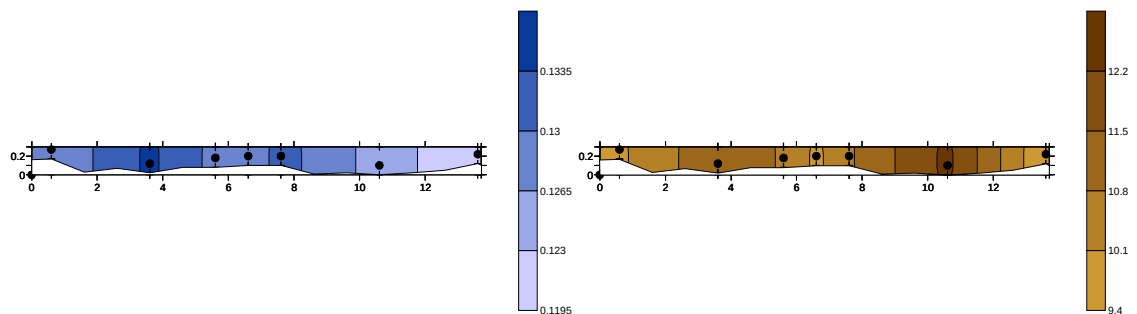


Abbildung 10-86 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Laxenburg am 04.06.2009

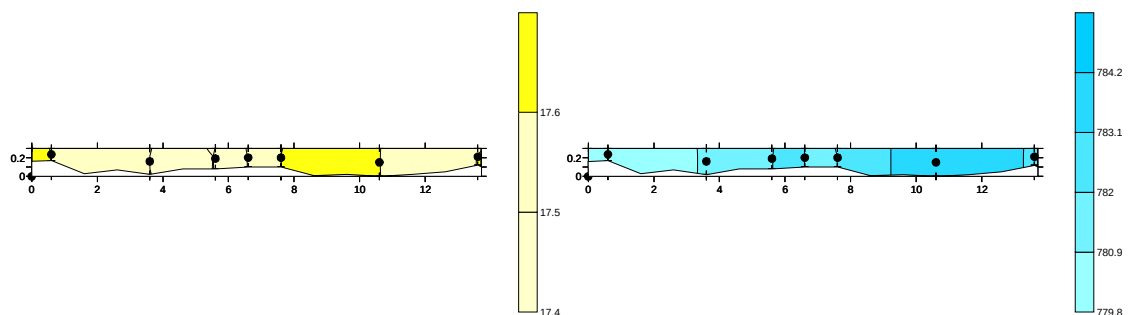


Abbildung 10-87 Temperatur und Leitfähigkeit in Laxenburg am 04.06.2009

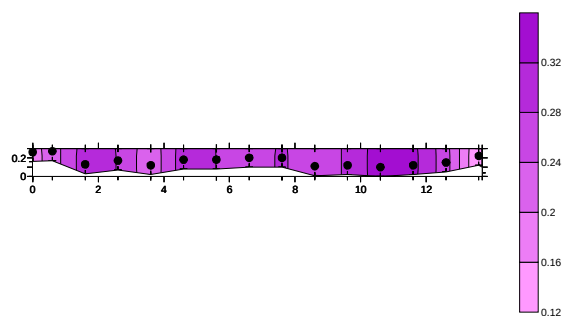


Abbildung 10-88 Fließgeschwindigkeit in Laxenburg am 04.06.2009

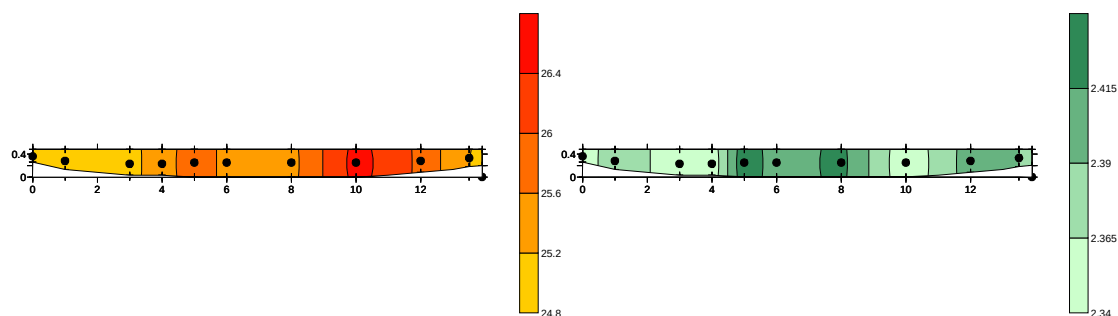


Abbildung 10-89 Chlorid- und Gesamtstickstoff- Konzentrationen in Laxenburg am 01.07.2009

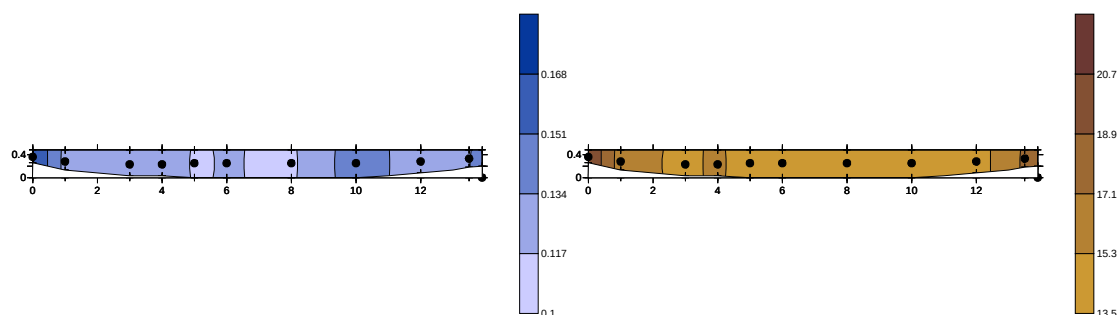


Abbildung 10-90 Gesamtphosphor- und Schwebstoff- Konzentrationen in Laxenburg am 01.07.2009

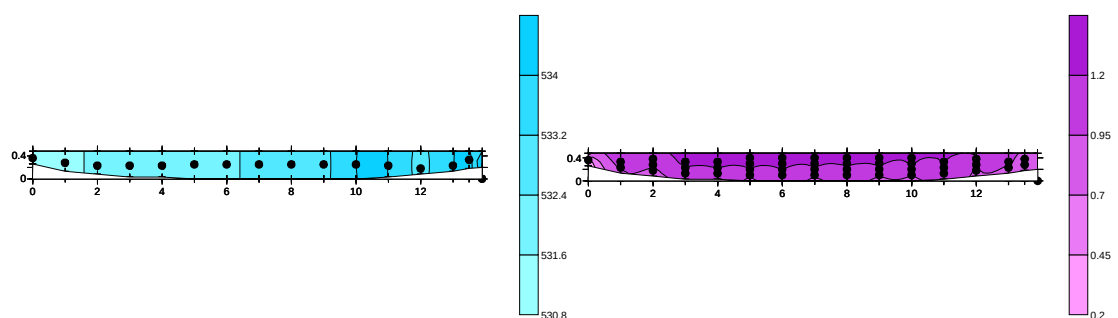


Abbildung 10-91 Leitfähigkeit und Fließgeschwindigkeit in Laxenburg am 01.07.2009

10.3 Korrelationen der einzelnen Parameter mit der Fließgeschwindigkeit

10.3.1 St. Aegy am Neuwalde

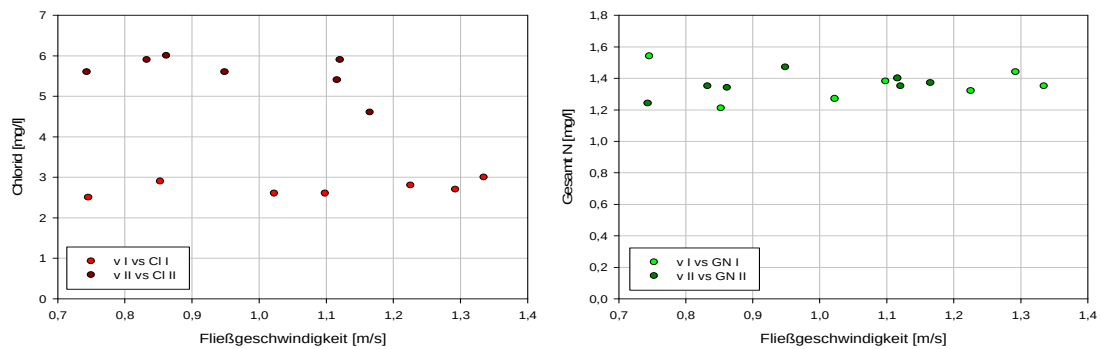


Abbildung 10-92 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in St. Aegy am Neuwalde

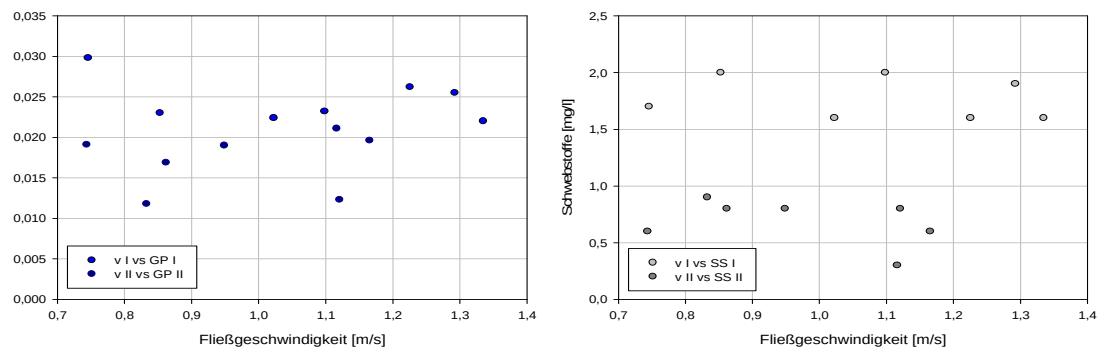


Abbildung 10-93 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in St. Aegy am Neuwalde

10.3.2 Hohenberg

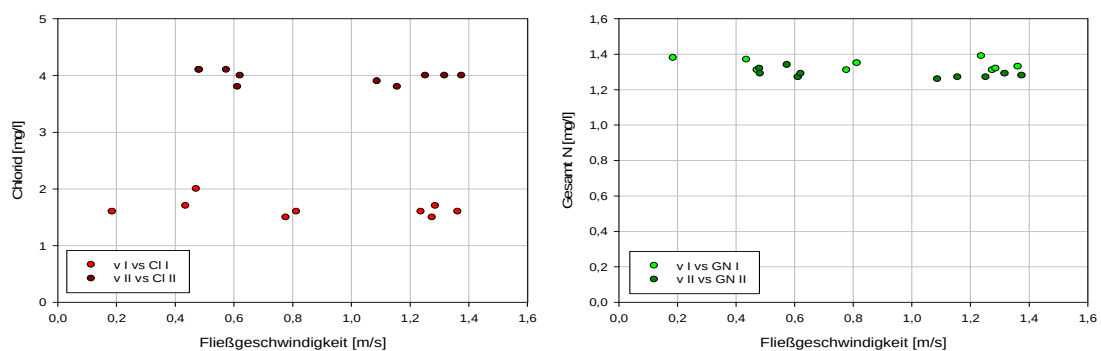


Abbildung 10-94 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Hohenberg

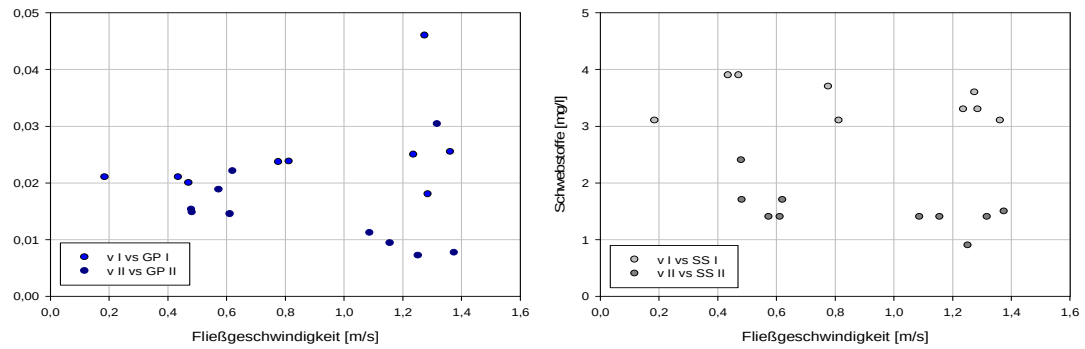


Abbildung 10-95 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Hohenberg

10.3.3 Leitsberg

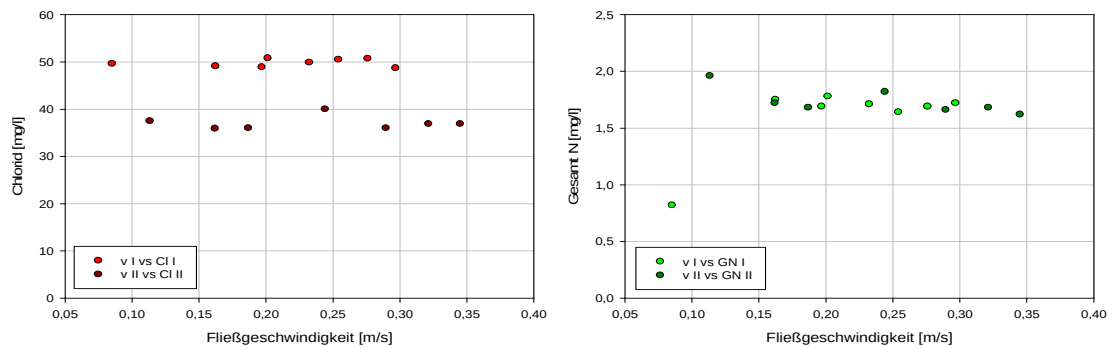


Abbildung 10-96 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Leitsberg

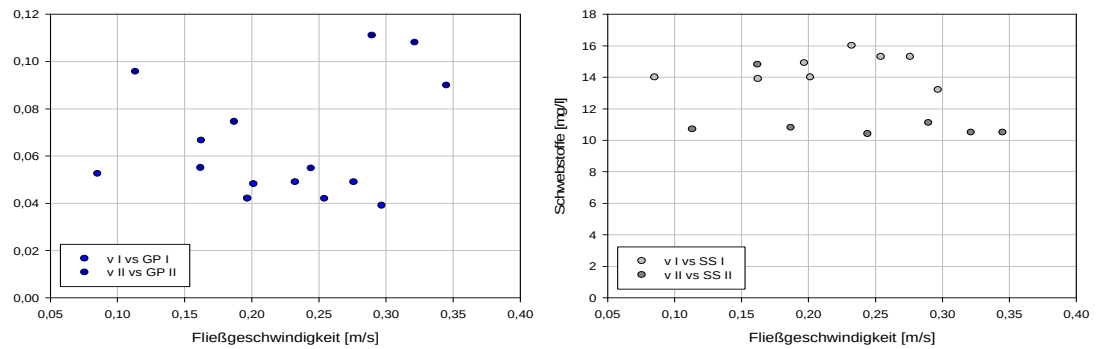


Abbildung 10-97 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Leitsberg

10.3.4 Cholerakapelle

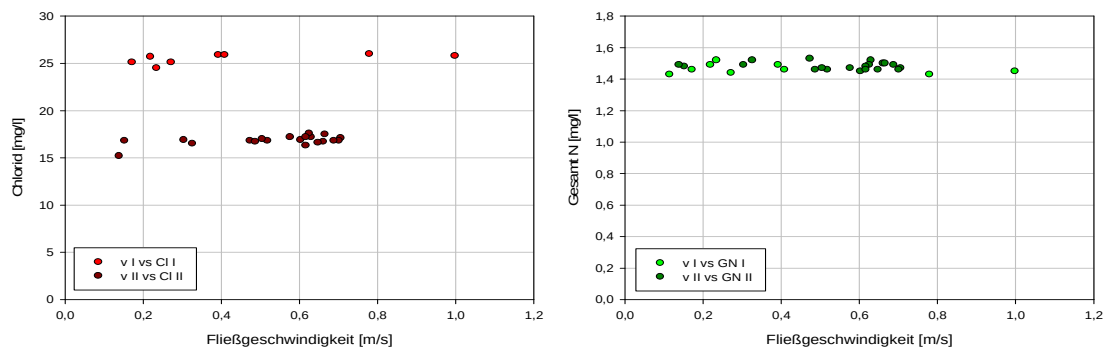


Abbildung 10-98 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten an der Cholerakapelle

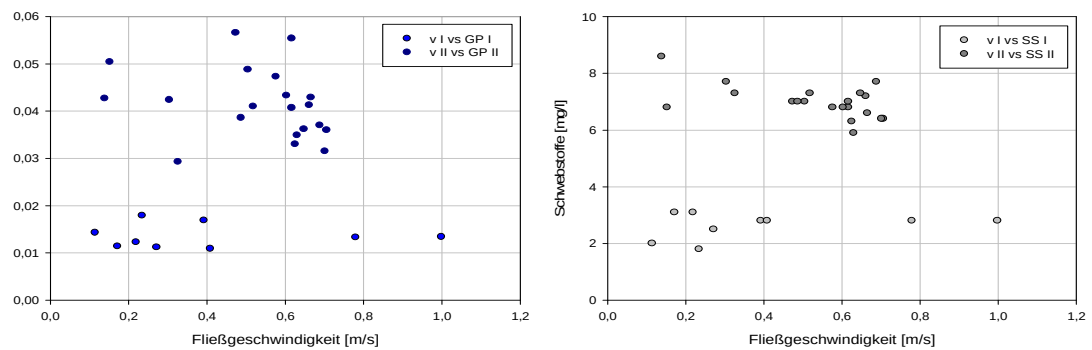


Abbildung 10-99 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten an der Cholerakapelle

10.3.5 St. Veit an der Gölsen

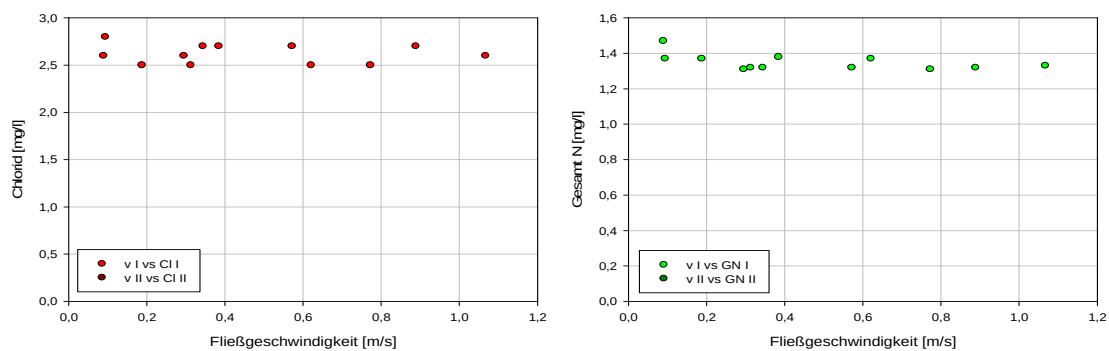


Abbildung 10-100 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in St. Veit an der Gölsen

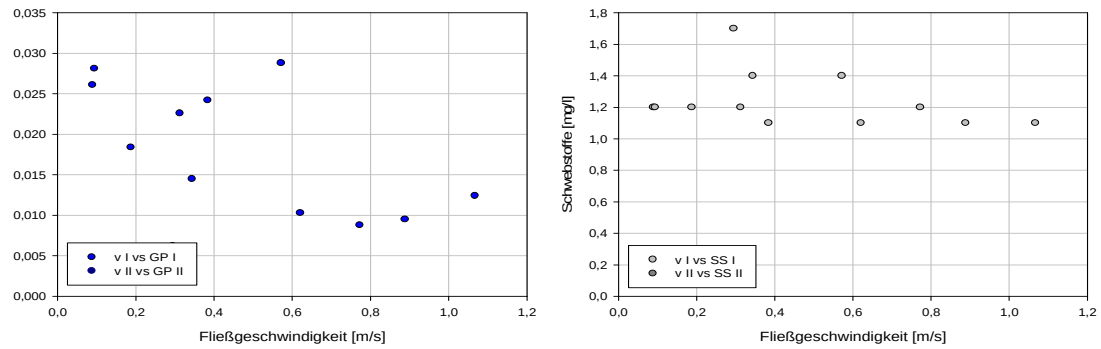


Abbildung 10-101 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in St. Veit an der Gölsen

Gölsen

10.3.6 Tribuswinkel

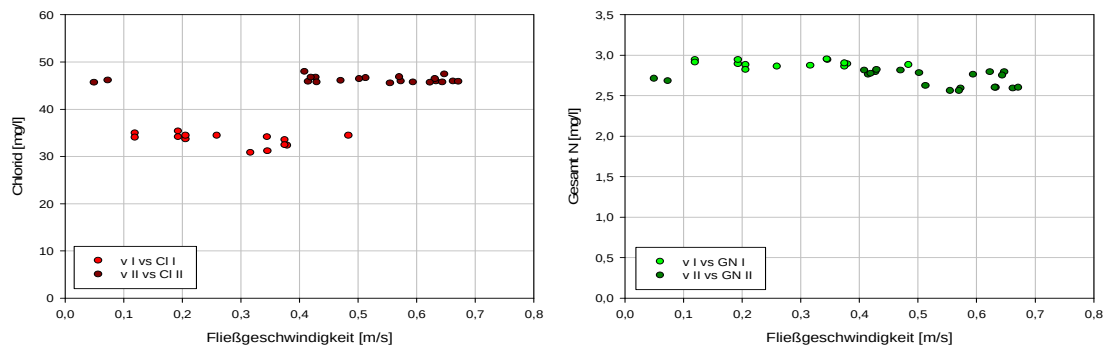


Abbildung 10-102 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Tribuswinkel

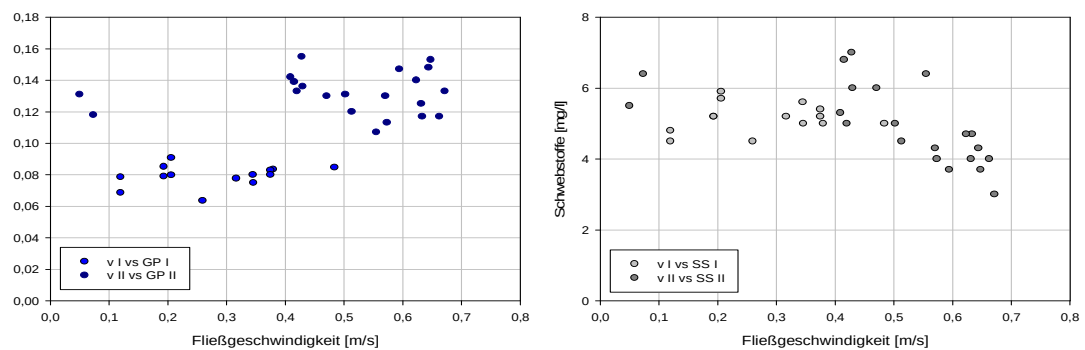


Abbildung 10-103 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Tribuswinkel

10.3.7 Sieghartskirchen

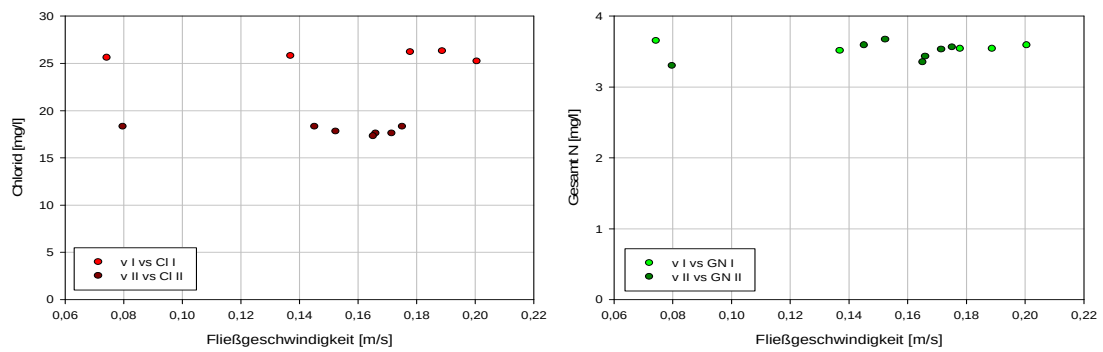


Abbildung 10-104 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Sieghartskirchen

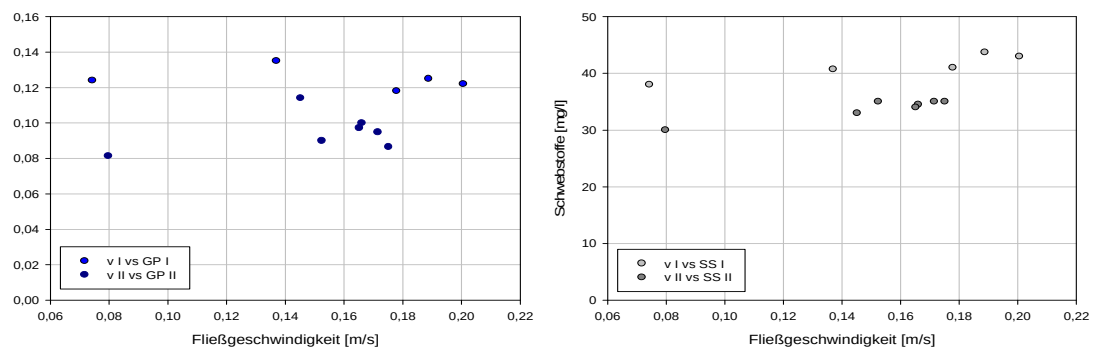


Abbildung 10-105 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Sieghartskirchen

10.3.8 Laxenburg

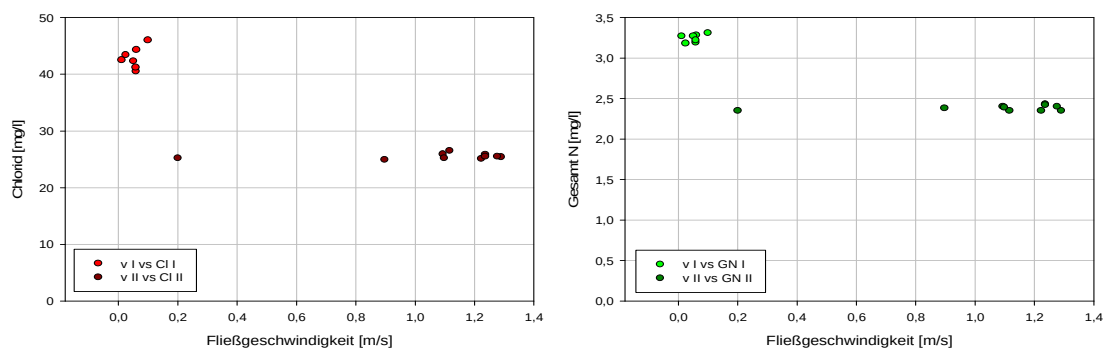


Abbildung 10-106 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Laxenburg

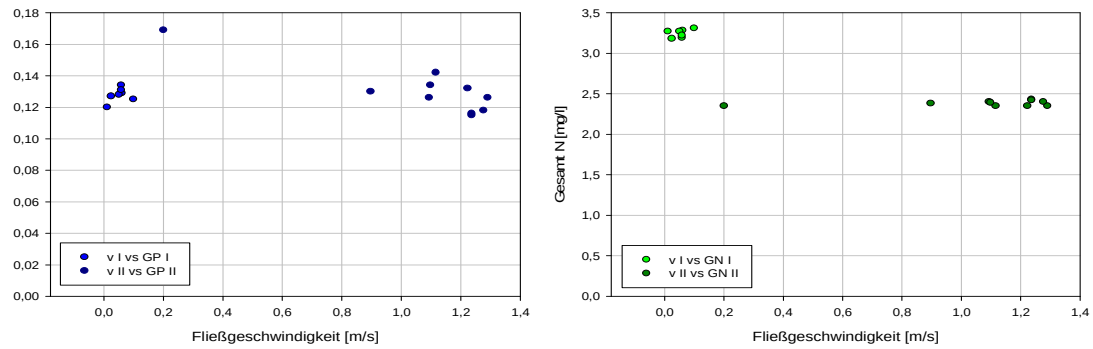


Abbildung 10-107 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Laxenburg

10.3.9 Siegersdorf

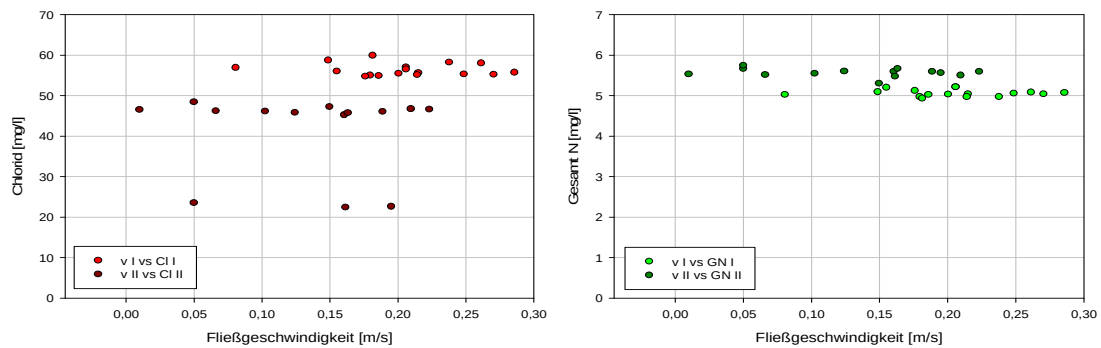


Abbildung 10-108 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Siegersdorf

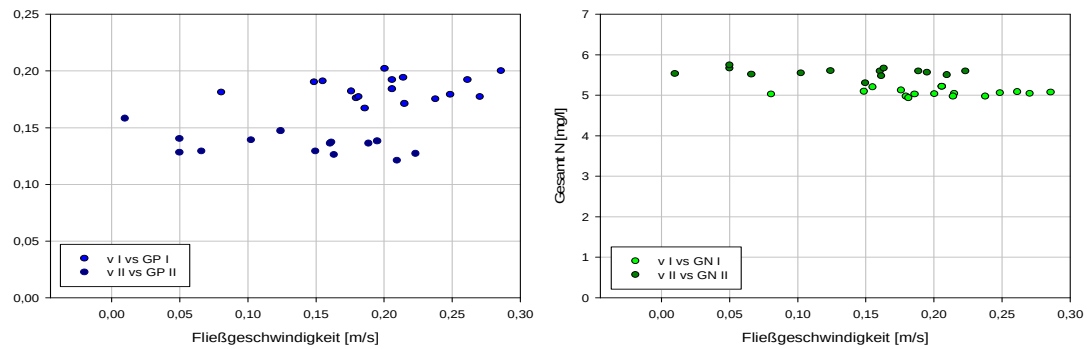


Abbildung 10-109 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Siegersdorf

10.3.10 Hollenstein

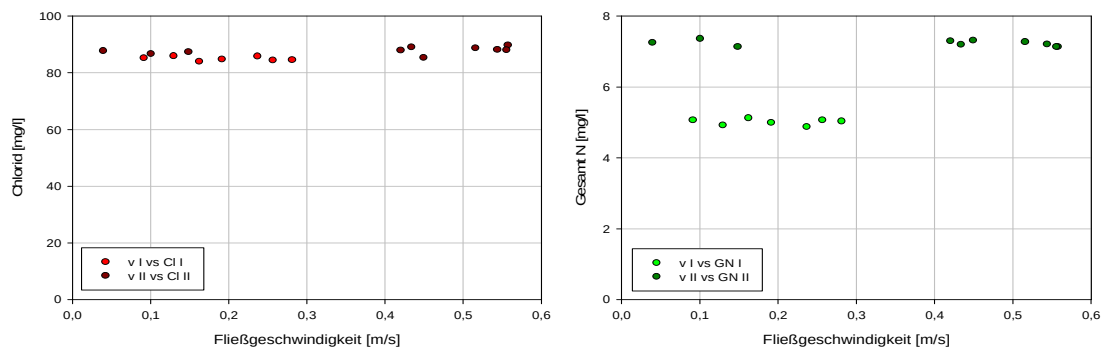


Abbildung 10-110 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Hollenstein

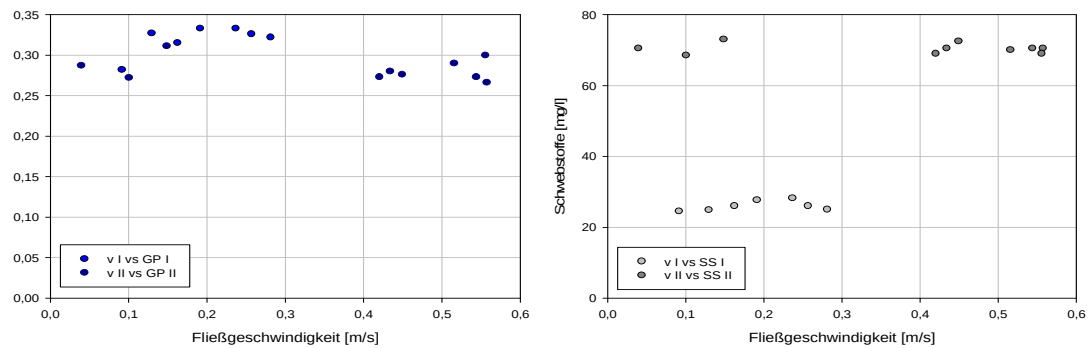


Abbildung 10-111 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Hollenstein

10.3.11 Absdorf

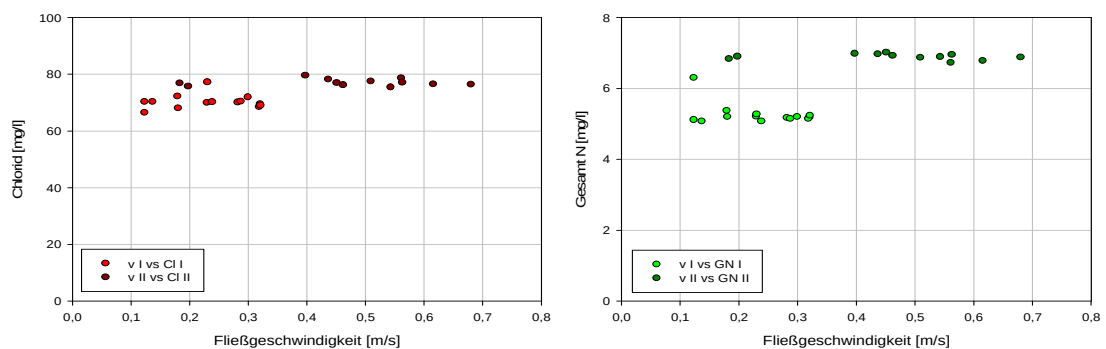


Abbildung 10-112 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Absdorf

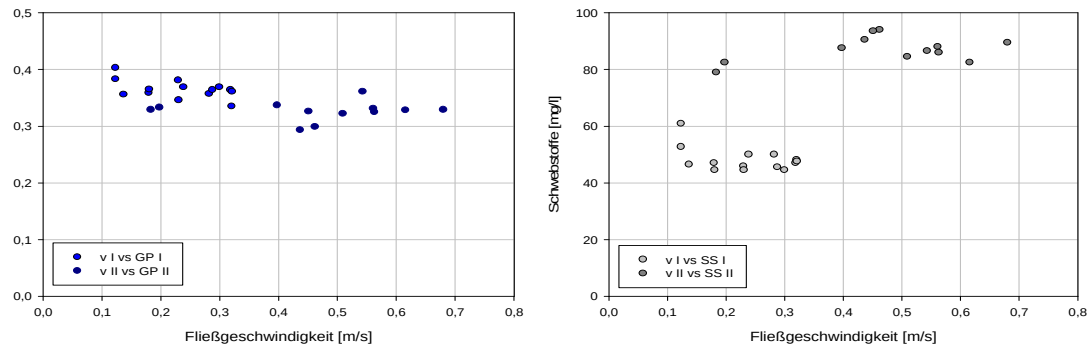


Abbildung 10-113 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Absdorf

10.3.12 Obermallebarn

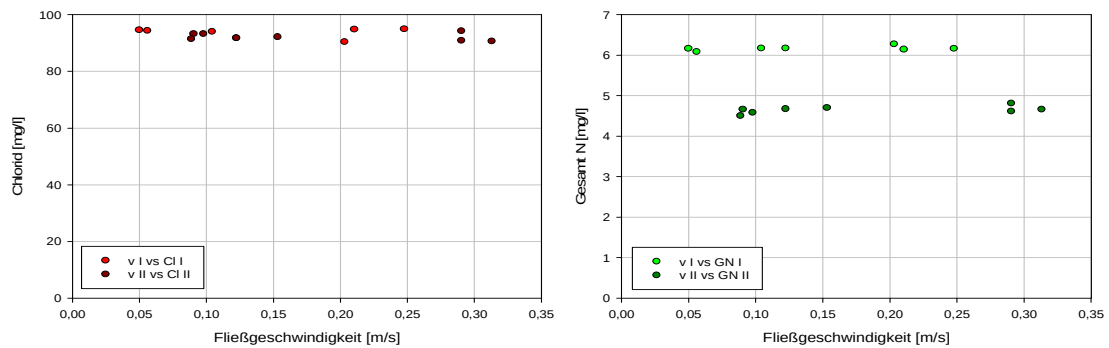


Abbildung 10-114 Korrelation zwischen Chlorid- bzw. Gesamtstickstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Obermallebarn

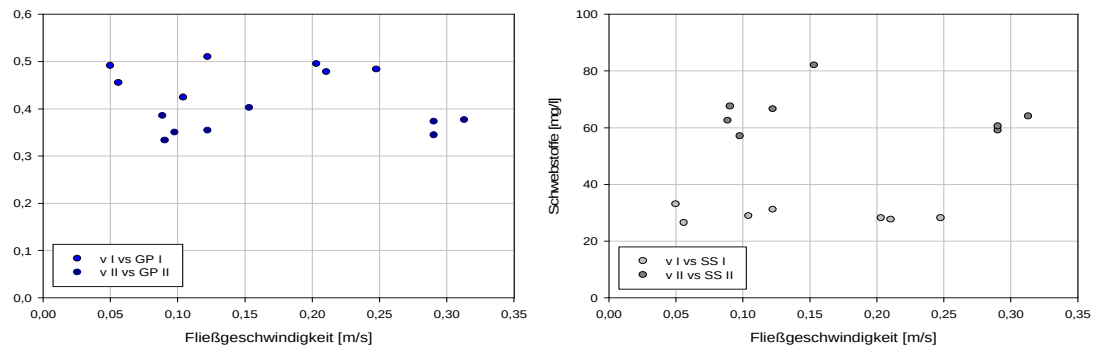


Abbildung 10-115 Korrelation zwischen Gesamtphosphor- bzw. Schwebstoffkonzentrationen und Fließgeschwindigkeiten in Obermallebarn

10.4 Querprofilbeiwert

St. Aegyd am Neuwalde

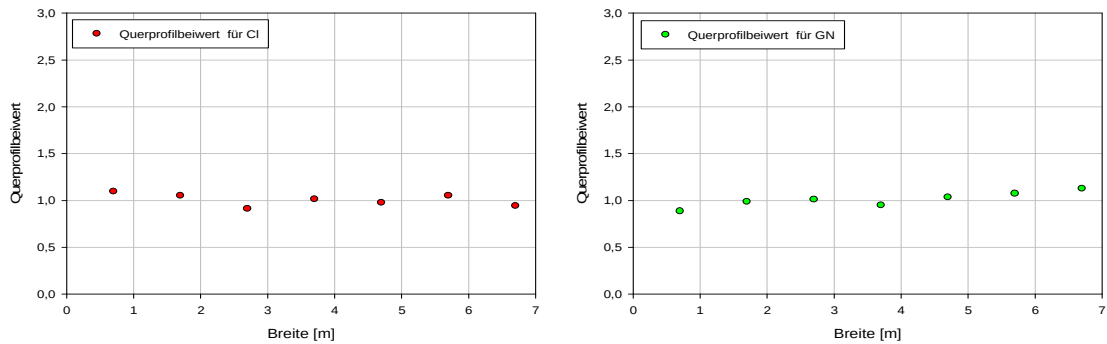


Abbildung 10-116 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in St. Aegyd am Neuwalde am 14.05.2009

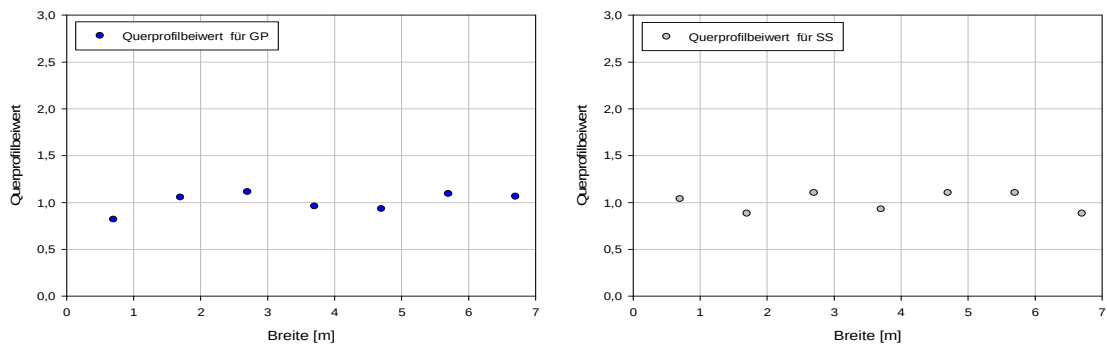


Abbildung 10-117 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in St. Aegyd am Neuwalde am 14.05.2009

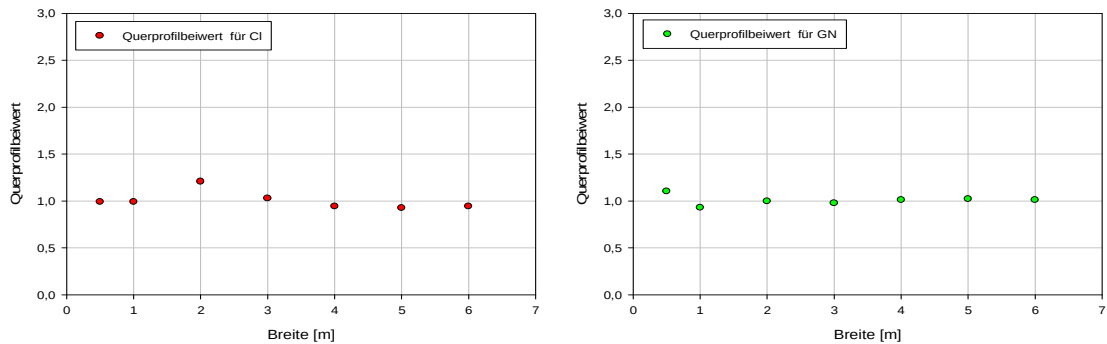


Abbildung 10-118 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

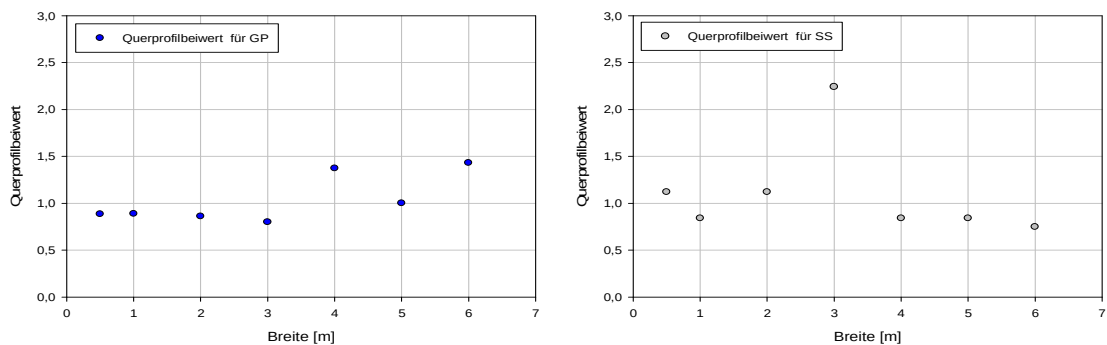


Abbildung 10-119 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in St. Aegyd am Neuwalde am 18.06.2009

Hohenberg

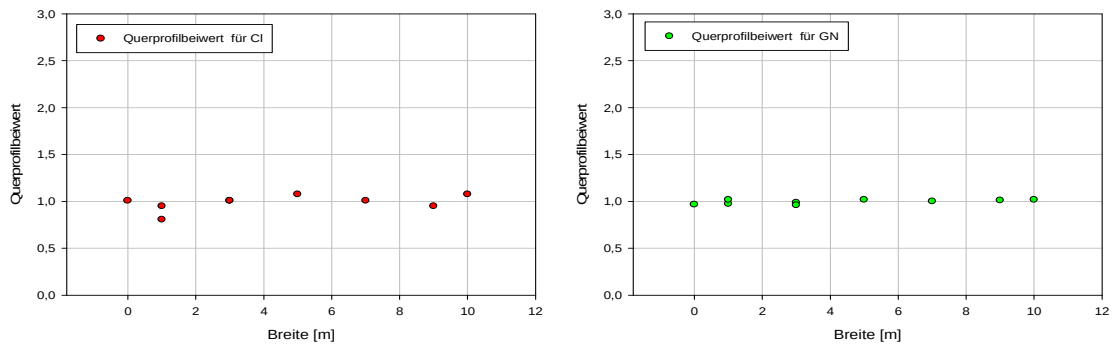


Abbildung 10-120 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Hohenberg am 14.05.2009

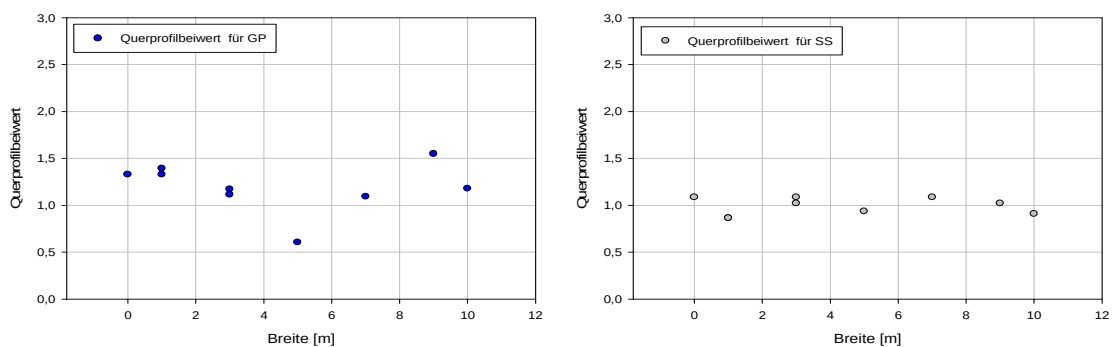


Abbildung 10-121 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Hohenberg am 14.05.2009

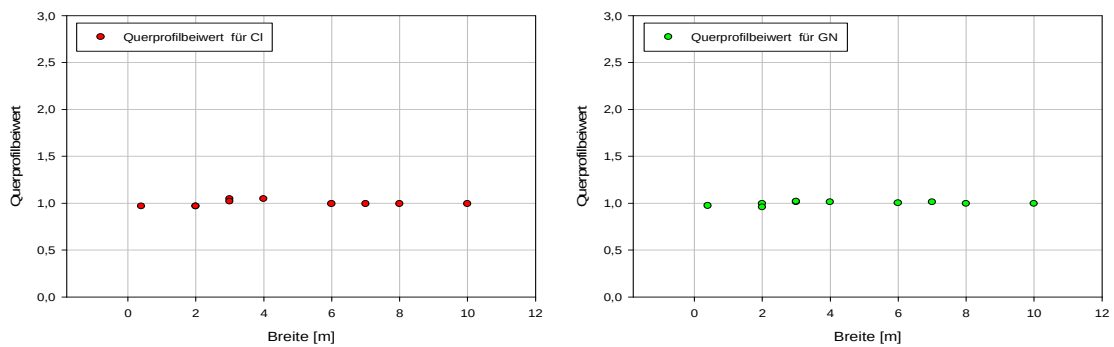


Abbildung 10-122 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Hohenberg am 18.06.2009

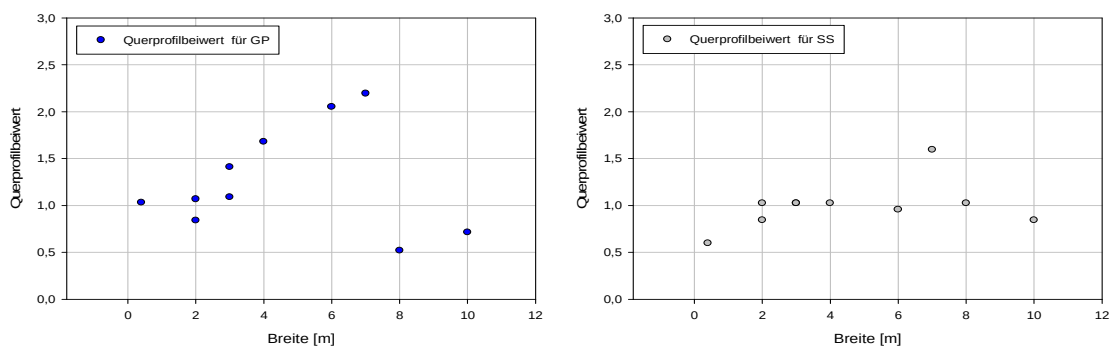


Abbildung 10-123 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Hohenberg am 18.06.2009

Leitsberg

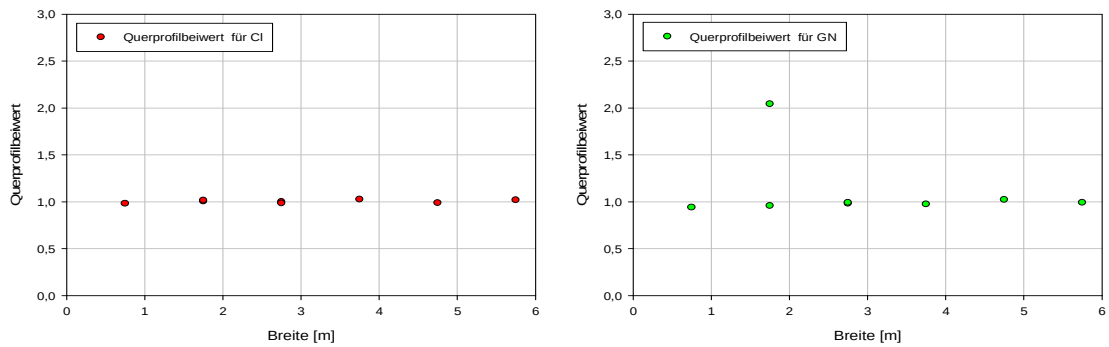


Abbildung 10-124 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Leitsberg am 26.05.2009

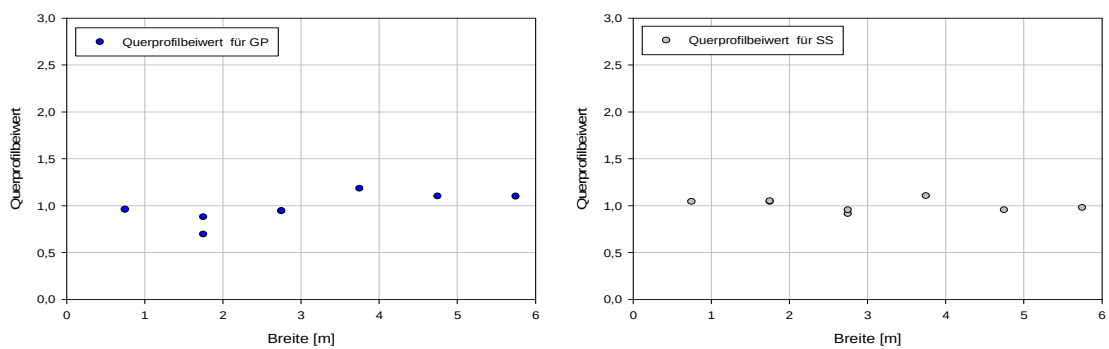


Abbildung 10-125 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Leitsberg am 26.05.2009

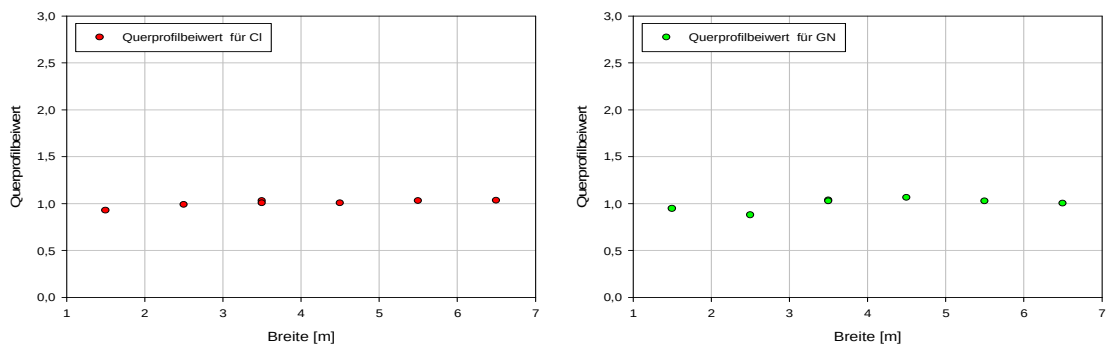


Abbildung 10-126 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Leitsberg am 15.06.2009

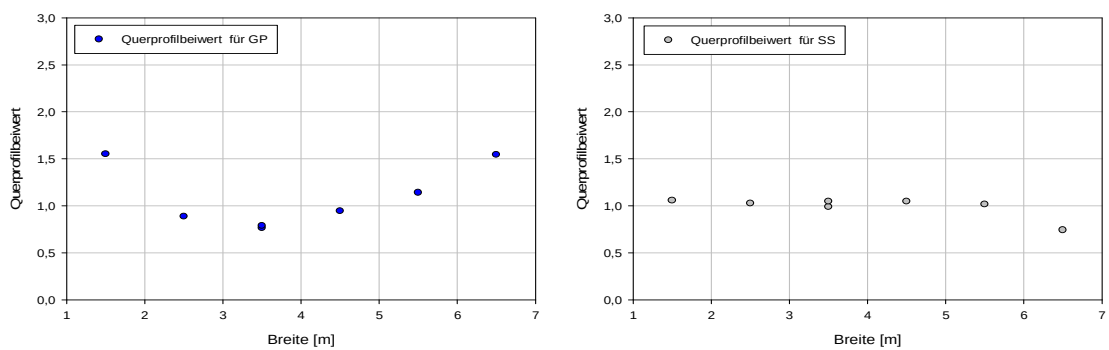


Abbildung 10-127 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Leitsberg am 15.06.2009

Choleraquelle

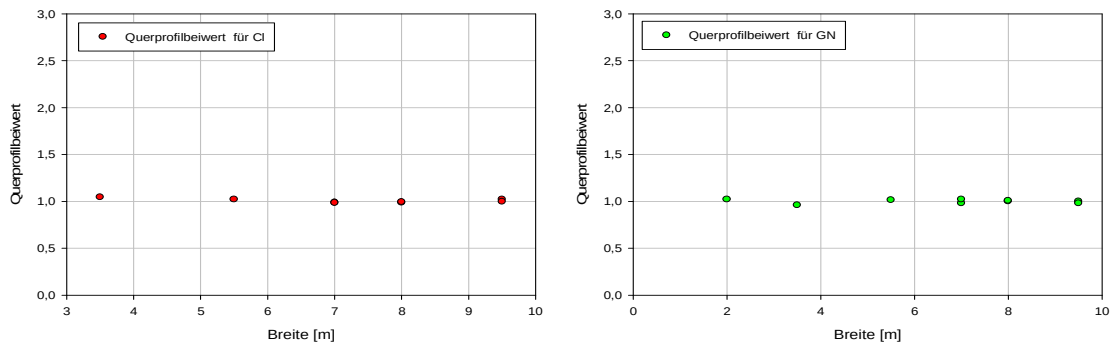


Abbildung 10-128 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff an der Choleraquelle am 04.06.2009

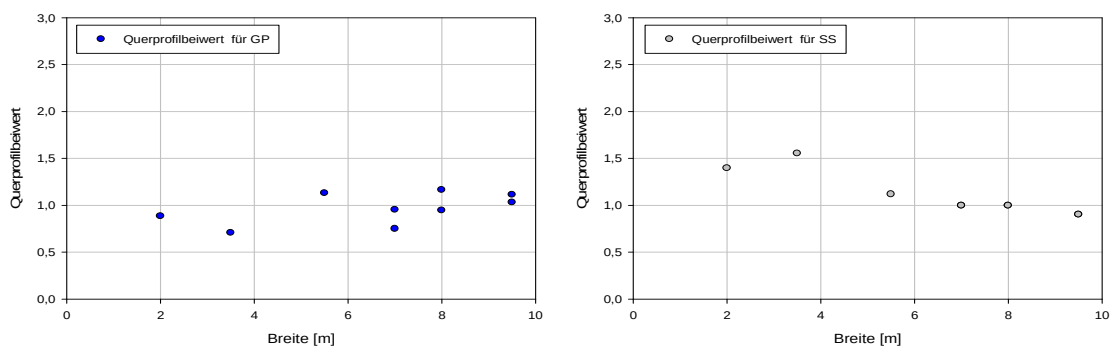


Abbildung 10-129 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe an der Choleraquelle am 04.06.2009

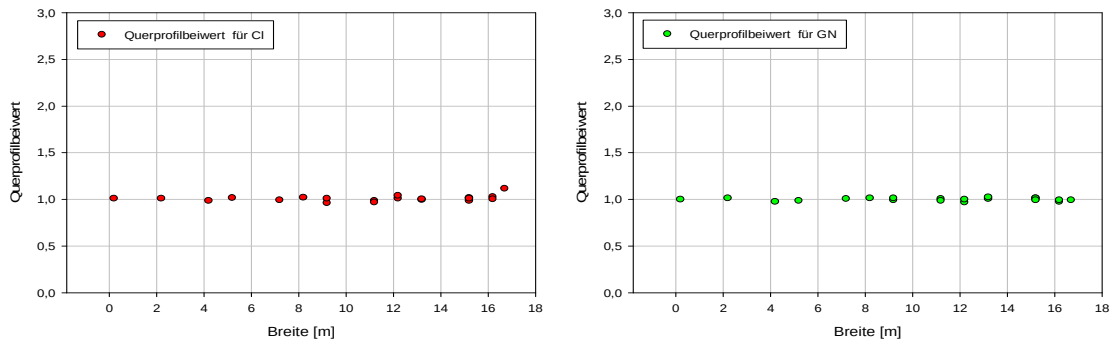


Abbildung 10-130 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff an der Choleraquelle am 01.07.2009

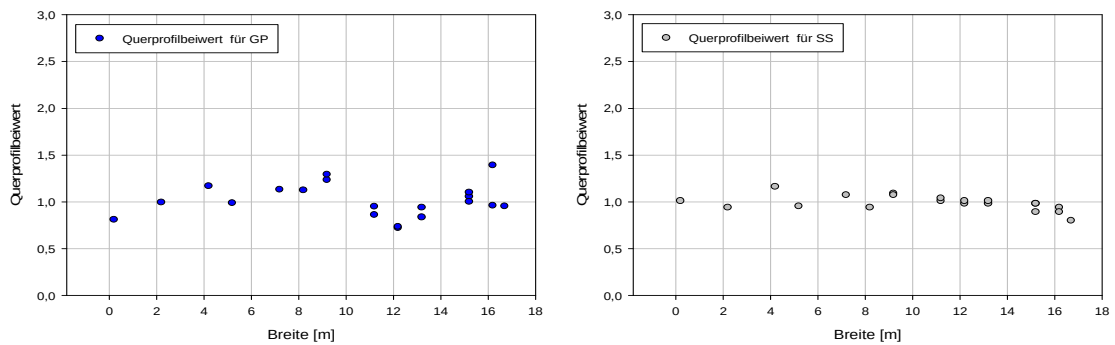


Abbildung 10-131 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe an der Choleraquelle am 01.07.2009

St. Veit an der Gölzen

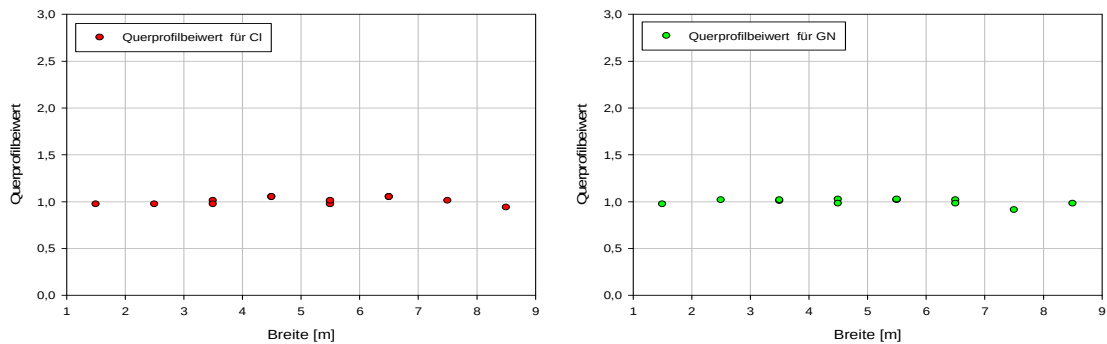


Abbildung 10-132 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in St. Veit an der Gölzen am 18.06.2009

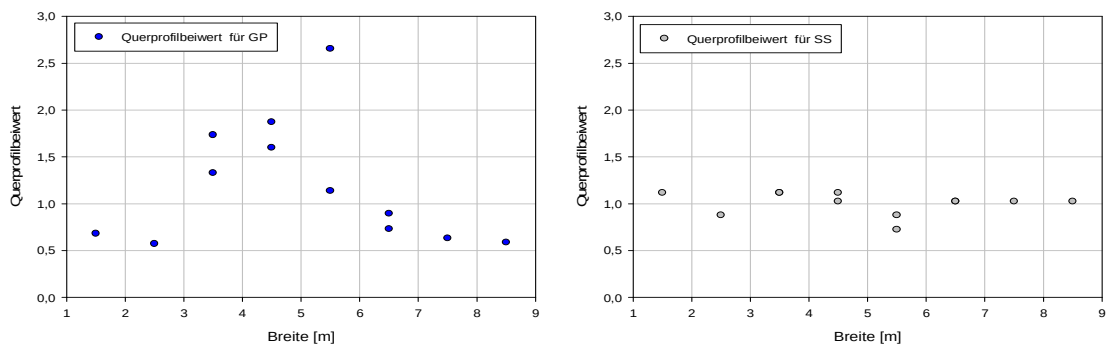


Abbildung 10-133 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe am 18.06.2009

Tribuswinkel

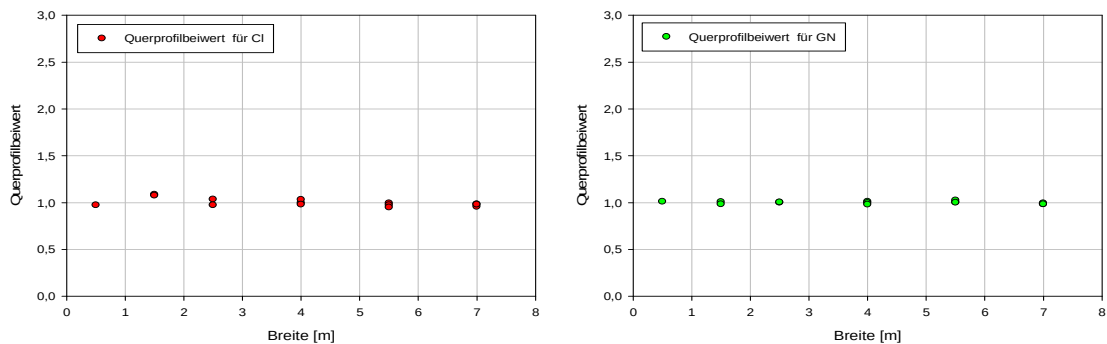


Abbildung 10-134 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Tribuswinkel am 01.07.2009

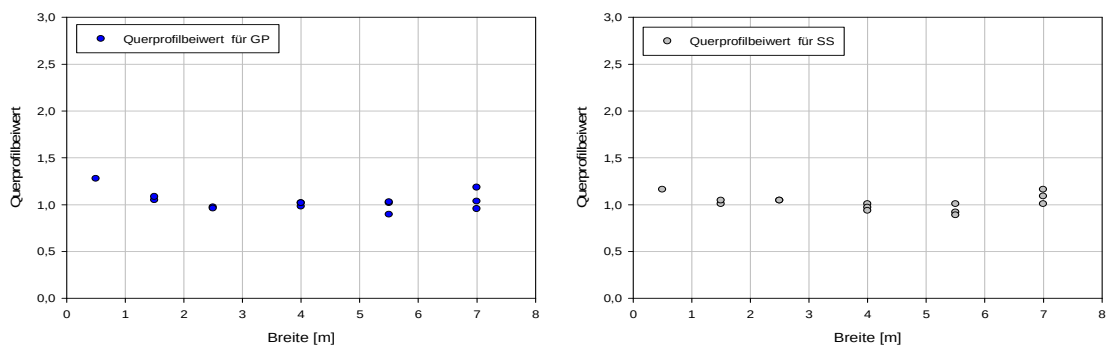


Abbildung 10-135 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Tribuswinkel am 01.07.2009

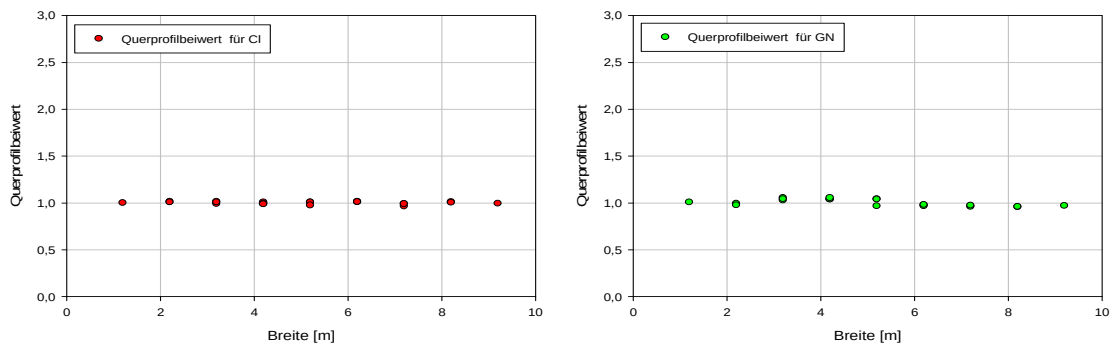


Abbildung 10-136 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Tribuswinkel am 16.08.2009

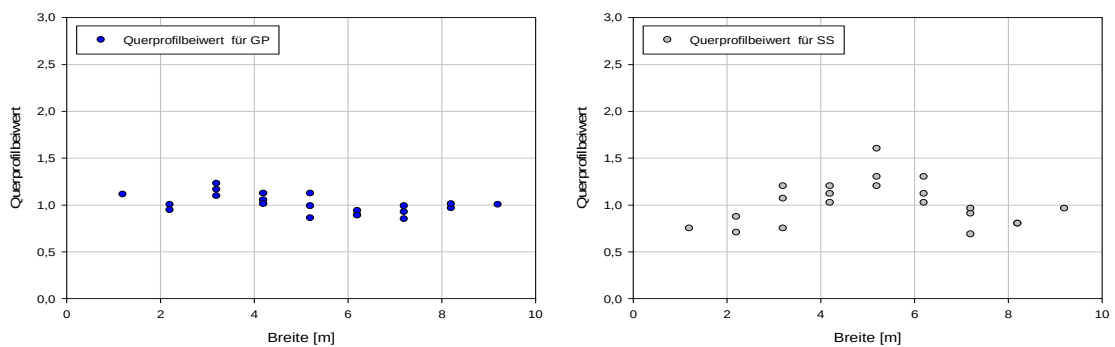


Abbildung 10-137 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Tribuswinkel am 16.08.2009

Sieghartskirchen

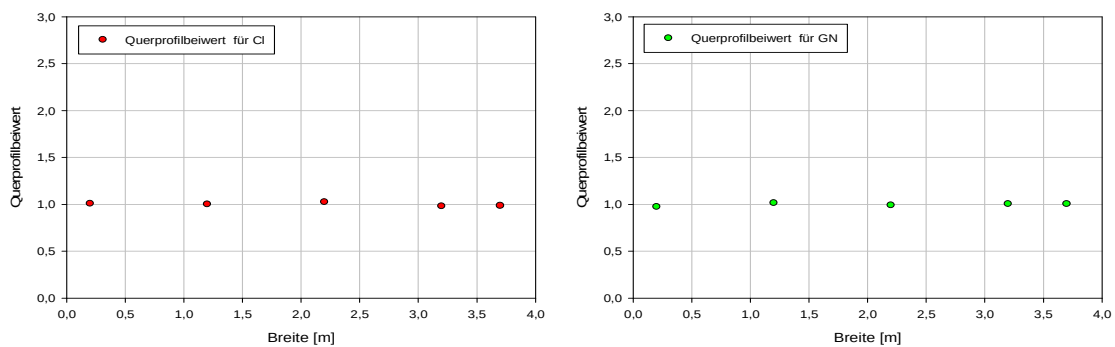


Abbildung 10-138 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Sieghartskirchen am 26.05.2009

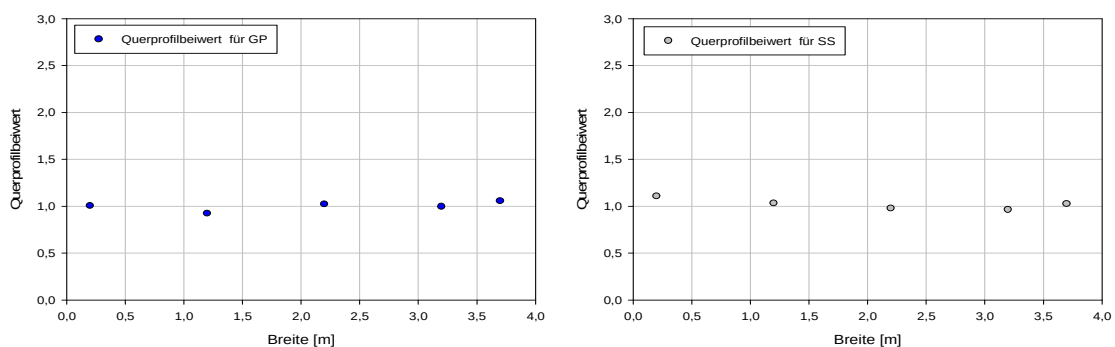


Abbildung 10-139 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Sieghartskirchen am 26.05.2009

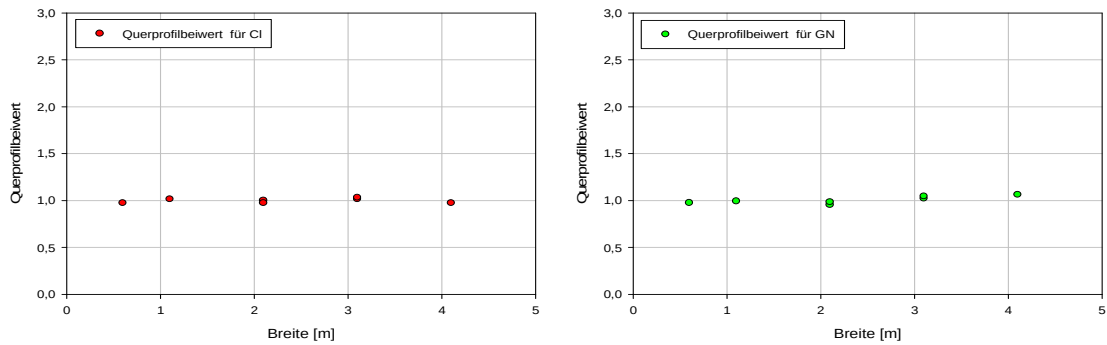


Abbildung 10-140 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Sieghartskirchen am 15.06.2009

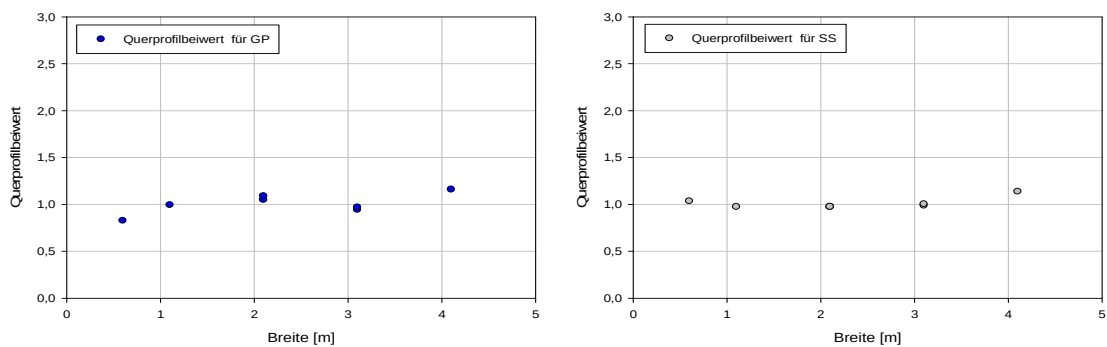


Abbildung 10-141 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Sieghartskirchen am 15.06.2009

Laxenburg

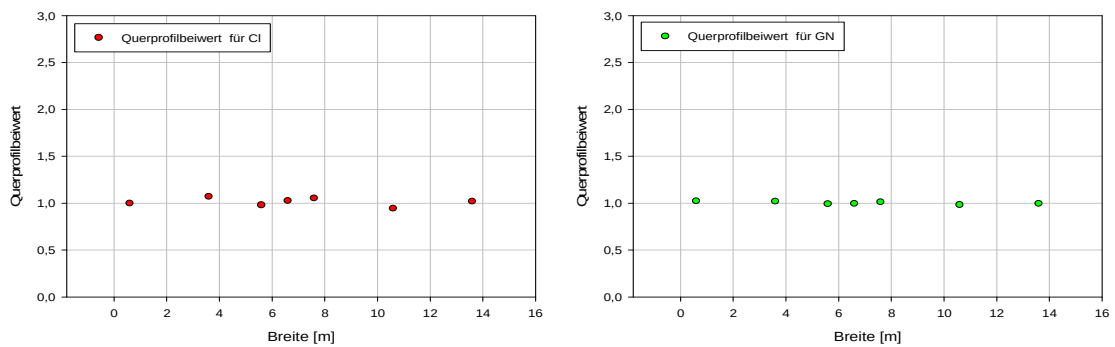


Abbildung 10-142 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Laxenburg am 04.06.2009

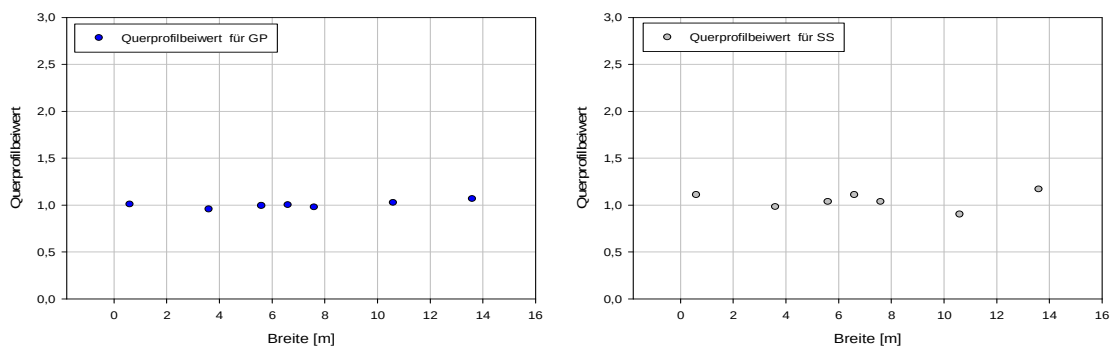


Abbildung 10-143 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Laxenburg am 04.06.2009

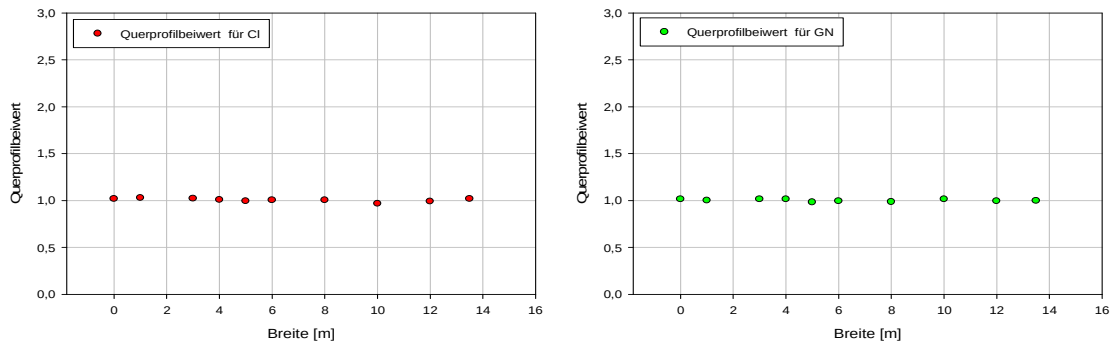


Abbildung 10-144 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Laxenburg am 01.07.2009

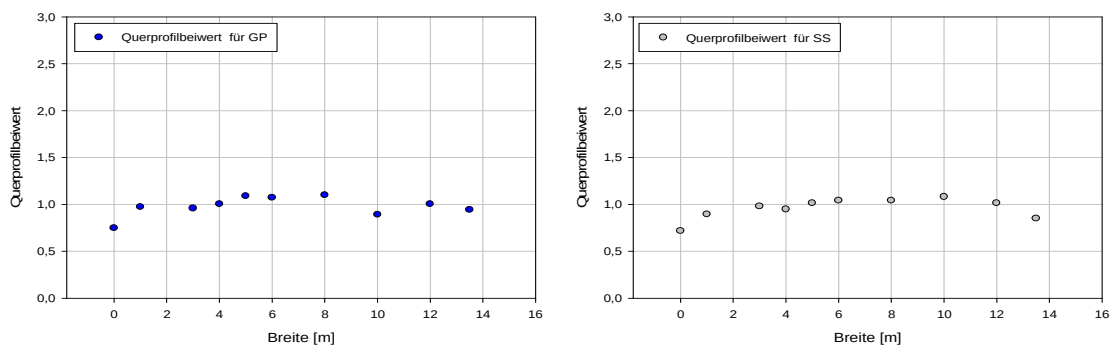


Abbildung 10-145 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Laxenburg am 01.07.2009

Siegersdorf

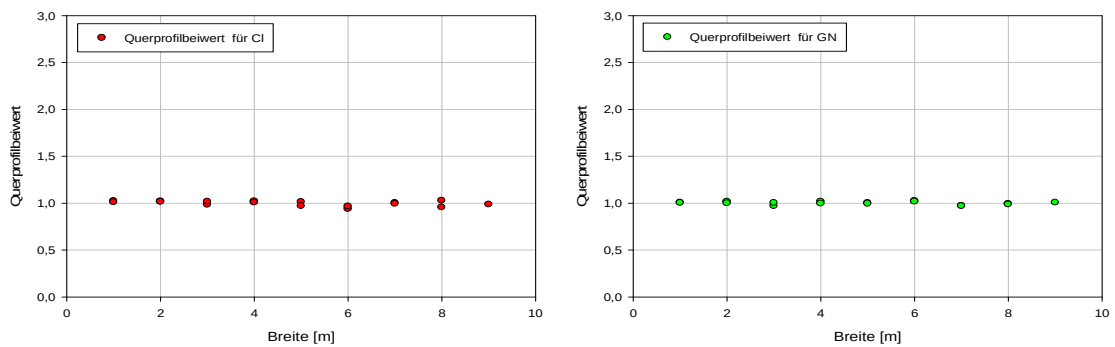


Abbildung 10-146 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Siegersdorf am 26.05.2009

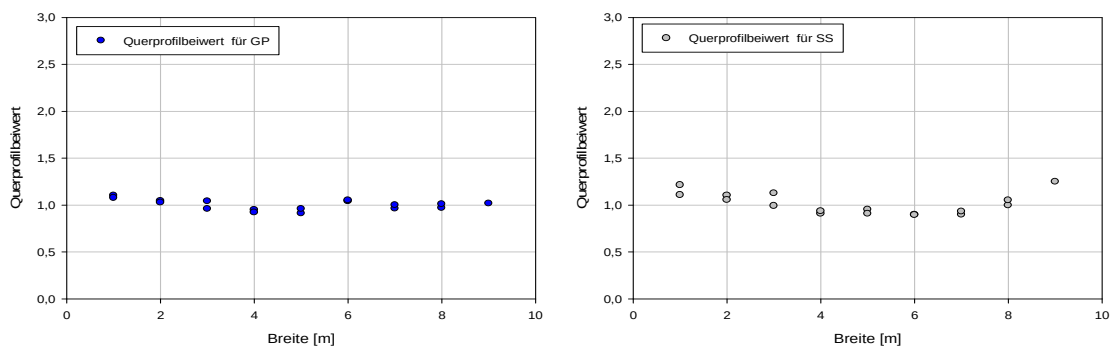


Abbildung 10-147 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Siegersdorf am 26.05.2009

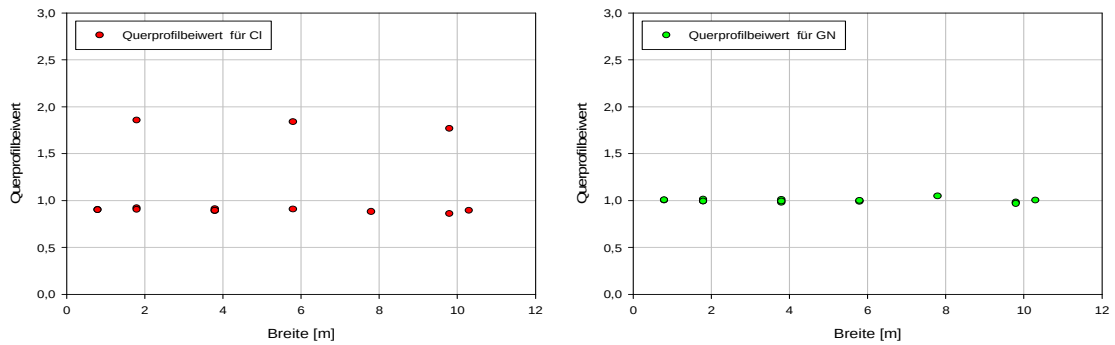


Abbildung 10-148 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Siegersdorf am 15.06.2009

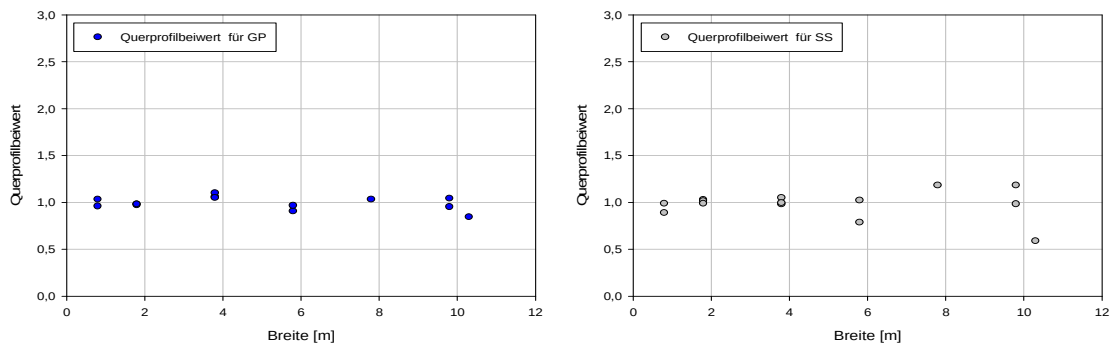


Abbildung 10-149 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Siegersdorf am 15.06.2009

Hollenstein

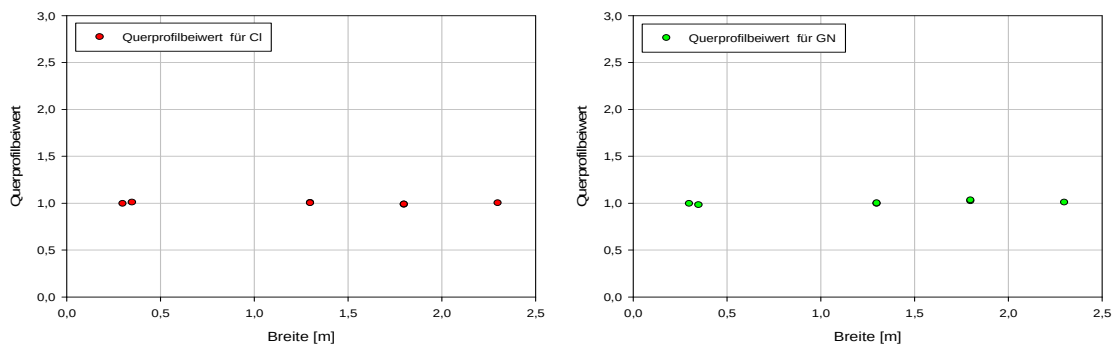


Abbildung 10-150 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Hollenstein am 28.05.2009

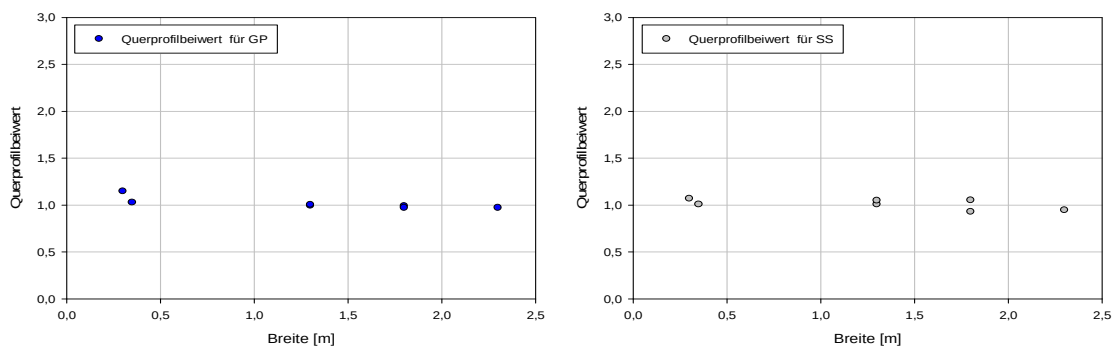


Abbildung 10-151 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Hollenstein am 28.05.2009

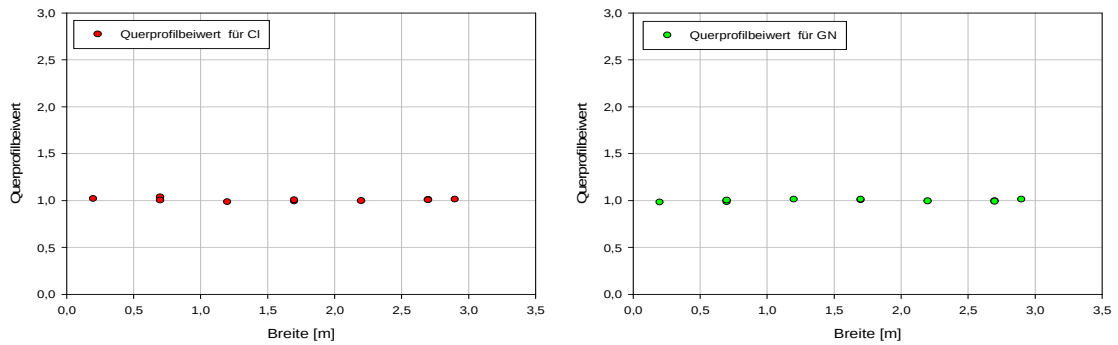


Abbildung 10-152 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Hollenstein am 09.08.2009

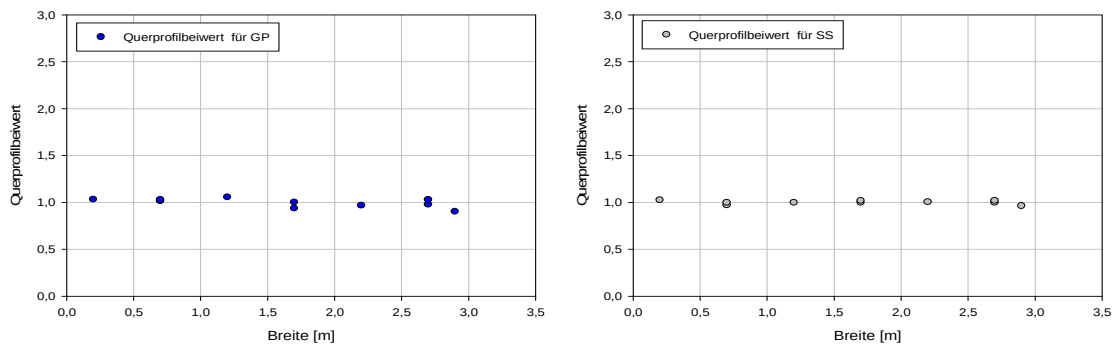


Abbildung 10-153 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Hollenstein am 09.08.2009

Absdorf

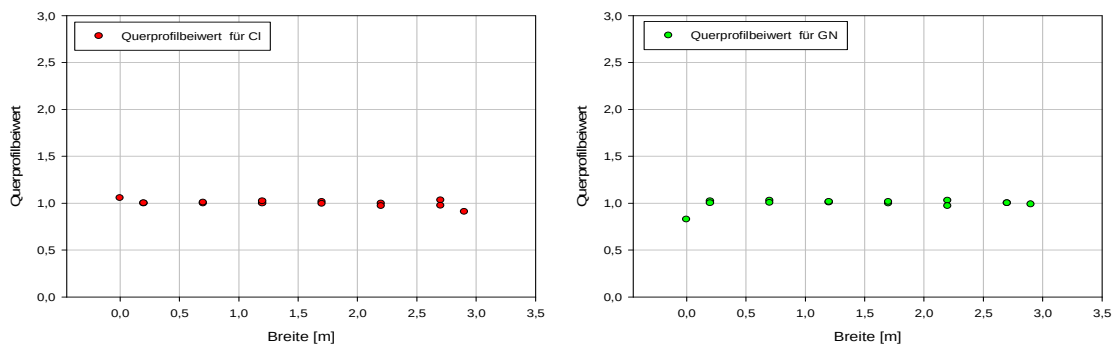


Abbildung 10-154 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Absdorf am 28.05.2009

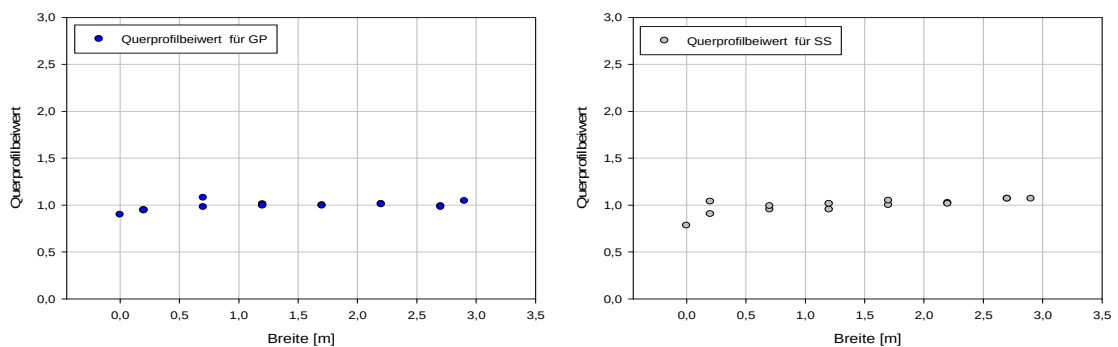


Abbildung 10-155 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Absdorf am 28.05.2009

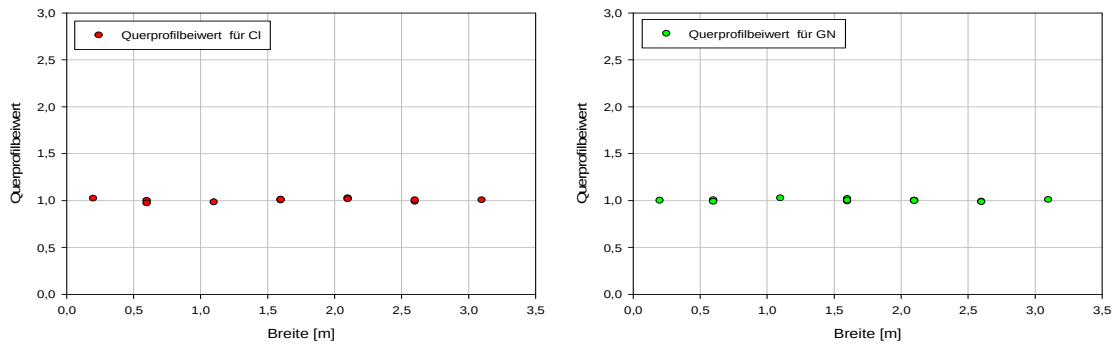


Abbildung 10-156 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Absdorf am 09.08.2009

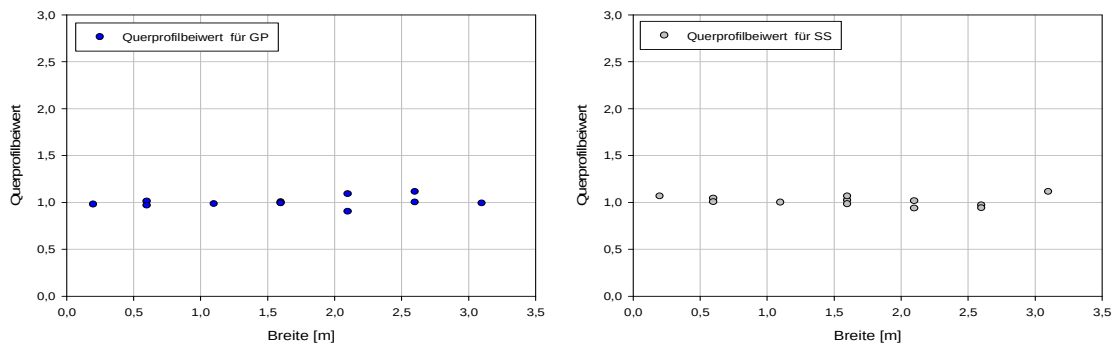


Abbildung 10-157 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Absdorf am 09.08.2009

Obermallebarn

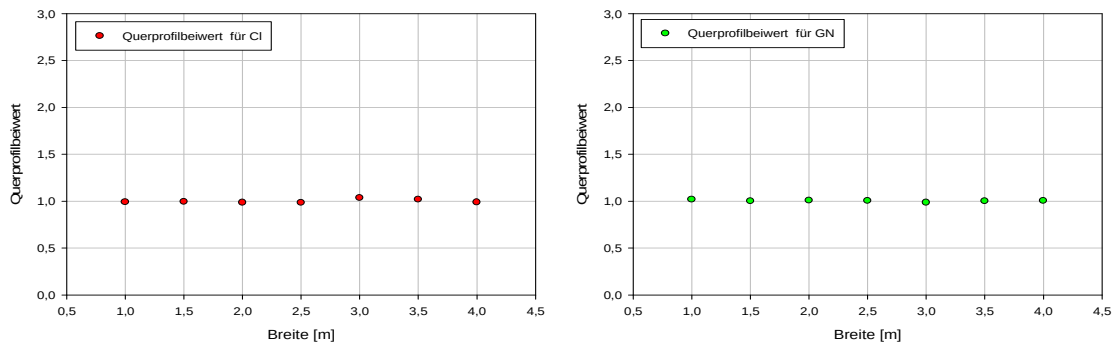


Abbildung 10-158 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Obermallebarn am 28.05.2009

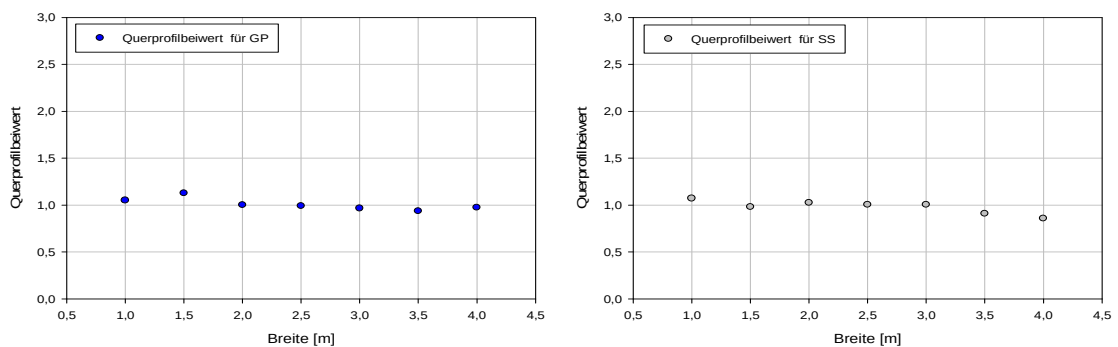


Abbildung 10-159 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Obermallebarn am 28.05.2009

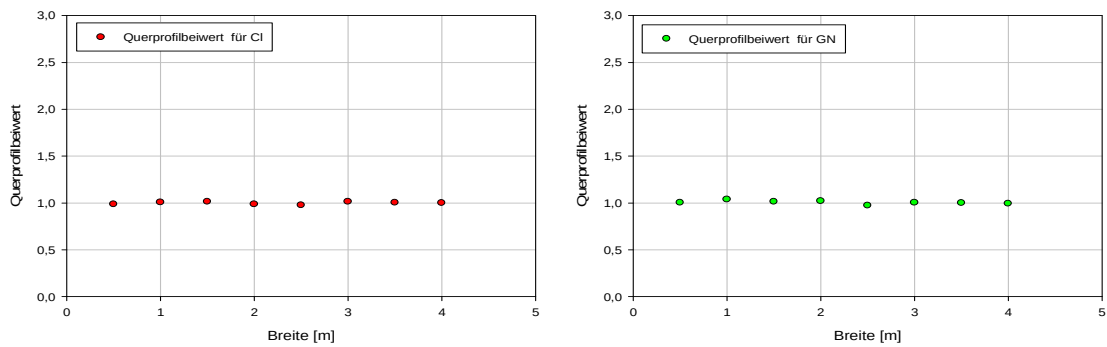


Abbildung 10-160 Querprofilbeiwert für Chlorid und Gesamtstickstoff in Obermallebarn am 09.08.2009

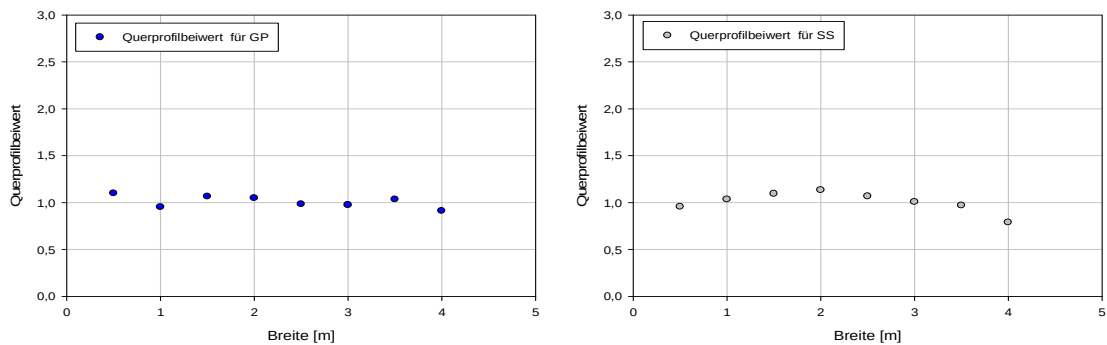


Abbildung 10-161 Querprofilbeiwert für Gesamtphosphor und Schwebstoffe in Obermallebarn am 09.08.2009

10.5 Frachtenberechnung

Oberlauf

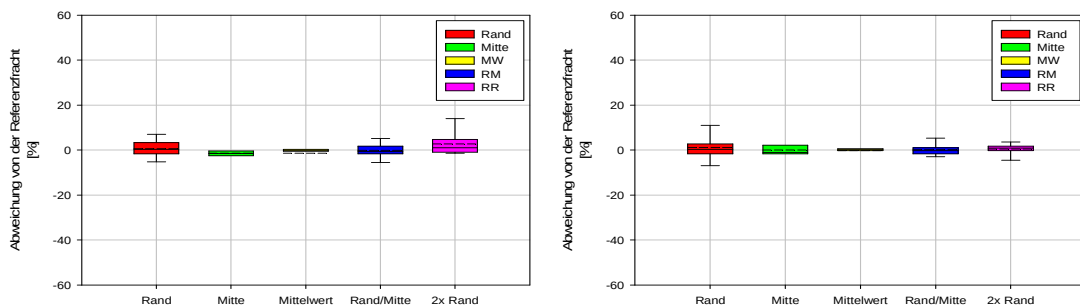


Abbildung 10-162 Abweichungen von den Referenzfrachten für Chlorid und Gesamtstickstoff an den Oberläufen der Mittelgebirgsbäche

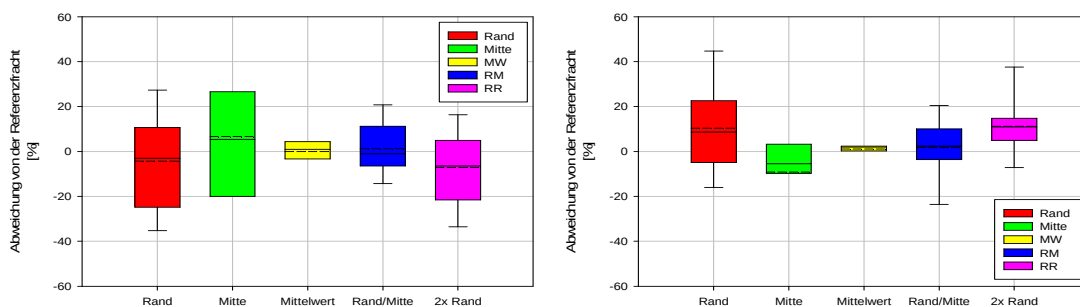


Abbildung 10-163 Abweichungen von den Referenzfrachten für Gesamtphosphor und Schwebstoffe an den Oberläufen der Mittelgebirgsbäche

Kanal

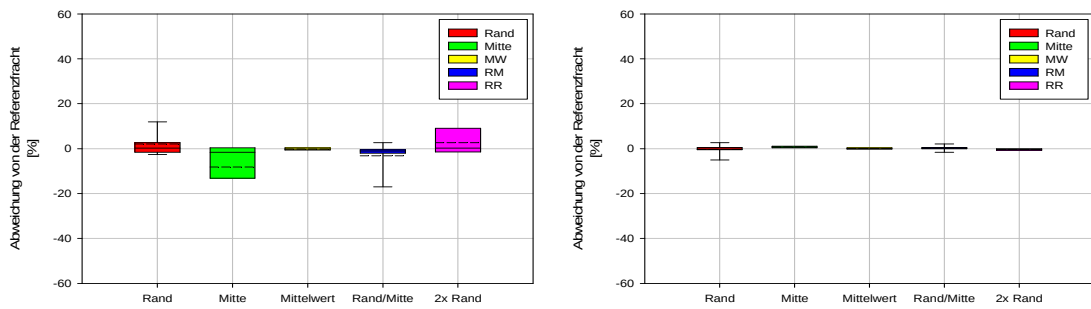


Abbildung 10-164 Abweichungen von den Referenzfrachten für Chlorid und Gesamtstickstoff an den Kanälen

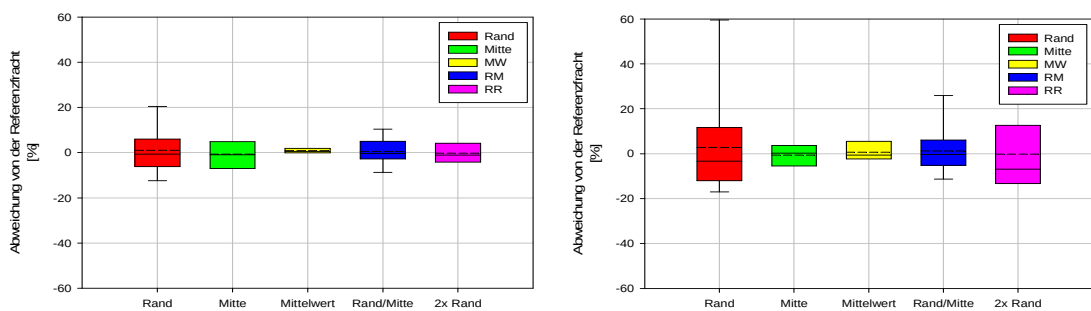


Abbildung 10-165 Abweichungen von den Referenzfrachten für Gesamtphosphor und Schwebstoffe an den Kanälen

Graben

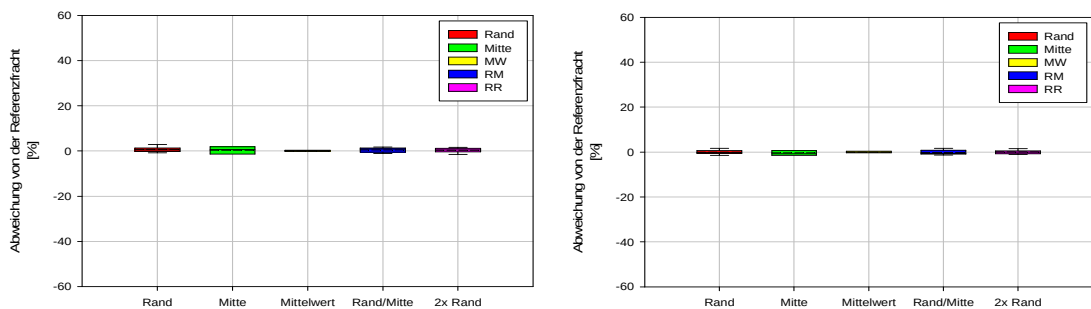


Abbildung 10-166 Abweichungen von den Referenzfrachten für Chlorid und Gesamtstickstoff an den Gräben

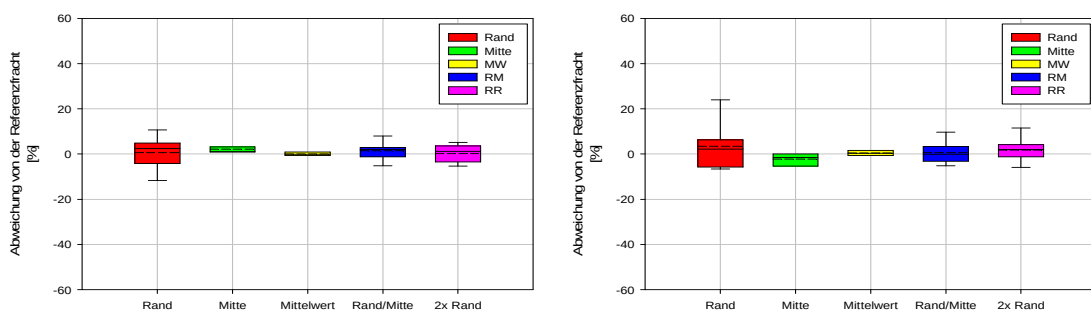
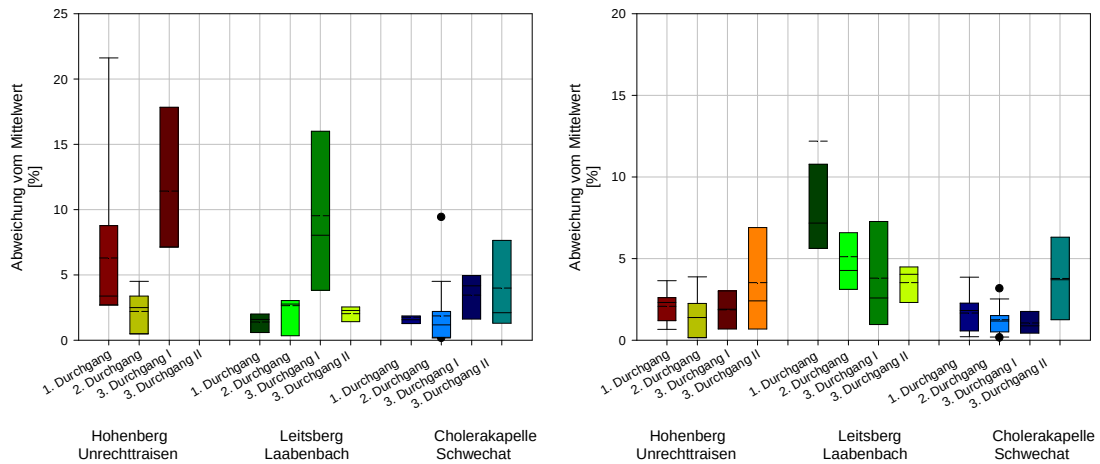
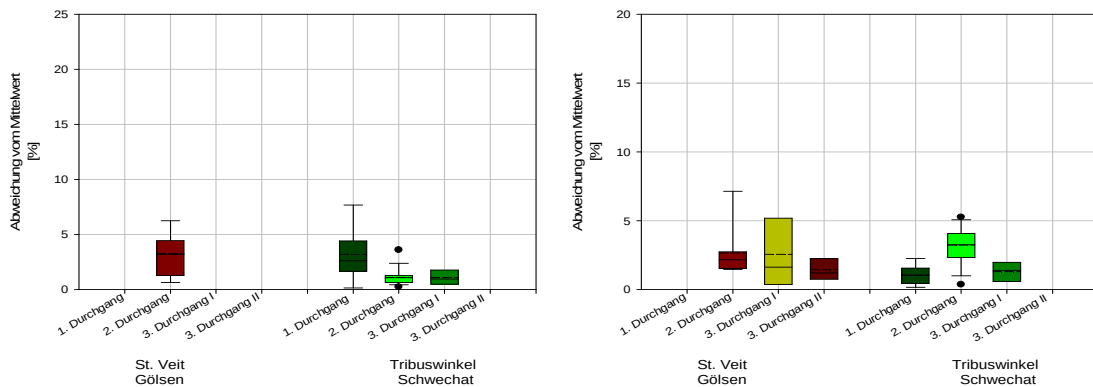


Abbildung 10-167 Abweichungen von den Referenzfrachten für Gesamtphosphor und Schwebstoffe an den Gräben

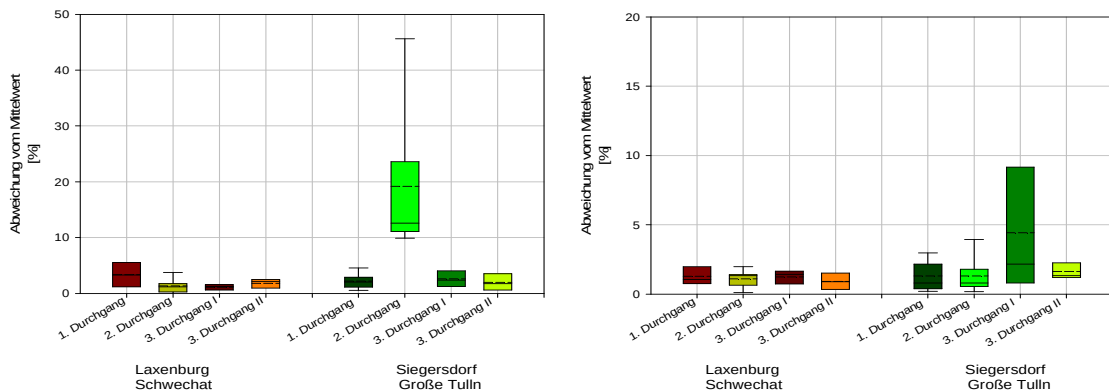
10.6 Betrachtung der Variabilität der Konzentrationen an einer Position im Fließgewässer



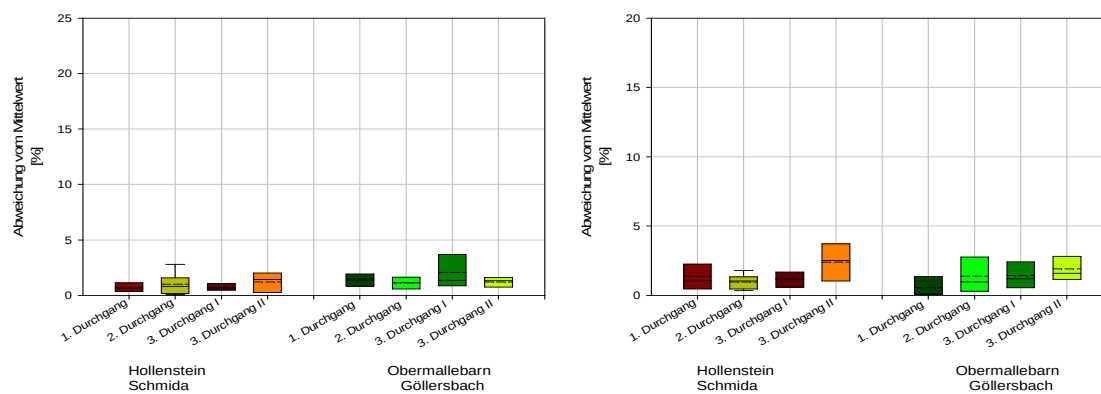
10-168 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Oberlauf eines Mittelgebirgsbaches



10-169 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Mittellauf eines Mittelgebirgsbaches und Mäandrierender Mittellauf



10-170 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Kanal



10-171 Gegenüberstellung der Abweichungen der Chlorid- und Gesamtstickstoffkonzentrationen vom jeweiligen Mittelwert in den drei Durchgängen an den Fließgewässern des Typ Graben