

# **Schwebstoffmessungen an der Messstelle Neumarkt/Raab**

**Diplomarbeit am**

**Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau**

**Department Wasser – Atmosphäre – Umwelt**

**an der**

**Universität für Bodenkultur Wien**

**Vorstand: O. Univ. Prof. Dipl. –Ing. Dr. H. P. Nachtnebel**

**Betreuer**

**Ao. Univ. Prof. Dipl. –Ing. Dr. Helmut Michael Habersack**

**VAAss. Dipl. –Ing. Willibald Kerschbaumsteiner**

**Hannes Hauer**

**Wien, 2007**



---

## Danksagung

Zu Beginn möchte ich Herrn Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Habersack und vor allem Herrn Dipl.-Ing. Willibald Kerschbaumsteiner danken, die mir die Möglichkeit gaben, am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau diese Arbeit zu erstellen und mich mit ihrer Fachkenntnis unterstützten.

Zudem möchte ich mich bei Frau Dipl.-Ing. Petra Lalk vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft bedanken.

Besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des Hydrographischen Dienstes Burgenland, vor allem den Herren Dipl.-Ing. Karl Maracek, Johann Karall und Horst Müllner für die gute Kooperation und tatkräftige Mithilfe bei der Messkampagne.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Leitern des Umweltlabors Burgenland, Herrn Dr. Christian Skarits und Frau Ing. Verena Wagenristl für die Möglichkeit, die Einrichtungen des Umweltlaboratoriums nutzen zu können.

Mein Dank gilt auch dem Hydrographischen Dienst Niederösterreich für die Leihgabe eines Nielsen Schwebstoff - Sammlers, aber auch der Fa. s::can – Messtechnik für die Leihstellung einer spectro::lyser Sonde inklusive der tatkräftigen Unterstützung durch Herrn Dipl.-Ing. Franz Hofstätter.

Zuletzt, aber nicht weniger bedeutend, möchte ich mich bei meiner Familie und meiner Freundin bedanken, die mich durch das Studium begleitet haben.

---

## **Abstract**

The data and results of this study at the gauging station Neumarkt/Raab are intended to be used for the development of a guideline for the monitoring of suspended sediments in Austrian rivers.

The gauging station Neumarkt/Raab has been equipped with two optical backscatter sensors for the continuous recording of water turbidity. Optically sensed turbidity values depend strongly on the particle size distribution. This requires an appropriate calibration of the gathered data. Single Point samples were taken close to the sensors for this purpose frequently. Additionally selected point sampling was performed applying the depth- and point-integration method in order to obtain the mean content of suspended sediment within the cross section. On basis of all the gathered sampling data the conversion of the recorded turbidity data into mean suspended sediment concentrations has been conducted. The obtained concentration hydrograph as well as the discharge have been used to calculate the suspended sediment yield for the investigated period of time.

The comparison of both turbidity sensors revealed that both instruments have been subject to intensive "Biofouling". This process impairs the turbidity recordings substantially of this measuring site.

---

## **Kurzzusammenfassung**

Die Daten und Ergebnisse dieser Diplomarbeit, die an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab gewonnen wurden, dienen unter anderem als Grundlage zur Erstellung eines Leitfadens für die Schwebstoffmessung in Österreich.

Die Pegelstation Neumarkt/Raab wurde im Sommer 2006 mit zwei optischen Trübungssonden zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Gewässertrübe ausgestattet. Da die Trübungswerte stark von der Korngrößenverteilung abhängen, ist es notwendig, die Sondenaufzeichnungswerte zu kalibrieren. Dazu wurden sondennahe Flaschenproben entnommen. Um die mittlere Schwebstoffkonzentration im Querprofil zu bestimmen, wurden Proben in Form von Vielpunkt- und Integrationsentnahmen über den kompletten Messquerschnitt gewonnen und im Labor die Schwebstoffkonzentrationen gravimetrisch bestimmt. Auf Basis der erhobenen Daten konnten die aufgezeichneten Sondenwerte in mittlere Schwebstoffgehalte umgerechnet werden. Die erhaltenen Ganglinien lassen die Bestimmung der Schwebstofffracht für den Untersuchungszeitraum zu.

Des Weiteren wurden die beiden Trübungssonden, welche eine unterschiedliche Bauart aufweisen, auf ihre Eignung für den Einsatz an der Raab getestet. Dabei stellte sich heraus, dass die Trübungssonden an dieser Messstelle starkem „Biofouling“ ausgesetzt ist.

---

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung .....	1
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Problemstellung .....	2
1.3	Zielsetzung.....	3
2	Grundlagen .....	5
2.1	Definitionen aus den ÖN B 2400 .....	5
2.2	Abgrenzung zwischen Geschiebe und Schwebstoffe .....	5
3	Beschreibung des Einzugsgebietes .....	8
3.1	Geographie .....	8
3.2	Geologie.....	9
3.3	Hydrologie.....	10
3.4	Wassergüte und Ökomorphologischer Zustand.....	11
3.5	Bauwerke, Aus- und Einleitungen.....	12
3.6	Messstelle Neumarkt/Raab.....	13
4	Methodik .....	15
4.1	Abflussmessung.....	15
4.2	Auswahl des Entnahmeverfahrens (nach Edwards & Glysson, 1991) .....	16
4.3	Indirekte Messmethoden.....	18
4.3.1	Solitax ts-line®(Firma Hach-Lange) .....	19
4.3.2	SPECTRO::LYSER (Firma s::can) .....	20
4.4	Direkte Schwebstoffentnahme .....	22
4.4.1	Einpunktentnahmen.....	23
4.4.2	Integrationsentnahme .....	24
4.4.3	Vielpunktentnahme .....	27
4.5	Entnahme einer Großprobe .....	28
4.6	Bestimmung des Schwebstoffgehalts .....	29
4.6.1	Dispergiergerät ULTRA-TURRAX® T 25 basic.....	31
4.7	Auswertung, Kontrolle der Ganglinie und Frachtberechnung.....	32
4.7.1	Auswertekonzept für die Schwebstoffberechnung.....	32
4.7.2	Auswertung der Integrationsmessung .....	33
4.7.3	Auswertung der Vielpunktmessung .....	34
4.7.4	Ermittlung des Sondenbeiwerts ( $K_S$ ) und Anpassung der Sondenauzeichnung (Umrechnung).....	36
4.7.5	Ermittlung des Querprofilbeiwerts ( $K_Q$ ) .....	38
4.7.6	Berechnung der Schwebstofffracht [t].....	38
5	Messprogramm Neumarkt/Raab .....	40
6	Daten und Ergebnisse.....	42

---

6.1	Trübungsganglinien der verwendeten Sonden .....	42
6.2	Sondennahe Kalibrierproben .....	44
6.3	Beschreibung der Messtage .....	45
6.3.1	1. Messtag, 22.07.2006 .....	45
6.3.2	2. Messtag, 02.08.2006 .....	47
6.3.3	3. Messtag, 16.08.2006 .....	49
6.3.4	4. Messtag, 22.08.2006 .....	52
6.3.5	5. Messtag, 30.08.2006 .....	55
6.3.6	6. Messtag, 06.09.2006 .....	58
6.4	Kalibrieren der Trübungsganglinie .....	60
6.4.1	Kalibrieren der Sondenwerte der spectro::lyser Sonde (FA. s::can) .....	61
6.4.2	Kalibrieren der Sondenwerte der solitax ts-line® (FA. Hach-Lange) .....	61
6.4.3	Bestimmen des Querprofilbeiwerts $K_Q$ .....	63
6.4.4	Frachtberechnung .....	65
6.4.5	Korngrößenanalyse .....	67
6.5	Vergleich der verwendeten Sonden .....	68
6.5.1	Gebrauchstauglichkeit der solitax ts-line® (FA. Hach-Lange) .....	68
6.5.2	Gebrauchstauglichkeit der spectro::lyser Sonde (FA. s::can) .....	70
7	Diskussion der Ergebnisse .....	74
7.1	Trübungsganglinie .....	74
7.1.1	Einfluss der Korngrößen auf die Trübungsmessung .....	74
7.2	Sondennahe Referenzproben .....	74
7.3	Interpretation der Messtage .....	75
7.3.1	Integrationsentnahmen .....	75
7.3.2	Vielpunktentnahmen .....	76
7.4	Schwebstofftransport .....	77
7.5	Gebrauchstauglichkeit der verwendeten Sonden .....	79
7.5.1	Solitax ts-line® (FA. Hach-Lange) .....	79
7.5.2	Spectro::lyser (FA. s::can) .....	80
7.6	Diskussion der weiteren Ergebnisse .....	82
7.6.1	Dispergiergerät ULTRA-TURRAX® T 25 basic .....	82
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....	84
9	Literaturverzeichnis .....	87
10	Anhang .....	91

---

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Idealierte Verteilung von Fließgeschwindigkeit $v$ und Schwebstoffgehalt $C_s$ in der Vertikalen (DVWK, 1986) .....	6
Abbildung 2: Ermitteln des Grenzkorndurchmessers, Korndurchmesser in mm (Kresser, 1964) .....	7
Abbildung 3: Einzugsgebiet der Raab mit Übersicht der Pegelstationen (digHAÖ, 2002).....	8
Abbildung 4: Bewertung der Raab und ihrer Zubringer entsprechend der ökomorphologischen Zustandskartierung (Quelle: HAIDER u. BODI, 2002) .....	12
Abbildung 5: Pegelmessstelle Neumarkt/Raab bei Niederwasser .....	13
Abbildung 6: Links: Bauausführung der Sonden. Rechts: Sonden bei Niederwasser .....	14
Abbildung 7: Wehranlage Reverncic ca. 300m flussaufwärts der Messstelle Neumarkt/Raab.....	14
Abbildung 8: Stangenflügel .....	16
Abbildung 9: Messprinzip Solitax ts-line <sup>®</sup> (Quelle: Hach-Lange, 2004) .....	19
Abbildung 10: links: solitax ts-line <sup>®</sup> , rechts: Controller SC 100 (FA. HACH-Lange) ..	20
Abbildung 11: Prinzipskizze einer Spektrometersonde (Quelle: s::can, 2006 ) .....	21
Abbildung 12: links: Messkopf der Spektrometersonde, rechts: Controller con::start (FA. s::can) .....	22
Abbildung 13: Punktintegrierender Probennehmer .....	24
Abbildung 14: Durchführung einer integrativen Schwebstoffentnahme unter Verwendung der „ Equal-Width-Increment“ – „Identischen Breite“ – Methode (Quelle: mod. n. EDWARDS und GLYSSON, 1999) .....	25
Abbildung 15: Durchführung einer integrativen Schwebstoffentnahme unter Verwendung der „ Equal-Discharge-Increment“ – „Identischer Abfluss“ – Methode (Quelle: mod. n. EDWARDS und GLYSSON, 1999) .....	26
Abbildung 16: Nielsen Sampler mit kurzer Flosse (Quelle: STIMPFL, 2006).....	27
Abbildung 17: Schema einer Vielpunktentnahme in 5 Lotrechten und 4 Tiefenstufen.....	27
Abbildung 18: links: Druckluftfiltrationsanlage, rechts: belegte Filter mit Originalproben .....	29

---

Abbildung 19: Dispergiergerät mit Stativmontage .....	31
Abbildung 20: Rotor-Stator-Prinzip des Dispergiergerätes (Quelle: STAUFEN, 2002) .....	32
Abbildung 21: US-P61 Sampler mit steuerbarem Öffnungsventil.....	33
Abbildung 22: Anleitung für die Berechnung des Schwebstofftransportes im Querprofil (Quelle: mod. n. DVWK, 1986) .....	35
Abbildung 23: Messprogramm Sommer 2006 an der Messstelle Neumarkt/Raab....	40
Abbildung 24: Durchfluss- und Trübungsganglinien der spectro::lyser Sonden mit Referenzproben .....	43
Abbildung 25: Durchfluss- und Trübungsganglinien der solitax Sonde mit Referenzproben .....	44
Abbildung 26: Punktintegrierendes Handentnahmegerät bei der Entnahme einer Referenzprobe .....	45
Abbildung 27: Überblick über die Aufzeichnungen am 25.07.2006 in Neumarkt/Raab.....	46
Abbildung 28: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 25.07.2006 .	47
Abbildung 29: Überblick über die Aufzeichnungen am 02.08.2006 in Neumarkt/Raab.....	48
Abbildung 30: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 02.08.2006 .	49
Abbildung 31: Überblick über die Aufzeichnungen am 16.08.2006 in Neumarkt/Raab.....	50
Abbildung 32: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 16.08.2006 .	51
Abbildung 33: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 16.08.2006 .....	52
Abbildung 34: Überblick über die Aufzeichnungen am 22.08.2006 in Neumarkt/Raab.....	53
Abbildung 35: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 22.08.2006 .	54
Abbildung 36: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 22.08.2006 .....	55
Abbildung 37: Überblick über die Aufzeichnungen am 30.08.2006 in Neumarkt/Raab.....	56
Abbildung 38: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 30.08.2006 .	57
Abbildung 39: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 30.08.2006 .....	58

---

---

Abbildung 40: Überblick über die Aufzeichnungen am 06.09.2006 in Neumarkt/Raab.....	59
Abbildung 41: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 06.09.2006 ..	60
Abbildung 42: Linearer Zusammenhang zwischen Trübungswerten der Sonde und den Werten der Kalibrierproben.....	61
Abbildung 43: Vergleich aller Kalibrierprobenwerte mit den Sondenaufzeichnungen .....	62
Abbildung 44: Linearer Zusammenhang zwischen Sondenaufzeichnungen und den Werten der Kalibrierproben.....	63
Abbildung 45: Zusammenhang zwischen Durchfluss und Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) auf Grundlage der Vielpunktentnahme mittels Nielsens Probesammler.....	64
Abbildung 46: Zusammenhang zwischen Durchfluss und Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) auf Grundlage der Integrationsentnahme mittels Nielsens Probesammler.....	65
Abbildung 47: Durchfluss- und Trübungsganglinie mit Referenzproben und kalibrierter Schwebstoffganglinie .....	66
Abbildung 48: Zeitlicher Verlauf des Durchflusses und des Schwebstofftransportes .....	67
Abbildung 49: Ausschnitt der Durchfluss- und Trübungsganglinie der solitax ts-line® mit Referenzproben .....	69
Abbildung 50: links: Neuzustand; Mitte: nach 2 Monaten bei regelmäßiger Reinigung; rechts: nach ende der Langzeitstudie .....	70
Abbildung 51: Durchfluss- und Trübungsganglinie des spectro::lyser Sonde mit Referenzproben während der Messtage.....	71
Abbildung 52: Durchfluss- und Trübungsganglinie des spectro::lyser Sonde mit Referenzproben während des Langzeitversuchs.....	72
Abbildung 53: links: Neuzustand; Mitte: nach 2 Monaten bei regelmäßiger Reinigung; rechts: nach Ende der Langzeitstudie.....	72
Abbildung 54: Gegenüberstellung der Transportraten aus Integrations- und Vielpunktentnahmen .....	78
Abbildung 55: Durchfluss- und Original Trübungsganglinie des spectro::lyser .....	81
Abbildung 56: 5 Proben, wobei der komplette Inhalt in 200 ml Schritten filtriert wurde .....	83

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Durchflüsse am Pegel Neumarkt/Raab von 1991 – 2006 (Quelle: Hydrographischer Dienst Burgenland, 2006) .....	10
Tabelle 2: Auswertung der Integrationsmessung vom 22.02.2006 .....	34
Tabelle 3: Auswertung der Vielpunktentnahme vom 22.08.2006.....	36
Tabelle 4: Messprogramm an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab 2006 .....	41
Tabelle 5: Schwebstofffracht an der Messstelle Neumarkt/Raab im August 2006 in Tonnen Trockensubstanz.....	67
Tabelle 6: Vergleich der mittleren Durchflüsse (Q) mit den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), den Referenzprobengehalten ( $C_{rm}$ ), $K_Q$ -Faktoren und den mittleren Wasserständen .....	76
Tabelle 7: Vergleich der mittleren Durchflüsse (Q) mit den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), den mittleren Kalibrierprobengehalte ( $C_{rm}$ ), $K_Q$ -Faktoren und den mittleren Wasserständen ..	77
Tabelle 8: Gegenüberstellung der aus Integrations- und Vielpunktentnahme ausgewerteten Daten .....	79

# 1 Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

## 1.1 Einleitung

Schwebstoffe stellen in einem Gewässer neben dem auf der Sohle transportierten Geschiebe und den Schwimmstoffen einen großen Anteil der gesamten Schwebstofffracht dar. Dieser Anteil kann je nach Charakteristik des Einzugsgebietes bis zu 90% der transportierten Feststoffe betragen (NACHTNEBEL, 2006).

Kenntnisse über den Feststofftransport und im Speziellen über den Schwebstofftransport sind von großer Bedeutung - vor allem bei besonderen Ereignissen wie zum Beispiel Starkregen im Einzugsgebiet und in weiterer Folge Hochwässer, bei denen es zu erhöhter Erosion und vermehrten Transport von Feststoffen kommt. Die Informationen über den Feststofftransport sind dem auch sehr wichtig für den Bau und Betrieb von Speicheranlagen, da es hier zu Versandung und Verschlammung im Speziellen der Einlaufbauwerke sowie des Stauraumes kommen kann. Ebenso aber für die Gewinnung von uferfiltriertem Trinkwasser bezüglich Ergiebigkeit und Qualität sowie für die Erfassung des Abtrags durch Erosion im Einzugsgebiet und im Gerinnebett der Wasserläufe selbst (DVWK, 1986).

Von großer Bedeutung ist auch die Beurteilung von möglichen Ablagerungen von Feststoffen in den Gewässern selbst, aber auch in den Vorländern bei entsprechenden Ereignissen. Des Weiteren können durch Anlagerung an die Schwebstoffteilchen organische und anorganische Schadstoffe gebunden sein und über weite Strecken transportiert werden, was Einfluss auf die Gewässergüte in anderen Regionen haben kann (NACHTNEBEL, 1998). Aber auch für die Beweissicherung im Fall diverser Rechtsstreitigkeiten kann der Feststofftransport eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Eine kontinuierliche Aufzeichnung der Schwebstoffkonzentration und eine daraus ermittelte transportierte Menge ist demnach anzustreben.

Auch die Wasserrechtsgesetz-Novelle 2003 fordert als Folge der europäischen Wasserrahmenrichtlinie 2000 zu § 59c die Erhebung des Wasserkreislaufes auf das Oberflächengewässer, das Grundwasser und die Quellen, den Niederschlag, die Verdunstung und die Feststoffe hinsichtlich Verteilung und Menge (LEBENS MINISTERIUM, 2005). Aufgrund dieser Novelle ergibt sich zusätzlich eine Verpflichtung für den Hydrographischen Dienst der Bundesländer, Schwebstoffdaten zu erheben.

In weiterer Folge führte dies zur Gründung der Arbeitsgruppe „Schwebstoffmessungen im Hydrographischen Dienst“. Hierbei soll ein Leitfaden für ein einheitliches Messkonzept für den Routinebetrieb von Schwebstoffmessungen erstellt werden. Zudem soll ein österreichweites Schwebstoffbasisnetz erstellt werden. Diese Arbeitsgruppe setzt sich aus Vertretern der Hydrographischen Dienste der Bundesländer, Mitarbeiter des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, -Abteilung Wasserhaushalt und der Energiewirtschaft zusammen.

### **1.2 Problemstellung**

Mithilfe des aufgebauten Schwebstoffbasisnetzes soll an den wichtigsten Gewässerabschnitten die Schwebstoffkonzentration und die transportierte Schwebstofffracht ermittelt werden. Basis dafür bilden die seit 2003 durchgeführten Pilotuntersuchungen an verschiedenen Abflussmessstellen in Österreich, welche mit Trübungssonden ausgestattet wurden.

Aus diesem Grund wurde vom Hydrographischen Dienst Burgenland die Pegelmessstelle Neumarkt/Raab, die Teil des zukünftigen Basismessnetzes ist, mit zwei optischen Trübungssonden zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Trübe, welche durch Schwebstoffe im Wasser verursacht werden, ausgestattet. Da die Trübungswerte stark von der Kornfraktion der Schwebstoffe abhängig ist, ist es notwendig, die Sondaufzeichnungen mithilfe der sondennah gewonnenen Kalibrierproben zu tatsächlichen Schwebstoffgehalten anzupassen. Die so ermittelten Werte gelten jedoch nur für den Bereich unmittelbar bei der Sonde. Um einen charakteristischen mittleren Schwebstoffgehalt des gesamten Gewässerprofils zu erhalten, muss ein Querprofilbeiwert ermittelt werden. Dafür eignen sich eine

Vielzahl von Methoden und Entnahmegerten, auf die im Kapitel Methodik nher eingegangen wird. Um eine mglichst genaue Bestimmung der Jahresfracht zu bekommen, ist es notwendig, an mglichst vielen charakteristischen Durchflssen diese im Querprofil verteilten Entnahmen durchzufhren.

### **1.3 Zielsetzung**

Die vorliegende Arbeit ist Teil eines sterreichischen Projekts zur Erstellung eines Leitfadens zur „Schwebstoffmessungen im Hydrographischen Dienst“. Ziel dabei ist - anhand des Pegels Neumarkt/Raab - die Erfassung des Schwebstofftransportes detailliert durchzufhren. Aus den gewonnenen Ergebnissen sollen etwaige Zusammenhnge verschiedener Parameter geschlossen werden, aber auch die Messstelle selbst soll charakterisiert werden. Die Erfahrungen und Erkenntnisse dieser Diplomarbeit sollen fr die Erstellung eines Leitfadens fr ein einheitliches Messkonzept konstruktiv beitragen. Besonderes Augenmerk ist auf das im Untersuchungsgebiet metapotamale Gewsserregime zu legen, da bisher erst wenige Untersuchungen mit kontinuierlich aufzeichnenden Trbungssonden an FlieBgewssern mit geringer FlieBgeschwindigkeit und geringem Geflle durchgefahrt wurden (vgl. STIMPFL, 2006).

Die wesentlichen Ziele knnen wie folgt definiert werden:

- Bestimmung relevanter Daten fr die Optimierung der Probenentnahme fr einen zuknftigen Routinebetrieb
- Untersuchung und Vergleich von unterschiedlichen Schwebstoffentnahmemethoden (Qualittssicherung)
- Bestimmung eines Zusammenhanges zwischen Aufzeichnungswerten der Trbungssonde und den Werten der sondennahen Kalibrierproben
- Bestimmung eines Zusammenhanges zwischen den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil und den Werten der Kalibrierproben

- Bilanzierung und Qualitätssicherung der Schwebstofffrachten für den Untersuchungszeitraum Sommer 2006

Als weiteres Ziel kann die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit der verwendeten Sonden hinsichtlich Qualität der aufgezeichneten Werte und der Anfälligkeit für „Fouling“ gesehen werden, da an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab sowohl eine soltix ts-line<sup>®</sup> Sonde der Firma Hach-Lange als auch eine spectro::lyser Sonde der Firma s::can unmittelbar nebeneinander eingebaut wurden.

Des Weiteren wird im Labor der Gewässergüteaufsicht Burgenland nicht die komplette Probe (1l) filtriert sondern nur jeweils 200 ml. Um eine ausreichende Homogenität zur Probenentrennung zu erreichen, wird dabei mit einem Dispergiergerät gearbeitet. Dieses Verfahren wird auf ihre Gebrauchstauglichkeit in dieser Arbeit näher untersucht.

Zur Erreichung der genannten Ziele wurden folgende Vorgangsweisen gewählt:

- Schwebstoffvielpunktmessungen mit simultaner Messung der Fließgeschwindigkeit
- Schwebstoffintegrationsmessungen mit simultaner Messung der Fließgeschwindigkeit
- Entnahme von sondennahen Kalibrierproben mit simultaner Messung der Trübe durch die beiden Sonden
- Auswertung und Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf Vergleichbarkeit, Auswertbarkeit und Genauigkeit der unterschiedlichen Verfahren und Methoden

## 2 Grundlagen

### 2.1 Definitionen aus den ÖN B 2400

Nachfolgend werden die in dieser Diplomarbeit wichtigsten Definitionen laut ÖN B 2400 genauer beschrieben.

**Feststoffe:** Gesamtheit von Geschiebe, Schwebstoffe und Schwimmstoffe.

**Geschiebe:** vom fließenden Wasser auf oder nahe der Gewässersohle gleitend, rollend oder springend fortbewegte Gesteinsteile.

**Schwimmstoffe:** jene festen Stoffe, die an der Wasseroberfläche und im Wasser schwimmen, ausgenommen Eis.

**Schwebstoffe:** im Wasser in mehr oder weniger gleichmäßiger Verteilung durch Turbulenzen in Schwebelage gehaltene feste Stoffe.

**Schwebstofffluss:** Quotient aus der durch einen Durchflussquerschnitt beförderten Schwebstoffmasse, gewogen im trockenen Zustand, und der Dauer des Transportes.

**Schwebstoffgehalt:** Quotient aus der in einer Wasserprobe enthaltenen Schwebstoffmasse, gewogen im trockenen Zustand, und dem Volumen der Probe.

**Schwebstofffracht:** über einen anzugebenden Zeitabschnitt (z.B.: 1 Jahr) summierter (integrierter) Schwebstofffluss.

### 2.2 Abgrenzung zwischen Geschiebe und Schwebstoffe

Die in einem Fließgewässer vorhandenen Feststoffe werden gewöhnlich nach der Art ihrer Fortbewegung unterteilt. Dabei unterscheidet man das Rollen, Gleiten oder Springen des Geschiebes an der Flusssohle, und weiters die Schwebstoffe, die im Wasser schwebend dahin treiben (NACHTNEBEL, 2006). Möchte man nun eine Abgrenzung zwischen diesen Zuständen, so gilt diese nur lediglich für den momentanen Bewegungszustand (Abbildung 1). Sedimente, die sich unter

bestimmten Bedingungen an der Sohle entlang bewegen, können unter Voraussetzung bestimmter Turbulenzen aufgewirbelt und schwebend im Wasser mitgeführt werden. Diese können natürlich ihren ursprünglichen Zustand wieder einnehmen. Voraussetzung für ein ständiges Schweben ist, dass sich ein Gleichgewicht zwischen dem durchschnittlichen Aufwärtstrieb durch Turbulenzen und dem gleichförmigen Fall aller Teilchen im Bezug auf das sie umgebende Wasser einstellt (NACHTNEBEL, 2006).

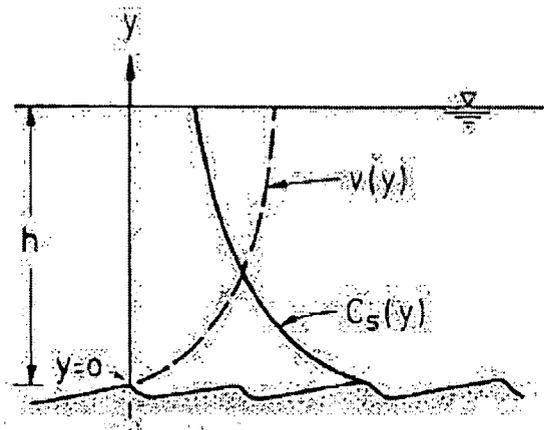


Abbildung 1: Idealisierte Verteilung von Fließgeschwindigkeit  $v$  und Schwebstoffgehalt  $C_s$  in der Vertikalen (DVWK, 1986)

Um den Übergang zwischen den beiden Zuständen zu beschreiben, wird oft ein Grenzkorndurchmesser angenommen. Brunz (1958) gibt als Erfahrungswert 0,2 mm an. Hartung (1959) geht von 1mm aus, Gallo & Rotundi (1965) verwenden 0,35mm. Das Grundproblem bei diesen Aussagen ist, dass hier das Wechselspiel der Bewegungszustände nicht berücksichtigt wird. Nach Kresser (1964) hängt es vom Verhältnis des auf die Feststoffe einwirkenden Impulses zum Gewicht ab, ob ein Teilchen zu Boden sinkt oder in Schweben bleibt. Kresser fand dabei durch Kalibrieren an verschiedenen Flüssen eine Beziehung zwischen dem kritischen Korndurchmesser  $D$  und der mittleren Geschwindigkeit (NACHTNEBEL, 2006).

$$D = \frac{v_m^2}{360 \times g} \quad (1)$$

- Wobei: D kritischer Korndurchmesser [m]  
 v<sub>m</sub> mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]  
 g Erdbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

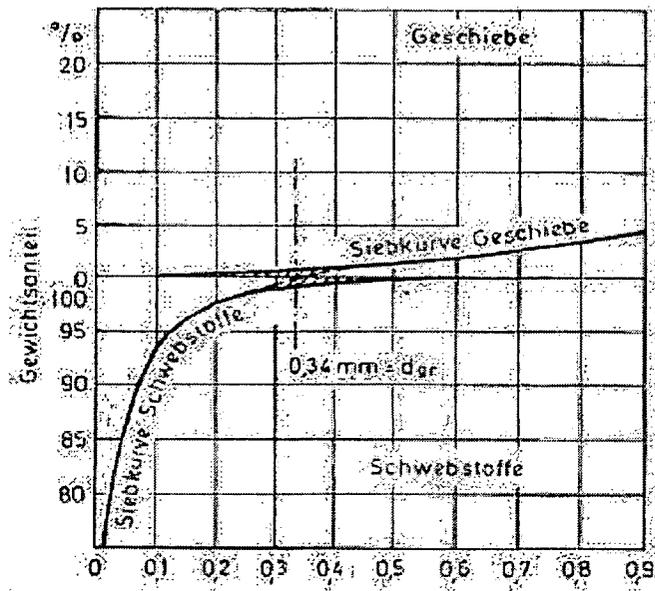


Abbildung 2: Ermitteln des Grenzkorndurchmessers, Korndurchmesser in mm (Kresser, 1964)

Schwebstoffe sind Feststoffteilchen, die mit der fließenden Welle transportiert werden. Sie bilden gemeinsam mit dem auf der Sohle oder sohnah transportierten Geschiebe und den Schwimmstoffen, die an der Wasseroberfläche schwimmen, die Feststoffe eines Gewässers (ÖN B2400).

### 3 Beschreibung des Einzugsgebietes

In diesem Kapitel wird das Einzugsgebiet der Raab hinsichtlich unterschiedlicher Faktoren beschrieben. Dabei wird in den Bereichen Geographie und Geologie der österreichische Teil der Raab beschrieben. In den restlichen Abschnitten wird das Hauptaugenmerk vor allem auf das Bearbeitungsgebiet unmittelbar an der Pegelstation Neumarkt gelegt.

#### 3.1 Geographie

Die Raab entspringt im Grazer Bergland und mündet unterhalb der ungarischen Stadt Győr in die Donau. Das Einzugsgebiet der Raab in Österreich umfasst eine Fläche von rund 4796 km<sup>2</sup> wie in Abbildung 3 violett dargestellt. Das Teileinzugsgebiet bis zur Pegelmessstelle Neumarkt/Raab hat eine Fläche von rund 956 km<sup>2</sup>. Die Länge des Einzugsgebietes beträgt 82 km, seine durchschnittliche Breite 13 km (BERGMANN, 1996).

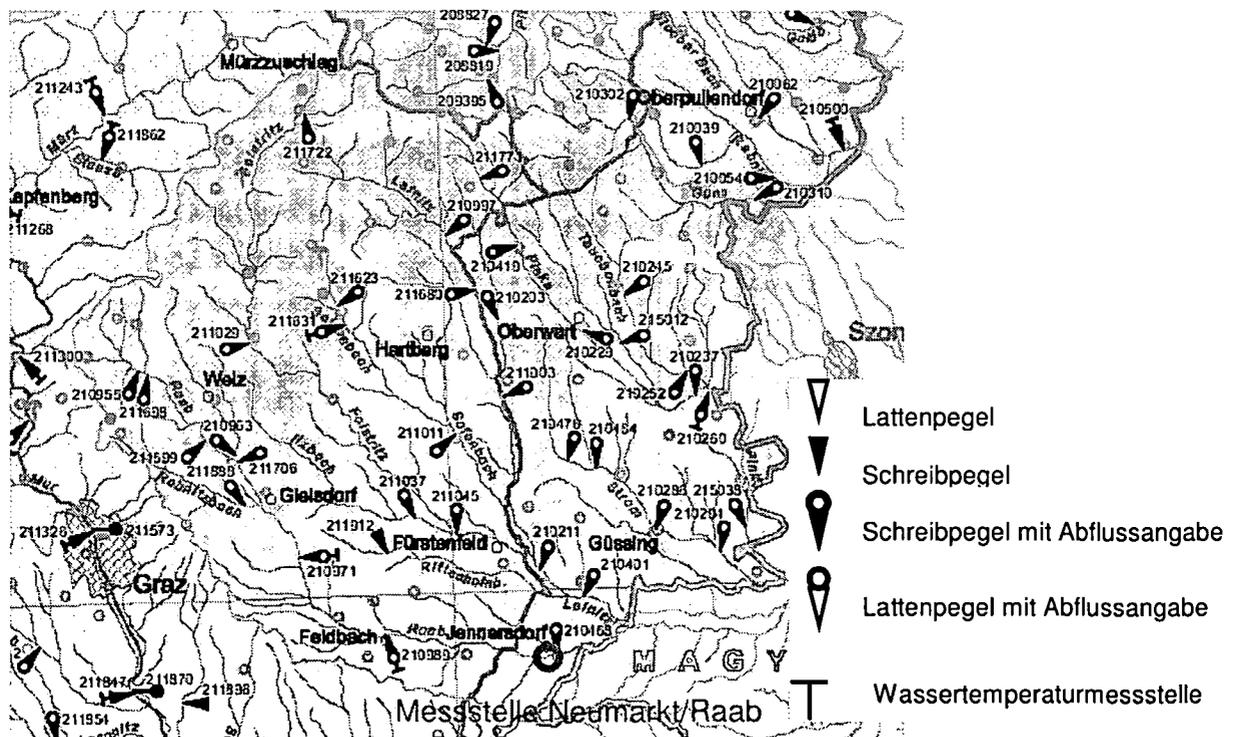


Abbildung 3: Einzugsgebiet der Raab mit Übersicht der Pegelstationen (digHAÖ, 2002)

Der Ursprung der Raab liegt an den südöstlichen Hängen des das Passailer Becken umgebenden Berglandes unterhalb der Osser – Spitze, in einer Höhe von etwa 1300m ü. A. Im weiteren Verlauf fließt die Raab durch ein etwa 5 bis 6 km langes Engtal in Richtung Südost. Nach weiteren 5 km nimmt sie den Moderbach auf und bricht sodann in der Raabklamm durch einen Kalkgebirgszug (BERGMANN, 1996). Nach diesem Durchbruch verliert das Tal seinen Klammcharakter, die Talsohle breitet sich aus und auch die Landschaft ändert sich, indem die bewaldeten Züge zurücktreten. Bei St. Ruprecht (388 m ü. A.) mündet der Weizbach in die Raab, hier tritt die Raab in das Steirische Becken ein. Bis Gleisdorf ist das Gefälle noch verhältnismäßig bedeutend, die Breite des Tales beträgt dabei durchschnittlich 1 km. Ab Gleisdorf beginnt die Raab bei einem sich stetig mehr ausbreitenden Tal zu mäandrieren. Nach 40 km, bei Studenzen, wendet sich der Fluss nach Osten und folgt dieser Richtung bis zur österreichisch-ungarischen Grenze, wobei sich hier das Gefälle allmählich verringert (Bergmann, 1996).

### **3.2 Geologie**

Die Geologie des Einzugsgebietes der Raab ist sehr komplex. Der Quellbereich am Fuße des Osser liegt im Grazer Paläozoikum, welches ein schwach metamorphes Grundgebirge ist. Es folgt eine Abfolge von Dolomitsandstein aus dem Unter- und Mitteldevon mit eingeschlossenen, von West nach Ost gerichteten Streifen aus Kanzelkalk und Barrandeikalk. Anschließend folgen inneralpine jungtertiäre Beckensedimente sowie die altpaläozoiischen Gesteine der Arzberger Schicht, Passailer Phyllit und Hundsbergquarzit. In der Raabklamm durchschneidet die Raab Schöckelkalk (FLÜGEL und NEUBAUER, 1984).

Im weiteren Verlauf der Raabklamm wird der Untergrund aus den Gesteinen des polymetamorphen Grundgebirges gebildet, und setzt sich hauptsächlich aus Glimmerschiefer, Paragneis und Einschlüssen aus Pegmatit zusammen. Das darauf folgende Tertiäre Becken besteht aus Schottern, Tonen, Sanden und Tonmergeln. Die Raab fließt nun in einem oft sehr breiten alluvialen Talboden, der im Spätpleistozän und Holozän von der Raab aufgefüllt wurde. (FÜGEL und NEUBAUER, 1884)

### 3.3 Hydrologie

Der Wasserstand an der Pegelstation Neumarkt/Raab wird seit dem 01. Jänner 1991 kontinuierlich beobachtet. Der mittlere Durchfluss beträgt 6,96 m<sup>3</sup>/s. Das niedrigste Niederwasser wurde am 22. März 1991 mit 0,191 m<sup>3</sup>/s gemessen, das höchste Hochwasser im Beobachtungszeitraum wurde am 05. April 1996 mit 225,8 m<sup>3</sup>/s beobachtet. (HD BURGENLAND, 2006)

In der nachstehenden Tabelle 1 sind die charakteristischen Durchflusswerte von 1991 bis 2006 zusammengestellt.

Tabelle 1: Durchflüsse am Pegel Neumarkt/Raab von 1991 – 2006 (Quelle: Hydrographischer Dienst Burgenland, 2006)

Reihe : 1991 - 2006

		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
NQ	m <sup>3</sup> /s	0.326	0.393	0.191	0.312	0.221	0.552	0.350	0.236	0.406	0.487	0.346	0.382	0.191 22.03.1991
NQ Tm	m <sup>3</sup> /s	1.01	1.24	1.20	1.44	1.07	1.17	0.829	0.322	1.16	1.50	1.70	1.17	0.322 23.08.2003
NNQ	m <sup>3</sup> /s	1.88	1.91	1.57	1.85	1.69	1.64	1.48	1.98	1.98	2.16	1.85	2.13	0.849
MGQ Tm	m <sup>3</sup> /s	3.45	3.32	3.53	4.01	3.39	3.10	2.75	3.19	3.93	4.30	4.75	4.27	1.74
HNQ Tm	m <sup>3</sup> /s	5.66	6.01	7.24	8.21	7.01	5.80	5.50	6.21	13.04	12.41	10.34	6.29	3.59 1996
NNQ	m <sup>3</sup> /s	1.51	2.12	1.85	2.52	1.90	2.07	1.43	1.20	2.15	2.62	2.00	1.50	2.99 2003
NQ	m <sup>3</sup> /s	5.67	4.97	6.94	7.24	6.24	7.26	6.06	7.02	7.45	7.76	8.58	8.33	6.96
HMQ	m <sup>3</sup> /s	11.19	11.13	15.51	25.72	15.79	20.20	13.85	25.80	20.58	14.96	26.62	16.17	10.96 1996
MHQ	m <sup>3</sup> /s	16.07	13.97	35.70	37.73	39.05	52.88	44.49	50.41	49.14	40.86	39.41	44.82	126.6
HQ Tm	m <sup>3</sup> /s	26.14	36.46	65.49	164.80	113.75	99.28	77.57	189.22	123.60	98.57	78.30	110.75	189.2 22.08.2005
HQ	m <sup>3</sup> /s	38.42	42.16	106.4	225.8	174.4	153.2	152.3	209.9	175.9	140.9	124.3	183.5	225.8 05.04.1996

Q95 Tm m<sup>3</sup>/s 1.71

Q95 \*) m<sup>3</sup>/s 1.61

\*) ... bei 11 Monate-Mittelwerten ermittelt

Die Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt im Jahresmittel zwischen 7,6 und 10,6 °C. Es herrscht im Raum Jennersdorf dabei ein humides Regime während des ganzen Jahres. Die Wassertemperaturen der Raab können im Winter bis knapp über 0 °C fallen und im Sommer bis auf 20 -25 °C ansteigen (HAIDER u. BODI, 2002).

Der Jahresniederschlag variiert im Schnitt zwischen 750 – 800 mm, dabei fallen durchschnittlich 25% im Frühjahr, 40% im Sommer, 25% im Herbst und 10% im

Winter. Das größte beobachtete Starkregenereignis erreichte einen Tagesniederschlag von 81 mm. Wobei hier im gesamten Raabeinzugsgebiet die jahreszeitliche Verteilung der Starkregen eine markante Häufung in den Monaten Juni, Juli und August zeigt. Der Verlauf der Schneehöhe zeigt eine kontrastreiche Abfolge von schneearmen und schneereichen Wintern mit einer mittleren Neuschneesumme von 76 mm in Jennersdorf (HAIDER u. BODI, 2002).

Der Raab kann an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab, ein pluvio-nivales Abflussregime unterstellt werden. Die Flussordnungszahl nach STRAHLER beträgt dabei in Neumarkt 5 (BERGMANN 1996).

Das Abflussverhalten zeigt eine große Bandbreite bezüglich der Jahresfracht. Dabei beträgt die Diskrepanz zwischen trockenen und feuchten Jahren 100%. Im Gegensatz zur Häufung der Starkregenereignisse in den Sommermonaten wurden mit Ausnahme der Monate Jänner und Februar zu allen Jahreszeiten Hochwasserereignisse beobachtet.

### **3.4 Wassergüte und Ökomorphologischer Zustand**

Die Raab weist im Untersuchungsgebiet die Güteklasse II (mäßig belastet) mit Tendenz zur Güteklasse II – III (kritisch belastet) auf. Die Gründe sind vor allem die unterschiedlichen Nutzungsansprüche aus Gewerbe und Industrie, aber auch intensiv genutzte landwirtschaftliche Gebiete. Laut der Grenzwerte der „Allgemeinen Immissionsverordnung Fließgewässer“ treten vor allem bei den Parametern Ammonium, Nitrat, Nitrit, TOC, DOC, Phosphat, BSB<sub>5</sub>, Mangan und geringfügig bei Natrium Grenzüberschreitungen auf (HAIDER u. BODI, 2002).

Die Gesamtbewertung der ökomorphologischen Zustandskartierung zeigt, dass die Raab im Bereich des Bearbeitungsgebiets etwa zu zwei Drittel deutlich beeinträchtigt ist. Des weiteren sind rund 30% gering beeinträchtigt, und in nur etwa einem Zehntel liegen naturnahe Verhältnisse vor, wie in der nächsten Abbildung 4 dargestellt.

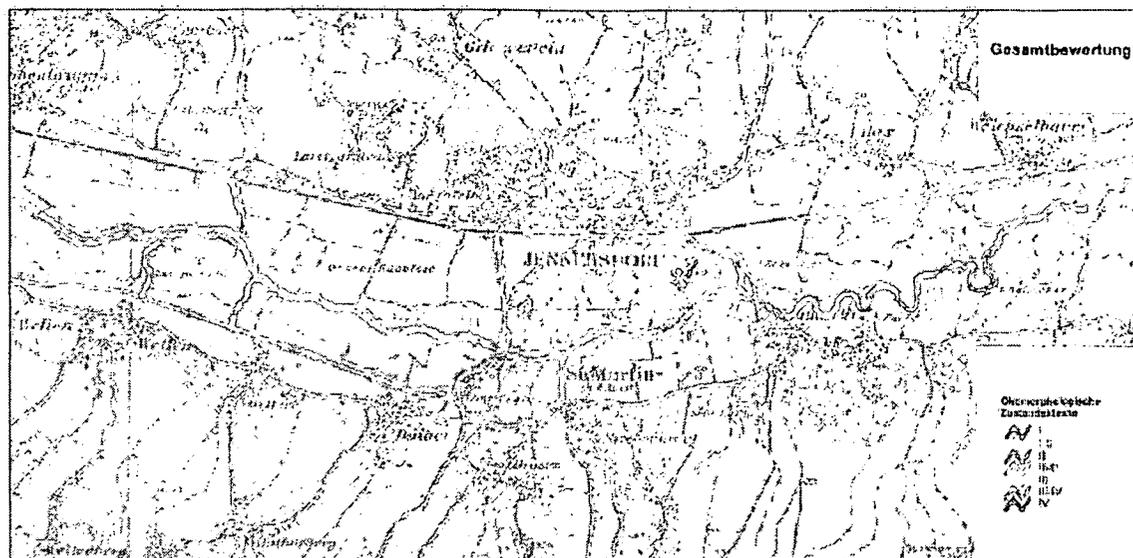


Abbildung 4: Bewertung der Raab und ihrer Zubringer entsprechend der ökomorphologischen Zustandskartierung (Quelle: HAIDER u. BODI, 2002)

### 3.5 Bauwerke, Aus- und Einleitungen

Die im Untersuchungsgebiet liegende Sohlstufe bei Gritsch und die etwa 300 m flussaufwärts der Pegelstation Neumarkt liegende Wehr Reverencic sind auch bei HQ30 und HQ100 wirksame Absturzbauwerke. Weiters gibt es vier kleine Sohlstufen zur Sohlensicherung bzw. bilden diese einen Rückstau für eine Wasserentnahme.

Die Kraftwerksanlage Reverencic nutzt die Wasserkraft direkt an einer alten Sohlstufe, welche früher als Entlastungstrechwehr der Mühle Neumarkt diente (HAIDER u. BODI, 2002). Als Fischaufstiegshilfe dient ein orographisch links liegendes Umgehungsgerinne. Das im Schwallbetrieb führende Kraftwerk hat einen Schwall mit 8 – 11 Zyklen pro Tag. Dabei beträgt die Amplitude, die durch Hilfspegel im Herbst 2000 bestimmt wurde, rund 10 cm. Während der Messtage wurden jedoch Abflussschwankungen bei Niederwasser von bis zu 30 cm beobachtet.

Im Bearbeitungsgebiet bestehen 4 bewilligte Nutzwasserentnahmen mit einer Monatsentnahmesumme von 94 l/s und 3 Bewilligungen für die Einleitung mit einer Summe von 25 l/s im Trockenfall und 345 l/s im Regenwetterfall.

### 3.6 Messstelle Neumarkt/Raab

Die Schwebstoffmessstelle Neumarkt/Raab liegt direkt am Pegel des Hydrographischen Dienstes Burgenland. Die Pegelstelle verfügt über eine mechanische Messseilbahn, welche in der Pegelhütte am orographisch linken Ufer situiert ist, siehe Abbildung 5. Zur Wasserstandsaufzeichnung stehen ein Auspersensor mit Fernübertragung und ein Lattenpegel zur Verfügung. Im Zuge der Diplomarbeit wurde am 17. 07. 2006 die Pegelstation mit den Trübungssonden Solitax ts-line® (FA. Hach - Lange) bzw. einer spectro::lyser Sonde (FA. s::can) mit den dazugehörigen Anzeigeeinheiten installiert. Nachfolgende Abbildung 5 zeigt das Profil der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab.



Abbildung 5: Pegelmessstelle Neumarkt/Raab bei Niederwasser

Nach Besichtigung der Trübungssondenmessstellen in Feldbach/Raab und Mureck/Mur entschied sich der Hydrographische Dienst Burgenland für eine Einbauvariante der Sonden, mithilfe von Kunststoffschutzrohren, die an die Pegelstiege montiert sind. Am unteren Teil der Böschung ist ein Sockel betoniert, um einen besseren Halt der Verrohrungen zu gewährleisten. Zusätzlich sind beide Kunststoffschutzrohre mit einem Gelenk versehen, um sie für diverse Wartungs- und Reinigungsarbeiten aus dem Wasser heben zu können. Beide Sonden liegen in einem Abstand von ca. 10cm in Fließrichtung, wobei die Solitax ts-line Trübungssonde etwas höher liegt. Wie Abbildung 6 zeigt, können sondennahe

## Beschreibung des Einzugsgebietes

---

Referenzproben problemlos zwischen den beiden Trübungssonden von der Pegelstiege aus gemacht werden.

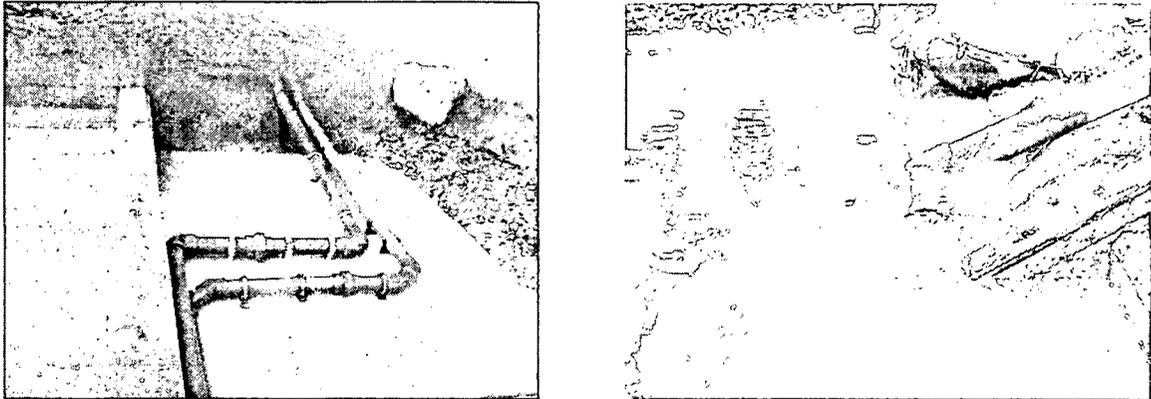


Abbildung 6: Links: Bauausführung der Sonden. Rechts: Sonden bei Niederwasser

Der Durchfluss wird am Pegel Neumarkt/Raab stark vom etwa 300m flussaufwärts liegenden Laufkraftwerk Reverncic (Abbildung 7) beeinflusst. Durch den Schwellbetrieb kam es im Sommer 2006 ausgehend von einem niedrigen Durchfluss zu solchen Schwankungen, dass es temporär vor allem in Kombination mit Niederwasser zum teilweisen Trockenfallen der linken Flusssohle kam. Daher ragte die etwas höher liegende solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde in diesen Zeitabschnitten teilweise aus dem Wasser.



Abbildung 7: Wehranlage Reverncic ca. 300m flussaufwärts der Messstelle Neumarkt/Raab

## 4 Methodik

In diesem Kapitel werden die im Rahmen der Diplomarbeit zur Datengewinnung verwendeten Entnahme-, Mess- und Auswertemethoden vorgestellt.

### 4.1 Abflussmessung

Die Abflussmessung wurde mittels eines hydrometrischen Flügels durchgeführt. Das Gerät besteht im Wesentlichen aus einem drehbar gelagerten Flügel und einem Mechanismus zur Erfassung der Anzahl der Umdrehungen. Diese werden in einem Zählgerät registriert. Die Rotation des Messflügels wird durch die Anströmung des fließenden Wassers hervorgerufen. Die Anzahl der Umdrehungen ist ein Maß für die Fließgeschwindigkeit der Stromröhre. Diese wird aus der Flügelgleichung berechnet.

$$v = a + b \times n \quad (2)$$

wobei:  $v$  = Fließgeschwindigkeit der Stromröhre [m/s]

$n$  = Anzahl der Umdrehungen

$a, b$  = Parameter der Flügelgleichung

Die Parameter  $a$  und  $b$  werden im Labor durch Eichung in einem Messgerinne ermittelt. Voraussetzung für eine korrekte Abflussbestimmung ist, dass der Abfluss während der Durchführung aller Einzelmessungen annähernd gleich groß ist. Die Anzahl der Messungen stellt daher einen Kompromiss zwischen einer möglichst genauen Erfassung der Geschwindigkeitsverteilung und der Messdauer dar.



Abbildung 8: Stangenflügel

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden die Durchflussmessungen aufgrund geringer Wasserverhältnisse und geringer Fließgeschwindigkeiten ausschließlich mit diversen Stangenflügeln durchgeführt (Abbildung 8). Die Anzahl der Messlotrechten für die Integrationsmessung schwankten zwischen 19 und 21, wobei die Messtiefen nach Krepss ermittelt wurden. Zusätzlich zu den 7 Durchflussmessungen wurden an 4 Tagen noch weitere zeitgleiche Vielpunktmessungen durchgeführt. Die Messtiefen für die Fließgeschwindigkeitsmessung richteten sich nach den für die Schwebstoffentnahme relevanten Punkten (5, 20, 60, 80 und 95% der Tiefe).

#### **4.2 Auswahl des Entnahmeverfahrens (nach Edwards & Glysson, 1991)**

Im Allgemeinen können dabei vier Fälle unterschieden werden, die sich durch Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe unterscheiden.

##### Geringe Fließgeschwindigkeit (>0,5 m/s) ohne Sand in Suspension

Hier können die Gewässerproben durch einfache Flaschenproben entnommen werden. Dabei soll die Verteilung von Schluff und Sand im Gewässer annähernd gleichmäßig verteilt sein. Die Probeflasche wird in einem 45° Winkel in das Gewässer gegen die Fließrichtung abgesenkt, für die Probeentnahme in

Fließrichtung gedreht und danach wieder gedreht. Die Befüllung ist dabei aber nicht isokinetisch, aufgrund des fehlenden Sandtransportes jedoch vertretbar. Für die Bestimmung der mittleren Schwebstoffkonzentration ist, da die Proben die Geschwindigkeitsverteilung nicht widerspiegeln, eine Geschwindigkeitsmessung notwendig.

### Hohe Fließgeschwindigkeiten (0,5 m/s – 4,0 m/s) bei einer Fließtiefe bis zu 5 m

Bei der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab waren diese Voraussetzungen während der Messtage gegeben. Hier wird mit der Integration- oder Vielpunktentnahme gearbeitet. Ausgehend von der Fließtiefe können mit einem geeigneten Entnahmegesetz Schwebstoffproben entnommen werden. In wassertrüben Gewässern wird die Probe mit einem Handsammelgerät entnommen. Bei tieferen Gewässern erfolgt die Messung von Brücken oder mit Hilfe von Messseilbahnen. Hierbei wird ein schwerer Probesammler verwendet um das Abdriften zu verhindern.

### Hohe Fließgeschwindigkeit (0,5 m/s – 4,0 m/s) bei einer Fließtiefe über 5m

Hierbei ist es nicht mehr möglich, eine korrekte Integrationsprobe zu gewinnen, da es hier zu einer Überfüllung der Probeflasche kommt. Um dies zu verhindern wird hier ein punktintegrierender Schwebstoffsammler verwendet, der mit einem steuerbaren Öffnungsventil ausgestattet ist. Dabei wird der Sammler mit einer Messseilbahn in die jeweiligen Messlotrechten mit geschlossenem Ventil bis auf die Flusssohle abgesenkt. Nach Erreichen der Sohle wird es geöffnet und der Schwebstoffsammler mit konstanter Geschwindigkeit nach oben gezogen. Danach wird in derselben Lotrechten eine zweite Messung durchgeführt. Mit geöffnetem Ventil wird der Sammler mit konstanter Geschwindigkeit bis zur Sohle abgesenkt und dann geschlossen.

### Sehr hohe Fließgeschwindigkeiten (> 4 m/s)

Durch die hohen Fließgeschwindigkeiten, aber auch durch mögliche Schwimmstoffe kommt es zu Zuständen, die es nicht ermöglichen, Schwebstoffentnahmen durchzuführen. Durch die Annahme der homogenen Durchmischung des Querschnittes genügt es in diesem Fall Proben an der Oberfläche zu entnehmen. Jedoch sollten, wenn es die Bedingungen zulassen, Integrationsentnahmen

durchgeführt werden, um diese dann in Beziehung zu den Oberflächenproben setzen zu können.

### **4.3 Indirekte Messmethoden**

Die Messung der Trübe ist eine indirekte Schwebstoffmessmethode, die weltweit sehr verbreitet ist. Dabei werden optische Messinstrumente direkt im Gewässer eingebaut. Als Trübe bezeichnet man die Verminderung der Sichtweite in einem transparenten Medium durch Streustrahlung und Adsorption, die von optisch dichteren Einlagerungen (zum Beispiel durch Partikel) verursacht wird. Mit der Messung des Trübungswertes durch Trübungssonden wird das qualitative Phänomen der Trübung quantitativ erfasst (SIGRIST-PHOTOMETER, 2005).

Zunächst werden die Sonden zur Interpretation mit einer Standardsuspension kalibriert. Die Anzeige erfolgt somit nicht in Form der gemessenen Lichtintensität, sondern als Konzentration der Kalibrierungskonzentration. Dabei werden unterschiedliche Einheiten verwendet.

FAU = „Formazin Attenuation Units“, Einheit für die Durchlichtmessung (Winkel 0°)

FTU = „Formazin Turbidity Unit“, in der Wasseraufbereitung verwendete Einheit

FNU = „Formazin Nephelometric Units“, Einheit für die Messung bei Winkel von 90°

Diese Methoden sind sowohl von der Zusammensetzung der Schwebstoffe als auch von deren Eigenschaften abhängig. Feinere Sedimente haben pro Gewichtseinheit mehr reflektierende Oberflächen, deshalb zeigt sich bei einem konstanten Schwebstoffgehalt, dass die Sondenanzeige steigt, wenn die Schwebstoffe feiner werden (SCHOLLHAMMER und WRIGHT, 2003). Daher benötigt man Kalibrierungen. Durch eine kontinuierliche Trübungsmessung ist es möglich, nach einer Kalibrierung eine kontinuierliche Schwebstoffganglinie zu erhalten (DVWK, 1986).

### 4.3.1 Solitax ts-line®(Firma Hach-Lange)

Die Sonde solitax ts-line® wurde für eine kontinuierliche Trübungsaufzeichnung am 17. Juli 2006 an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab am orographisch linken Ufer eingebaut.

Das Messprinzip basiert auf einem kombinierten Infrarot-Adsorption-Streulichtverfahren, das geringste Trübungswerte nach DIN EN 27027 genauso präzise und kontinuierlich ermittelt wie hohe Schlammgehalte. Dabei wird das von den Trübungsteilchen seitlich gestreute Licht unter einem Winkel von 90° gemessen (HACH-Lange, 2004). Der Sensoren ist ab Werk dauerhaft nach DIN ISO 7027 eingestellt, ein Korrekturfaktor ersetzt dabei die sonst aufwändige Mehrpunkt-Kalibrierung vor Ort, deshalb ist eine Nachkalibrierung nicht erforderlich. Sinnvoll ist eine regelmäßige Nullpunkt-Kontrolle. Abbildung 9 veranschaulicht dieses Messprinzip.

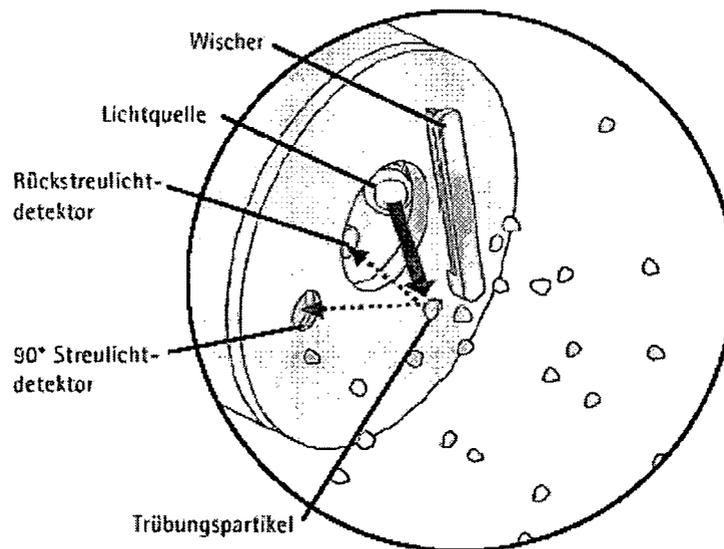


Abbildung 9: Messprinzip Solitax ts-line® (Quelle: Hach-Lange, 2004)

Um eine Verschmutzung des in Fließrichtung eingebauten Messfensters zu verhindern, wird es in regelmäßigen Intervallen mit einem automatischen Wischer, der mit einer Gummilippe ausgestattet ist, gereinigt. Während des Zeitraumes der Diplomarbeit wurde ein Wischerintervall von 15 min gewählt (Abbildung 10 links).

Die Sonde solitax ts-line® ist sowohl für die Trübungsmessung als auch für die farbunabhängige Feststoffmessung verwendbar. Die Anzeigeeinheit (SC 100) gibt

die Sondenaufzeichnungswerte entweder in der Trübungseinheit FNU oder in Feststoffwerten [mg/l] aus (Abbildung 10 rechts). Der Messbereich liegt zwischen 0,001 und 4000 FNU bzw. 0,001 bis 50 mg/l, mit einer Genauigkeit von < 1 % bzw. < 5 %. Die Messwerte können entweder im Anzeigergerät (SC 100) gespeichert und anschließend mit dem PC ausgelesen werden. Jedoch ist hierfür ein geeignetes Kabel notwendig. Aber auch wie der Ausperlsensor kann mittels direkter Übertragung an einen Datenlogger eine Datenfernübertragung der Messsignale ermöglicht werden. Dabei wird jedoch das Signal für den Datenlogger analogisiert und danach wieder digital umgewandelt weitergeleitet, was zu Datenverlusten führen kann. Im Rahmen der Diplomarbeit wurden beide Varianten der Datenübertragung verwendet.

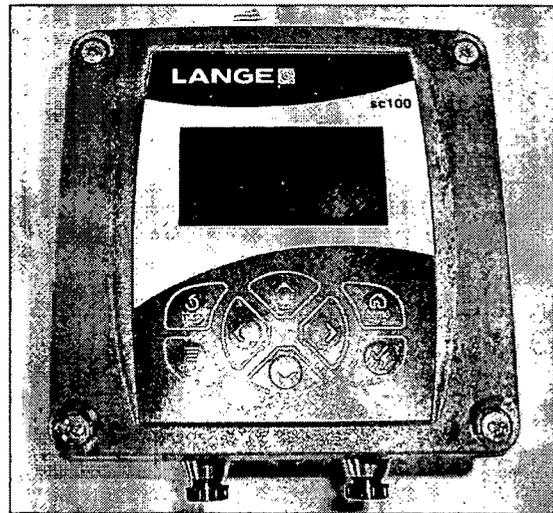


Abbildung 10: links: solitax ts-line®, rechts: Controller SC 100 (FA. HACH-Lange)

#### 4.3.2 SPECTRO::LYSER (Firma s::can)

Am 17. Juli 2006 wurde zur kontinuierlichen Messung der Wasserqualität eine s::can Spektrometersonde installiert. Diese befindet sich wie die Solitax ts-line® am orographisch linken Ufer, jedoch etwa 10 cm weiter in Richtung Flussmitte und ca. 5 cm tiefer.

Die Spektrometersonde arbeitet nach dem Messprinzip der UV-VIS-Spektrometrie. Die Inhaltsstoffe des Messmediums schwächen den von einer Lampe emittierten Lichtstrahl, der die Flüssigkeit durchquert. Nach dem Kontakt mit der Flüssigkeit wird seine Intensität von einem Detektor über einem Wellenlängenbereich von 200 –

700 nm vermessen. Jedes Molekül absorbiert Strahlung einer bestimmten und bekannten Wellenlänge. Für alle Substanzen gibt es deshalb ein charakteristisches Absorptionsspektrum, welches ihre Identifikation erlaubt. Die Konzentration der enthaltenen Substanz bestimmt die Größe des erfassten Messwertes der Lichtintensität. Je höher der Gehalt eines Stoffes ist, desto stärker dämpft er den Lichtstrahl im spezifischen Wellenlängenbereich.

Jede s::can Spektrometersonde besteht aus drei Bauteilen, der Sende-, der Empfangseinheit und der Messstrecke (Abbildung 11). Das zentrale Element der Sendeeinheit ist die Lichtquelle einer Xenon-Blitzanlage. Unterstützt wird diese von einem optischen System zur Lenkung des Lichtstrahles und einer Regelelektronik zur Steuerung der Lampe. In der Messstrecke passiert das Xenon-Licht den medienerfüllten Raum zwischen den beiden Messfenstern und kann so mit dem zu untersuchenden Messmedium in Wechselwirkung treten. Ein zweiter Lichtstrahl wird innerhalb der Sonde, als so genannter Kompensations-Lichtstrahl, über eine interne Vergleichsstrecke geführt. Dies ermöglicht es, Störungen im Messprozess zu erkennen. Jede Spektrometersonde ist folglich ein Zweistrahl-Messgerät. Die Empfangseinheit befindet sich auf der Seite des Anschlusskabels mit zwei wesentlichen Bauteilen, einem Detektor und der Betriebselektronik. Ein optisches System fokussiert Mess- und Kompensations-Lichtstrahl und leitet beide auf den Detektor. In diesem wird das Licht durch 256 fest stehende Photodioden empfangen.

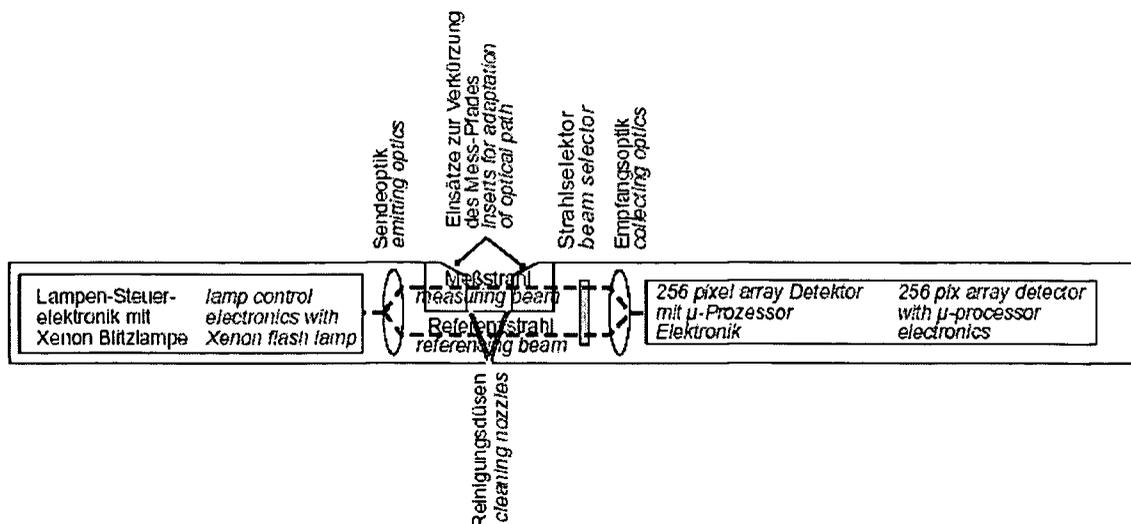


Abbildung 11: Prinzipskizze einer Spektrometersonde (Quelle: s::can, 2006 )

Die Sonde ist so eingebaut, dass die plane Fläche der Messeinheit vorzugsweise nach oben orientiert ist, d.h. die Sonde wird horizontal liegend mit senkrecht stehenden Messfenstern installiert (Abbildung 12 links). Dadurch wird sichergestellt, dass weder Gasblasen im Messspalt haften bleiben, noch Feststoffe im Messspalt sedimentieren können. Um eine Ausbildung von Belägen an den Fenstern der Messstrecke zu verhindern, wurde die Spektrometersonde zusätzlich mit einer hydraulisch-pneumatischen Reinigungsvorrichtung versehen. Dabei wurde für die automatische Reinigungseinrichtung während des Zeitraumes der Diplomarbeit ein Ausperlintervall von 2 min gewählt, das mit einem Magnetventil gesteuert wird.

Für den Betrieb der s::can Spektrometersonde und die mögliche Visualisierung, Weitergabe und Speicherung der Messergebnisse wurde der Bedienrechner con::start eingesetzt (Abbildung 12 rechts). Die Bedienung erfolgt mittels der Betriebssoftware ana::lyte. Mit so genannten „Fingerprints“ kann nach der Auswertung von Referenzproben eine lokale Kalibrierung durchgeführt werden. Neben dem Parameter der Trübung in FTU wurde auch noch der Nitratwert in mg/l, der TOC in mg/l und der DOC in mg/l aufgezeichnet.

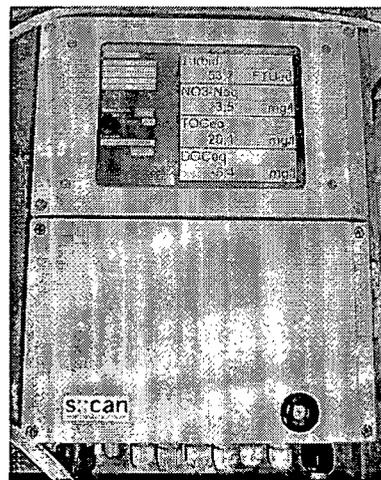
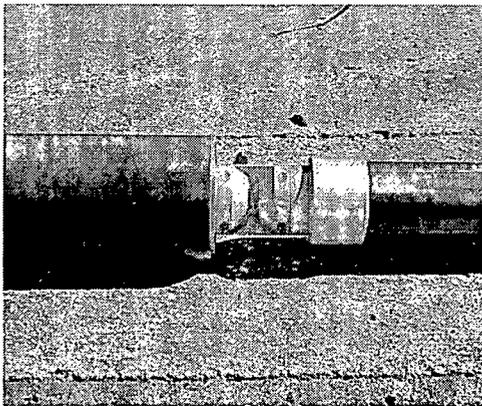


Abbildung 12: links: Messkopf der Spektrometersonde, rechts: Controller con::start (FA. s::can)

#### 4.4 Direkte Schwebstoffentnahme

Bei der direkten Schwebstoffentnahmemethode wird aus dem Gewässerquerschnitt an einem oder mehreren definierten Punkten Wasserproben entnommen. Diese werden zur weiteren Bestimmung des Feststoffgehalts gravimetrisch nach ÖNORM

---

M 6274 und DIN 38409 mittels Druckluftfiltrationsanlage einer Auswertung unterzogen. Als Ergebnis erhält man den Schwebstoffgehalt für ein bestimmtes Wasservolumen. Die richtige Entnahme der Wasserproben und die anschließende korrekte Behandlung und Auswertung bilden die Grundvoraussetzung für die einwandfreie Bestimmung des Schwebstoffgehalts des Gewässers. Es empfiehlt sich dabei, die gewonnenen Proben ausreichend zu beschriften um spätere Verwechslungen bei der Auswertung zu entgehen.

Die nachfolgend beschriebenen Integrations- und Vielpunktentnahmen sollen die Verteilung der Schwebstoffgehalte im Messquerschnitt zeigen. Jede Entnahme muss mit einer Geschwindigkeitsmessung kombiniert werden, um eine genaue Auswertung zu gewährleisten. Außerdem soll aufgezeigt werden, ob der Schwebstoffwert der sondennahen Einpunktentnahme mit einem Umrechnungs- bzw. „Korrekturfaktors“ (Querprofilbeiwert) versehen werden muss. Dafür werden im Dreißig-Minuten-Intervall während der Messungen sondennahe Referenz- oder Kalibrierungsproben entnommen.

#### **4.4.1 Einpunktentnahmen**

Wasserproben können gemäß DVWK (1986) mit Hilfe von Eimern, Flaschen oder Pumpen direkt von Brücken, Seilkrananlagen, Booten oder Messstegen ausgenommen werden. Vor allem die Entnahme von Brücken aus hat sich bei schnell fließenden Gewässern und bei Hochwasser bewährt.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden die Einpunktentnahmen grundsätzlich für die Entnahme von sondennahen Referenzproben verwendet. Hierbei wird eine 1000 ml Weithalsflasche, die auf einer Sta33nge befestigt ist, in Sondennähe abgesenkt. Um einen möglichst isokinetischen Zustand zu erreichen, wurde am Flaschenhals ein punktintegrierendes Gestänge montiert (Abbildung 13). Dieses Gestänge gleicht dem Kopf eines Nielsen Samplers, wobei der Durchmesser des Einlaufes 6mm und der der Entlüftung 4mm beträgt. Die Probe ist möglichst im Bereich der Optik der beiden Sonden zu entnehmen. Zudem wird das punktintegrierende Entnahmegesetz rasch auf die gewünschte Wassertiefe abgesenkt, und gewartet, bis keine Luftblasen mehr aus dem Sammler entweichen. Danach wird es wieder rasch aus dem Gewässer gezogen, um möglichst keine verfälschten Kalibrierproben zu erhalten.

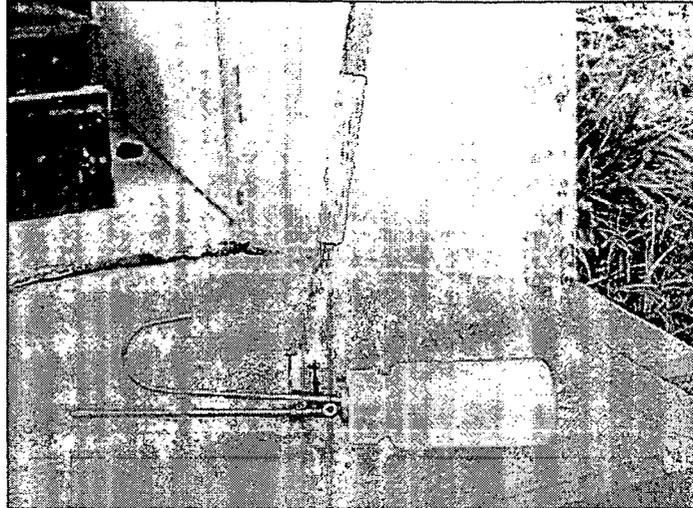


Abbildung 13: Punktintegrierender Probennehmer

#### 4.4.2 Integrationsentnahme

Dabei wird das geeignete Entnahmegesetz mit konstanter Geschwindigkeit von der Wasseroberfläche aus an die Sohle und wieder zurück an die Oberfläche geführt. Daraus erhält man den mittleren Schwebstoffgehalt der jeweiligen Lotrechten. Der Vorteil der Integrationsmethode liegt in der schnelleren Durchführbarkeit als bei der Vielpunktentnahme. Für die korrekte Auswertung der Integrationsentnahme wird die Flügelmessung annähernd zeitgleich durchgeführt, da ein isokinetischer Zustand des Entnahmegesetz nicht gewährleistet ist.

Grundsätzlich kann man zwei Ausführungsvarianten bei der Integrationsmethode unterscheiden (EDWARDS und GLYSSON, 1999).

##### „Equal-Width-Increment“ (EWI) – „Identische Breite“-Methode

Zunächst wird der komplette Abflussquerschnitt in mindestens 10 Abschnitte identischer Breite unterteilt. Die Bestimmung der Stationierung von den Messlotrechten ist jeweils in der Mitte der zuvor definierten Breitenabschnitte (Abbildung 14). Für die Bestimmung der zulässigen Absenk- und Hubgeschwindigkeit, die konstant bleiben müssen, ist jene Lotrechte auszuwählen, deren Produkt aus der mittleren Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe am größten ist. An dieser Lotrechte ist nun die erforderliche Absenk- und Hubgeschwindigkeit so zu wählen, dass einerseits ein Überfüllen der Probeflasche gerade nicht stattfindet bzw. die maximale Entnahmegeschwindigkeit von  $0,4 \cdot v_m$  nicht

überschritten wird, wobei  $v_m$  die mittlere Fließgeschwindigkeit dieser Vertikalen darstellt. Die somit ermittelte Absenkgeschwindigkeit muss gleich der Hubgeschwindigkeit sein und ist für alle Messlotrechten anzuwenden, wodurch sich durch die isokinetische Entnahmekarakteristik unterschiedliche Probenmengen ergeben.

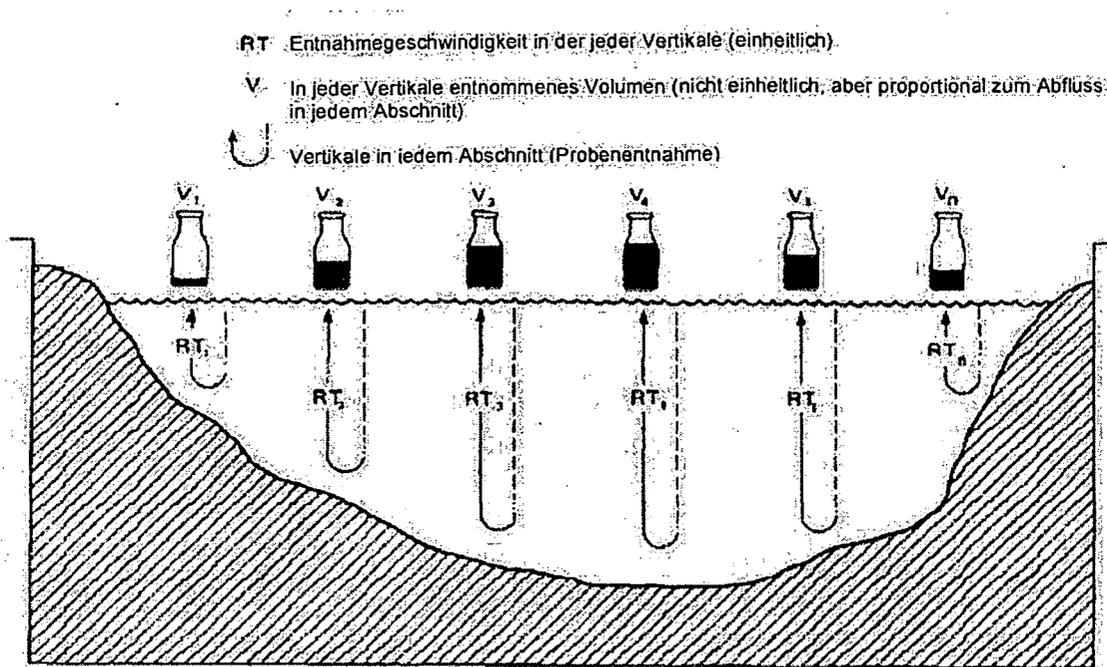


Abbildung 14: Durchführung einer integrativen Schwebstoffentnahme unter Verwendung der „Equal-Width-Increment“ – „Identischen Breite“ – Methode (Quelle: mod. n. EDWARDS und GLYSSON, 1999)

Im Labor lässt sich nun aus den einzelnen Proben die mittlere Schwebstoffkonzentration für die jeweiligen Lotrechten ermitteln. Um die mittlere, mit dem jeweiligen Abfluss gewichtete Schwebstoffkonzentration für das komplette Querprofil zu bekommen, werden alle Proben des Messquerschnittes gedanklich zusammenschüttet. Daraus erhält man nun den mittleren Schwebstoffgehalt. Die durch die Geschwindigkeitsverteilung ermittelte Gewichtung ist notwendig, da diese verschieden (mit den jeweiligen Konzentrationen) zum Schwebstofftransport im gesamten Querprofil beiträgt.

Diese Methode ist gut geeignet für seichte, durchwatbare Flüsse und für Sandbettflüsse, in welchen die Abflussverteilung im Messquerschnitt nicht stabil ist.

Aus diesem Grund wurde diese Methode auch an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab eingesetzt.

„Equal-Discharge-Increment“ (EDI) – „Identischer Abfluss“ – Methode

Bei dieser Methode erfolgt die Einteilung der benetzte Breite des betreffenden Querprofils in Abschnitte mit gleichem Abfluss. Die Proben werden jeweils in der Mitte der jeweiligen Bereiche entnommen (Abbildung 15). Voraussetzung ist eine gute Kenntnis der Verteilung des Abflusses über den beobachteten Querschnitt. Es ist daher notwendig eine direkte Abflussmessung vor Bestimmung der Messlotrechten durchzuführen, es sei denn, es liegen gute und langjährige Abflussbeobachtungen vor. Die Vorteile dieser Methode liegen darin, dass weniger Messungen benötigt werden, und somit rascher durchgeführt werden können. Dies ist vor allem bei insationären Zuständen von Bedeutung.

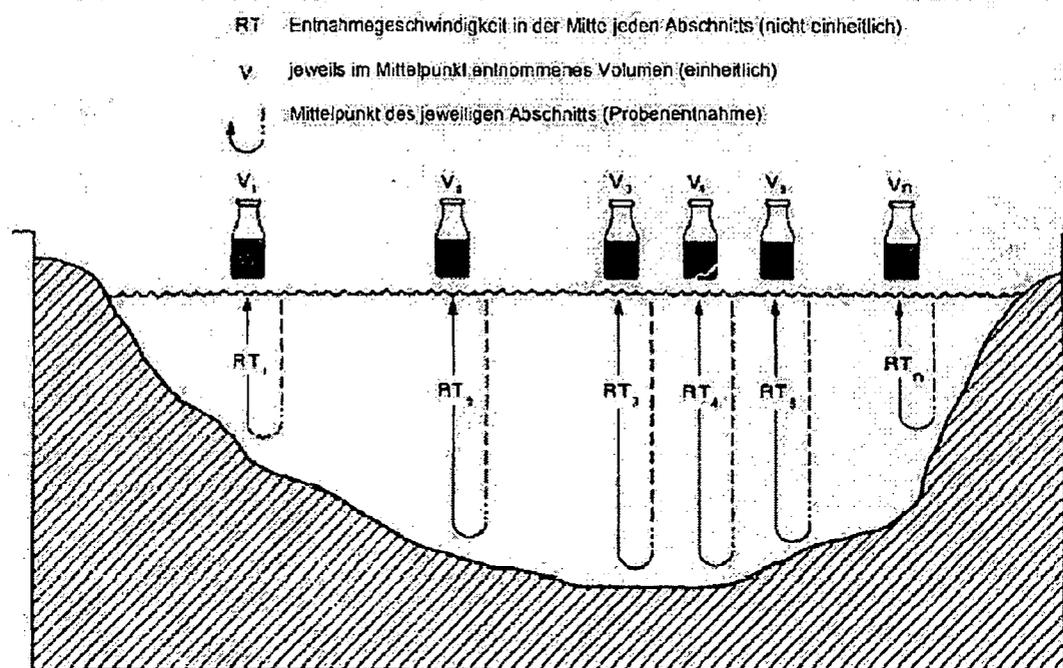


Abbildung 15: Durchführung einer integrativen Schwebstoffentnahme unter Verwendung der „Equal-Discharge-Increment“ – „Identischer Abfluss“ – Methode (Quelle: mod. n. EDWARDS und GLYSSON, 1999)

Als Entnahmegerate wurden für die Diplomarbeit das schon beschriebene punktintegrierende Handentnahmegerat (Abbildung 13) und ein Nielsen Sammler mit

kurzer Flosse (Abbildung 16), der vom Hydrographischen Dienst Niederösterreich für einen Zeitraum von drei Monaten geliehen wurde eingesetzt.

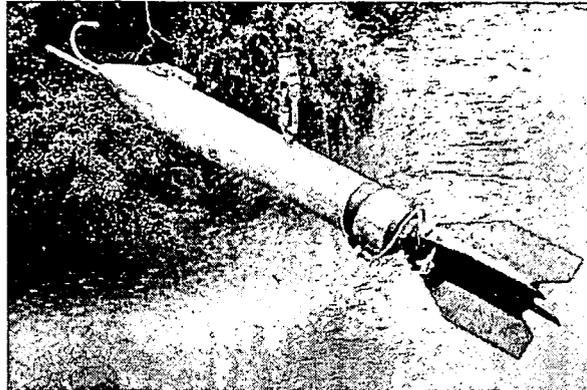


Abbildung 16: Nielsen Sampler mit kurzer Flosse (Quelle: STIMPFL, 2006)

#### 4.4.3 Vielpunktentnahme

Hierbei wird der Messquerschnitt in 5 bis 8 Abschnitte identischer Größe unterteilt, in denen in vordefinierten Tiefen jeweils eine Probe genommen wird. Der Abstand der Lotrechten richtet sich nach der Breite des Gewässers und kann in extremen Fällen bis zu 30m betragen. Die Stationierung der Messlotrechten hat jeweils in den Mittelpunkten der zuvor definierten Breitenabschnitte zu erfolgen. Die Festlegung der Entnahmetiefen je Lotrechte richtet sich nach der Wassertiefe. Für größere Gewässer werden Entnahmen in 5 Tiefenstufen vorgesehen ( $0,05 \cdot h$ ,  $0,2 \cdot h$ ,  $0,6 \cdot h$ ,  $0,8 \cdot h$ ,  $0,95 \cdot h$ ), wobei  $h$  jeweils die Gewässertiefe (gemessen von der Sohle) darstellt.

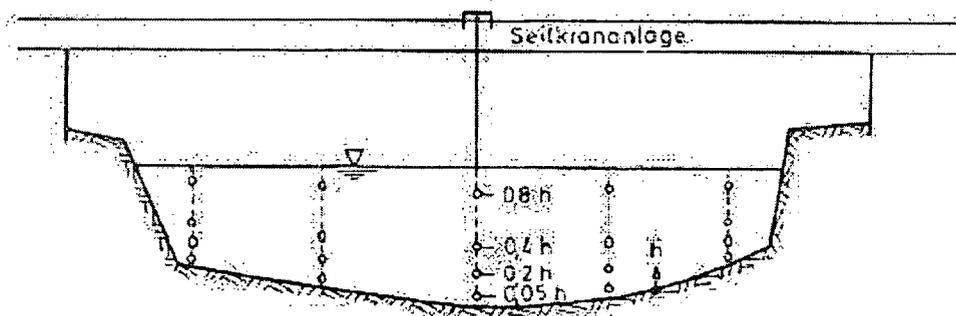


Abbildung 17: Schema einer Vielpunktentnahme in 5 Lotrechten und 4 Tiefenstufen

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde der Messquerschnitt für die Vielpunktentnahme in 5 Abschnitte unterteilt, in denen aufgrund der geringen Wasserstände letztlich nur

in 3 Tiefenstufen (0,2\*h, 0,6\*h, 0,8\*h) gemessen werden konnte. Hierfür wurden die Wassertiefen in den interessierenden Messlotrechten jeweils mit einer zuvor durchgeführten Flügelmessung bestimmt. Bei schnell fließenden Gewässern ist die Abdrift entsprechend zu kompensieren.

Für die isokinetische Probeentnahme standen ein punktintegrierendes Handentnahmegerät (Abbildung 13) und ein Nielsen Sampler (Abbildung 16) zur Verfügung. Aufgrund des geringen Wasserstandes während aller Messtage wurde das Handentnahmegerät bevorzugt. Da beide Geräte über kein steuerbares Öffnungsventil verfügen, musste das punktintegrierende Handentnahmegerät rasch auf die zuvor berechneten Tiefen abgesenkt, und nach dem Befüllen wieder rasch gehoben werden, um Messwertverfälschungen so gering wie möglich zu halten. Dabei soll die Probeflasche nicht überfüllt werden, aber auch nicht weniger als 2/3 der möglichen Probemenge enthalten. Aus den Werten des ganzen Querschnitts wird daraus die mittlere Schwebstoffkonzentration bestimmt. Diese sich aus der Geschwindigkeitsverteilung ergebende Gewichtung ist notwendig, um die Konzentration, die aufgrund der unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten entsprechend verschieden zum Schwebstofftransport im gesamten Querprofil beiträgt, korrekt repräsentieren zu können.

#### **4.5 Entnahme einer Großprobe**

Um eine Korngrößenanalyse der Schwebstoffe durchführen zu können, ist die Entnahme von Großproben erforderlich. Dabei ist es notwendig, dass mindestens 1 bis 2 Gramm Trockensubstanz der Schwebstoffteilchen je Großprobe vorhanden sein müssen, um eine repräsentativen Analyse durchführen zu können. Aus diesem Grund richtet sich die Entnahmemenge nach dem Schwebstoffgehalt des Gewässers (STRASSER, 1998).

Da im Rahmen der Diplomarbeit keine Großprobe an der Pegelstation Neumarkt/Raab durchgeführt wurde, beziehen sich die Daten auf die von Frau G. Stimpfl im Jahr 2005 entnommenen Proben an der Pegelstelle Feldbach/Raab 17 km flussaufwärts. Wegen annähernd gleicher Verhältnisse wird eine ähnliche Korngrößenverteilung an der Messstelle Neumarkt/Raab angenommen.

## 4.6 Bestimmung des Schwebstoffgehalts

Die mit in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Methoden gewonnenen Proben wurden im Labor der Gewässergüteaufsicht Burgenland ausgewertet. Dabei wurde darauf geachtet, dass die gewonnenen Proben so rasch als möglich in das Labor nach Wulkaprodersdorf gebracht wurden, wo sie bis zur Auswertung bei konstanten 4°C dunkel gelagert wurden. Die von der Pegelbeobachterin ab September 2006 gewonnenen Proben wurden bis zum Transport in das Labor in einem Kühlschrank im Pegelhaus gelagert. Alle Messproben wurden mit Hilfe einer Druckluftfiltrationsanlage gefiltert und so die abfiltrierbaren Stoffe  $\beta_A$  bestimmt (Abbildung 18). Die abfiltrierbaren Stoffe sind die volumsbezogene Masse der im Wasser enthaltenen ungelösten Stoffe, die unter bestimmten Bedingungen abfiltriert und im Anschluss an ein festgelegtes Trocknungsverfahren ausgewogen wurde. Abfiltrierbare Stoffe werden auf das Volumen der Wasserprobe, in der sie bestimmt wurden, bezogen und in mg/l angegeben (DIN 38 409, 1987).

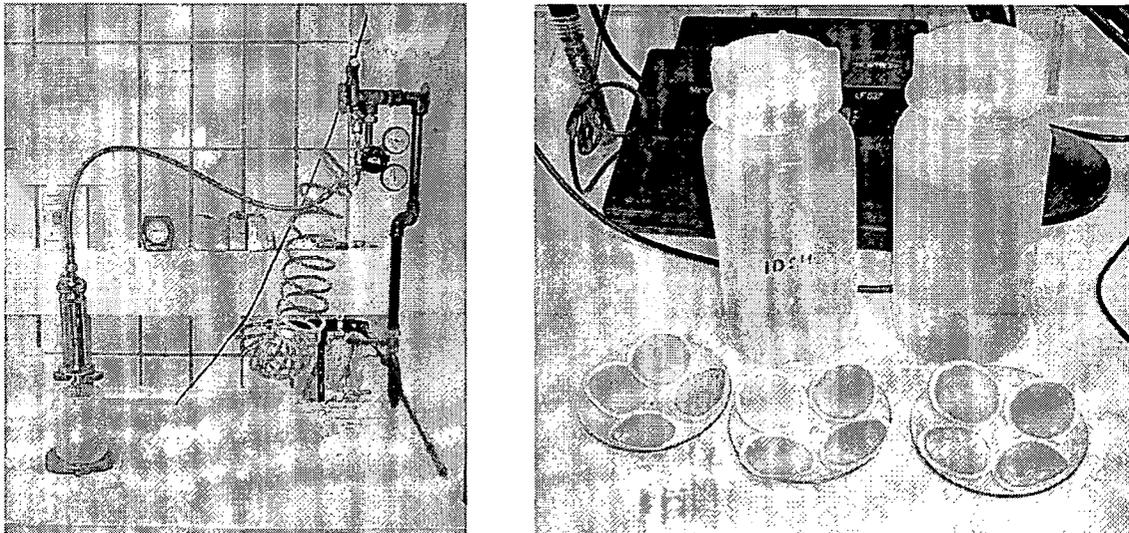


Abbildung 18: links: Druckluftfiltrationsanlage, rechts: belegte Filter mit Originalproben

Als Filtermaterial werden weiße, steril verpackte Membranfilter aus Cellulosemischester (Celluloseacetat bzw. Cellulosenitrat) mit einem Porendurchmesser von 0,45  $\mu\text{m}$  und einem Durchmesser von 47 mm verwendet. Diese wurden vor ihrer Verwendung zunächst beschriftet, danach in destilliertem Wasser geschwenkt und auf einem Wägegglas im Trockenschrank bei 105°C getrocknet. Des Weiteren wurde das Wägegglas mit getrocknetem Membranfilter im

Exsikkator innerhalb von 30 – 60 min auf Raumtemperatur abgekühlt. Danach wurde der Membranfilter mit einer Genauigkeit von 1 mg gewogen. Die so vorkonditionierten Filter wurden im Anschluss mit Beschriftung nach unten in die Druckluftfiltrationsanlage eingelegt. Daraufhin wurde der Kolben der Druckluftfiltrationsanlage mit 200 ml der Suspension befüllt, danach verschlossen und mit Druckluft durch den Membranfilter filtriert. Es wurde hierbei nicht die komplette Probe filtriert, sondern nur 200 ml. Um eine repräsentative Teilprobe zu erhalten wurde mit einem Dispergiergerät gearbeitet (siehe Kapitel 4.6.1). Der belegte Filter wurde im Anschluss wieder auf einem Wägegglas für mindestens 2 Stunden in den Trockenschrank bei 105°C getrocknet, im Exsikkator für 30 – 60 min auf Raumtemperatur wieder abgekühlt und im Anschluss gewogen. Die Trockenmasse  $T_M$  der abfiltrierten Stoffe wird als konstant angesehen, wenn ihr Gewicht nach einer weiteren halbstündigen Trocknung vom vorhergehenden Wert um nicht mehr als 2 g abweicht. Ist dies nicht der Fall, ist die Trocknung so lange zu wiederholen, bis die Gewichtskonstanz erreicht ist. Nach jeder Filtration einer Probe wird die komplette Druckluftfiltrationsanlage mit destilliertem Wasser gespült.

Die abfiltrierbaren Stoffe werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\beta_A = \left[ \frac{m_b - m_a}{V_p} \right] * f \quad (3)$$

- wobei:
- $\beta_A$  abfiltrierbare Stoffe [mg/l]
  - $m_b$  Masse des belegten, getrockneten Filters [g]
  - $m_a$  Masse des vorkonditionierten Membranfilters [g]
  - $V_p$  Volumen der filtrierten Wasserprobe [l]
  - f Faktor:  $f = 1000 \text{ mg/g}$

Der somit erhaltene Schwebstoffgehalt ist mit gewissen Messunsicherheiten behaftet, welche einerseits durch die Waage selbst, den Multiplikationsfaktor des Volumens und andererseits durch unsachgemäße Probeentnahmemethoden entstehen können. Weitere Fehler können auftreten, wenn Sandkörner absinken und

eventuell nicht ausgespült werden können oder dass Feststoffteilchen am Kolben anhaften und nicht zum Filter gelangen.

#### 4.6.1 Dispergiergerät ULTRA-TURRAX® T 25 basic

Bei der Filtrierung für den Schwebstoffgehalt wurde im aktuellen Fall nicht die komplette Probe ausgewertet, sondern jeweils nur 200 ml. Um eine ausreichend repräsentative Probe zu erhalten wurde das Dispergier- bzw. Emulgiergerät ULTRA-TURRAX® T 25 basic eingesetzt (Abbildung 19). Unter Dispergieren versteht man das Zerteilen und Auseinanderstreuen einer festen, flüssigen oder gasigen Phase in einem, mit dieser Phase nicht vollkommenen mischbaren, Kontinuum.

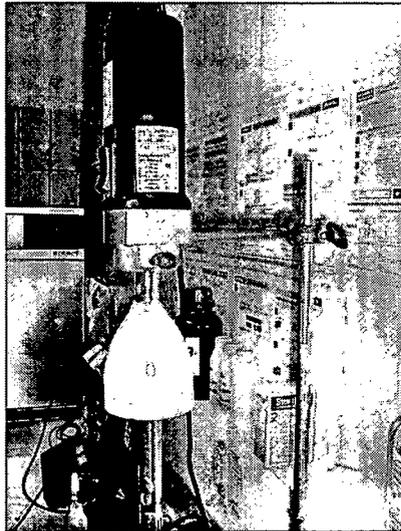


Abbildung 19: Dispergiergerät mit Stativmontage

Dieses Dispergiergerät arbeitet nach dem Rotor-Stator-Prinzip (Abbildung 20). Zunächst wird der Stator in die zu untersuchende komplette Probe getaucht, dafür eignen sich Probeflaschen mit weitem Hals besonders gut. Aufgrund der hohen Drehzahl des Rotors wird das zu verarbeitende Medium selbstständig axial in den Dispergierkopf gesaugt und anschließend radial durch die Schlitze der Rotor-Stator Anordnung gepresst. Durch die hohen Beschleunigungskräfte wird das Material von sehr starken Scher- und Schubkräften beansprucht. Im Scherspalt zwischen Rotor und Stator tritt zunächst eine große Turbulenz auf, die zu einer optimalen Durchmischung der Suspension rührt.

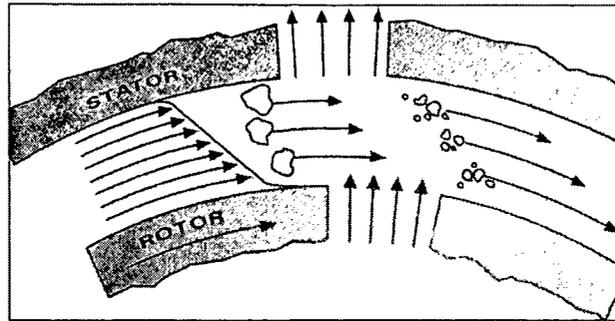


Abbildung 20: Rotor-Stator-Prinzip des Dispergiergerätes (Quelle: STAUFEN, 2002)

Maßgebend für den Dispergierwirkungsgrad ist das Produkt aus Schergradient und der Verweilzeit der Partikel im Scherfeld. Der optimale Bereich für die Umfangsgeschwindigkeit der Rotor-Stator-Anordnung liegt bei 10 – 24 m/s. Meist reicht eine Bearbeitungszeit von wenigen Minuten, um die gewünschte Endfeinheit zu erzeugen. Lange Bearbeitungszeiten verbessern die erreichbare Feinheit nur unwesentlich, sie erhöhen lediglich die Temperatur des Mediums durch die eingebrachte Energie (STAUFEN, 2002).

Durch diese Wahl der Auswertung erzielt man eine enorme Zeitersparnis, vor allem bei Proben mit hohem Schwebstoffanteil. Bei der Gewässergüteaufsicht Burgenland gilt diese Methode als Standard.

## 4.7 Auswertung, Kontrolle der Ganglinie und Frachtberechnung

### 4.7.1 Auswertekonzept für die Schwebstoffberechnung

Die Voraussetzung für eine kontinuierliche Berechnung der Schwebstofffracht eines Gewässers stellt die korrekte und ständige Aufzeichnung von Trübungssondenwerten dar. Dabei wurden für die Auswertung von beiden Sonden die 15 min Mittelwerte herangezogen. Es wird ein Zusammenhang zwischen den Werten der entnommenen ufernahen Kalibrierproben und den zur gleichen Zeit aufgezeichneten Werten der Trübungssonden hergestellt. Daraus erhält man die umgerechneten bzw. tatsächlich sondennahen Schwebstoffkonzentrationen. Des Weiteren werden diese Werte mit Hilfe von Beiwerten, die für den Messquerschnitt ermittelt wurden (Querprofilbeiwert), in mittlere Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil übergeführt. Die Schwebstofffracht wird schließlich aus den so kalibrierten Aufzeichnungswerten der beiden Trübungssonden gewonnen.

#### 4.7.2 Auswertung der Integrationsmessung

Die Auswertung der Integrationsmessung kann grundsätzlich mit zwei Methoden ausgeführt werden, wobei die isokinetische bzw. nicht-isokinetische Entnahme der entscheidende Faktor ist. Isokinetisch bedeutet, dass die Einströmgeschwindigkeit in den Probensammler gleich der lokalen Fließgeschwindigkeit des Gewässers ist.

##### Integrationsentnahme – Variante 1

Voraussetzung für diese Methode ist die Verwendung eines isokinetischen Probennehmers, hier kann die Schwebstofffracht bereits mit der Geschwindigkeit als gewichtet betrachtet werden. Laut EDWARDS und GLYSSON, 1999 gewährleistet nur der US-P61 Sampler (Abbildung 21) eine isokinetische Probenahme, wobei die entnommene Probe mit der Geschwindigkeit und so mit dem jeweiligen Abfluss gewichtet ist. Daraus erhält man den mittleren Schwebstoffgehalt einer Lotrechten, welcher repräsentativ für die definierte Breite der Lotrechten ist. Für die Ermittlung der mittleren Schwebstoffkonzentration bezogen auf den Abfluss, wird der Quotient aus der Summe aller Schwebstoffgehalte der Lotrechten und der Summe aller Entnahmemengen gebildet.

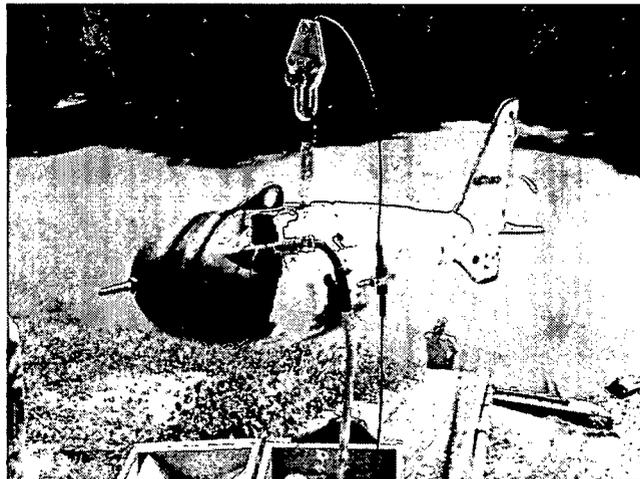


Abbildung 21: US-P61 Sampler mit steuerbarem Öffnungsventil

##### Integrationsentnahme – Variante 2

Die Probenahme erfolgt mit einem weitgehend isokinetischen Entnahmegesetz, wie zum Beispiel dem Nielsen Sampler oder dem während der Messtage in Neumarkt/Raab verwendeten punktintegrierenden Handentnahmegesetz. Hierbei

muss der Schwebstoffgehalt jeder Messlotrechten noch mit der mittleren Fließgeschwindigkeit multipliziert werden. Daher wurde im Vorfeld jeder Entnahme eine Flügelmessung durchgeführt. Die weitere Auswertung erfolgte, indem der Schwebstofftrieb je Lotrechte als Produkt aus dem mit der mittleren Geschwindigkeit gewichteten Schwebstoffgehalt und der entsprechenden Wassertiefe gebildet wurde. Die Berechnung der Schwebstofffracht erfolgte anhand der Trapezformel, auf die in der Vielpunktmessung näher eingegangen wird. Tabelle 2 zeigt die Auswertung am Beispiel der Integrationsmessung, die am 22.08.2006 durchgeführt wurde.

Tabelle 2: Auswertung der Integrationsmessung vom 22.02.2006

Auswertung Schwebstofftransport 22.08.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s \cdot V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h (t_v)$			$C_s \cdot V_m$	$f_{Cs} = (C_s \cdot V_m) \cdot h$	$b$	$m_{s0} = [(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs0}) / 2] \cdot (b_{(i+1)} - b_0)$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> s]	[g/m <sup>2</sup> s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,13
L1	0,20	32,50	0,20	6,65	1,33	0,2	1,40
L2	0,18	31,00	0,26	8,11	1,46	1,2	1,48
L3	0,16	34,00	0,28	9,40	1,50	2,2	1,60
L4	0,16	31,50	0,34	10,62	1,70	3,2	1,83
L5	0,16	34,00	0,36	12,24	1,96	4,2	2,12
L6	0,19	34,00	0,35	11,96	2,27	5,2	3,02
L7	0,22	37,00	0,46	17,16	3,77	6,2	4,12
L8	0,27	33,00	0,50	16,55	4,47	7,2	5,27
L9	0,32	34,00	0,56	18,94	6,06	8,2	6,70
L10	0,37	32,50	0,61	19,84	7,34	9,2	7,94
L11	0,41	33,50	0,62	20,84	8,54	10,2	9,69
L12	0,45	35,50	0,68	24,07	10,83	11,2	11,39
L13	0,48	37,00	0,67	24,89	11,95	12,2	13,40
L14	0,51	38,00	0,77	29,11	14,85	13,2	15,36
L15	0,53	39,50	0,76	29,94	15,87	14,2	14,49
L16	0,52	37,00	0,68	25,22	13,11	15,2	12,84
L17	0,49	36,50	0,70	25,64	12,56	16,2	10,17
L18	0,44	35,00	0,50	17,65	7,77	17,2	6,83
L19	0,39	36,50	0,41	15,11	5,89	18,2	3,43
L20	0,26	40,00	0,17	6,68	1,74	19,1	0,35
					0,00	19,5	0,00

mittlere Wasserstand =	172	cm
mittlere Abfluß =	3,73314	m <sup>3</sup> /s
mittlere Schwebstoffgehalt =	35,1	g/m <sup>3</sup>

Schwebstofftransport =	133,55	g/s
	0,13	kg/s
$C_m$	35,77	g/m <sup>3</sup> od. mg/l

Schwebstofftransport:	
	133,55 g/s
	0,13 kg/s

### 4.7.3 Auswertung der Vielpunktmessung

Die Auswertung kann grundsätzlich rechnerisch oder graphisch durchgeführt werden. Im Rahmen der Diplomarbeit erfolgte die Auswertung ausschließlich rechnerisch. Hierbei werden die Lotrechten und das Querprofil in Rechtecke und Trapeze unterteilt. Zunächst wird in jeder Messlotrechten und in jedem Messpunkt das Produkt aus dem im Labor ermittelten Schwebstoffgehalt und der jeweiligen Fließgeschwindigkeit gebildet. Der Inhalt der Fläche in jeder Lotrechten ergibt den Schwebstofftrieb abhängig vom Wasserstand. Hierbei bezieht sich der

Schwebstofftrieb auf eine 1 m Querschnittsfläche. Die Flächen werden anhand von Rechtecken und Trapezen ermittelt.

Der Teilbereich zwischen Wasseroberfläche und erstem Punkt sowie Wassersohle und letztem Punkt werden mit Rechtecken gerechnet, die restlichen Punkte werden mit Hilfe von Trapezen angenähert. Der Schwebstofftransport für das gesamte Querprofil wird aus der Trapezformel, aus den Schwebstofftrieben der einzelnen Lotrechten und den wirkenden Breiten errechnet. Am linken und rechten Ufer des Querprofils wird der Schwebstofftrieb gleich Null gesetzt. Abbildung 22 zeigt dieses Verfahren in graphischer Form.

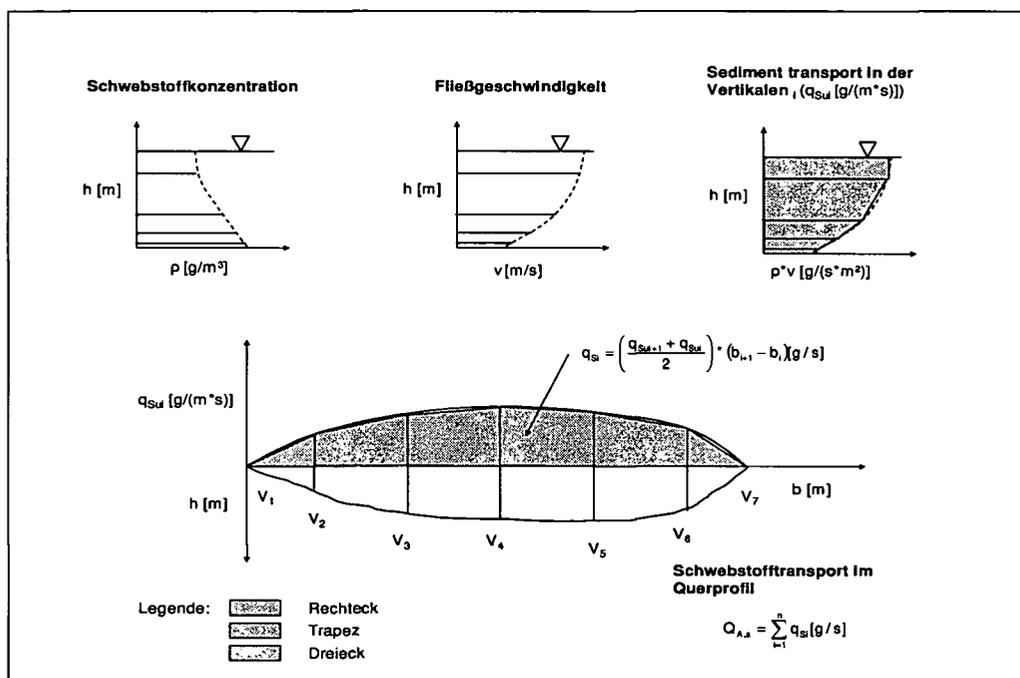


Abbildung 22: Anleitung für die Berechnung des Schwebstofftransportes im Querprofil (Quelle: mod. n. DVWK, 1986)

Wird der Schwebstofftransport durch den mittleren Durchfluss während dieses Zeitraumes dividiert, erhält man die mittlere Schwebstoffkonzentration im Querprofil (Tabelle 3). Dieser Wert ist Voraussetzung für die Berechnung des Querprofilbeiwertes  $K_Q$ .

Tabelle 3: Auswertung der Vielpunktentnahme vom 22.08.2006

Lotrechte	Abstand v. Nullpkt b	Wassertiefe t <sub>v</sub>	Entnahmetiefe	C <sub>r</sub>	V	C <sub>r</sub> * V		S-Trieb f <sub>cy</sub>	S-Transport
	[m]	[m]	[m]	[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	$m_{s(i)} = [f_{C_{s(i+1)}} + f_{C_{s(i)}}] * [b(i+1) - b(i)] / 2$
Ufer1:	1,8							0,00	1,57
L1	4	0,16	0,03	31,0	0,377	11,69	0,35	1,42	9,56
			0,10	32,0	0,252	8,06	0,69		
			0,13	33,0	0,176	5,82	0,21		
								0,17	
L2	8	0,22	0,04	31,5	0,566	17,82	0,71	3,35	24,38
			0,13	32,5	0,455	14,80	1,47		
			0,18	33,5	0,369	12,36	0,68		
								0,49	
L3	12	0,41	0,08	34,0	0,783	26,61	2,13	8,84	46,17
			0,25	34,0	0,604	20,55	4,01		
			0,33	34,5	0,454	15,66	1,45		
								1,25	
L4	16	0,53	0,11	36,0	0,869	31,28	3,44	14,25	41,46
			0,32	34,5	0,713	24,61	5,87		
			0,42	36,5	0,635	23,17	2,39		
								2,55	
L5	20	0,39	0,08	37,5	0,473	17,72	1,42	6,48	4,21
			0,23	38,0	0,422	16,04	2,53		
			0,31	38,5	0,409	15,74	1,27		
								1,26	
Ufer2:	21,3							0,00	

mittlere Wasserstand =	172	cm
mittlere Abfluß =	3,73314	m <sup>3</sup> /s
mittlere Schwebstoffgehalt =	34,5	g/m <sup>3</sup>

<b>Schwebstofftransport:</b>	
	127,35 g/s
	0,13 kg/s

Schwebstofftransport =	127,35	g/s
	0,13	kg/s
C <sub>m</sub>	34,11	g/m <sup>3</sup> od. mg/l

#### 4.7.4 Ermittlung des Sondenbeiwerts (K<sub>S</sub>) und Anpassung der Sondenaufzeichnung (Umrechnung)

Die Anzeigewerte der Trübungssonden hängen wie schon kurz beschrieben stark von den jeweiligen Korngrößen der Schwebstoffteilchen ab. Bei hohem Tongehalt zeigen die Sonden tendenziell höhere Schwebstoffgehalte an, als tatsächlich im Wasser vorhanden sind (SILLABER, 2004). Eine Kalibrierung der Sonde ist daher notwendig.

Die von den Sonden aufgezeichnete Ganglinie (15 min Werte) wird mit dem Durchfluss und den Schwebstoffkonzentrationen aus den sondennahen Referenzproben über die Zeit aufgetragen und zunächst auf Ausreißer und Fehler untersucht. Sofern deutliche Ausreißer erkennbar sind, sind diese zu eliminieren. Aufgrund der Tatsache, dass ufernahe Kalibrierproben zunächst nur an den Messtagen, und ab September 2006 zweimal pro Woche gewonnen wurden, musste für die Zwischenzeit eine empirische Beziehung gefunden werden. Dabei erfolgte eine Umrechnung von den Aufzeichnungswerten der Sonden T<sub>r</sub> in sondennahe Schwebstoffkonzentrationen C<sub>r</sub>.

Grundsätzlich gibt es für die Umrechnung 3 Lösungsansätze:

Variante 1:

Dieses Verfahren eignet sich vor allem dann gut, wenn viele sondennahe Referenzproben in geringen zeitlichen Abständen vorliegen. Dabei erfolgt die Kalibrierung der Sondenwerte durch Ermitteln eines Sondenbeiwerts  $K_S$ .

$$K_s = \frac{C_r}{T_r} \quad (4)$$

wobei:  $C_r$  Schwebstoffgehalt der Kalibrierprobe [mg/l]

$T_r$  Aufzeichnungswert der Sonden [mg/l, FTU]

Die Sondenbeiwerte werden anhand der Kalibrierproben errechnet und als Ganglinie dargestellt. Die vorhandenen Datenlücken werden durch lineare Interpolation geschlossen. Die Ganglinie der aufgezeichneten Sondenwerte wird nun mit Hilfe der interpolierten Beiwerte mit einer geeigneten hydrologischen Anwendersoftware zunächst in sondennahe Schwebstoffkonzentrationen umgerechnet.

Variante 2:

Hierbei wird versucht, mit dem berechneten  $K_S$  Faktor und dem Durchfluss bzw. dem Aufzeichnungswert der Sonde eine Beziehung mittels einer Regressionsanalyse zu erhalten. Durch diese Beziehung können zugehörige Sondenbeiwerte berechnet werden.

Variante 3:

Dieses Verfahren wird vor allem dann angewandt, wenn nur eine geringe Anzahl von sondennahen Referenzproben zur Verfügung steht, und die Zeitintervalle zwischen diesen relativ groß sind. Zudem muss eine gute Korrelation zwischen den Sondenwerten und den Referenzproben bestehen. Dabei wird mit einer Regressionsanalyse (linear bzw. polynomisch) eine Beziehung zwischen den Werten

der Referenzproben  $C_r$  und den Werten der Sonden  $T_r$  hergestellt. Mit der daraus ermittelten Regressionsbeziehung kann nun die Ganglinie der Aufzeichnungswerte der Sonde in sondennahe Schwebstoffkonzentrationen umgerechnet werden.

#### 4.7.5 Ermittlung des Querprofilbeiwerts ( $K_Q$ )

Die zuvor im Kapitel 4.7.4 „kalibrierte“ Ganglinie der Trübe ist lediglich für einen bestimmten Bereich des Messquerschnittes gültig. Um nun auf den Schwebstofftransport im kompletten Querprofil zu gelangen, ist es notwendig, einen Zusammenhang zwischen den mittleren Schwebstoffkonzentrationen  $C_m$  im Querprofil und der sondennahen Schwebstoffkonzentration  $C_r$  während der Messungen zu finden. Dabei bezieht sich die mittlere Konzentration  $C_m$  im Querprofil auf die Messungen der Vielpunkt-, oder Integrationsmessungen.

$$K_Q = \frac{C_m}{C_r} \quad (5)$$

wobei:  $C_m$  mittlere Schwebstoffkonzentration im Querprofil [mg/l]

$C_r$  Schwebstoffgehalt der Kalibrierprobe [mg/l]

Die so ermittelten Querprofilbeiwerte sind jedoch nur für ein begrenztes Zeitintervall gültig, in dem der  $K_Q$  Wert durch Vielpunkt- bzw. Integrationsmessungen errechnet wurde. Daher ist es notwendig eine Beziehung zwischen den ermittelten  $K_Q$  Werten und den jeweiligen Durchflüssen zu finden. Es wird zunächst eine Regressionsanalyse mit der dazugehörigen Formel der Regressionsbeziehung ermittelt, die im weiteren mit der Ganglinie des Abflusses zu  $K_Q$  Werte für jede beliebige Zeitreihe ermöglicht.

#### 4.7.6 Berechnung der Schwebstofffracht [t]

Dabei wird mit Hilfe des Sondenbeiwerts  $K_S$  aus den Trübungswerten ermittelten Referenzprobenwerte  $C_r$  und den berechneten Querprofilbeiwerten ( $K_Q$ ) der mittlere Schwebstoffgehalt  $C_m$  des gesamten Querschnittes ermittelt.

Für die Berechnung eines bestimmten Zeitraumes wird zunächst der mittlere Schwebstoffgehalt  $C_m$  [g/m<sup>3</sup>] mit dem Abfluss  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] multipliziert. Daraus erhält man die Schwebstofffracht in g/s über den gesamten Querschnitt. Durch ein

gewähltes Aufzeichnungsintervall der Sonden von 15 min ist es daher nötig, diese in Sekunden umzurechnen. Als Ergebnis erhält man die Schwebstofffracht in kg. Durch Aufsummierung aller viertelstündigen Schwebstofffrachten kann die Schwebstofffracht eines beliebigen Zeitintervalles errechnet werden.

## 5 Messprogramm Neumarkt/Raab

Zur Ermittlung der für die Kalibrierung von den Sonden aufgezeichneten Trübungsganglinien notwendigen Daten und zur prinzipiellen Darstellung der Schwebstoffverhältnisse an der Pegelstelle Neumarkt/Raab wurden im Sommer 2006 Probenentnahmen vorgenommen und ausgewertet. Es wurden an insgesamt sechs Messtagen (Abbildung 23) sieben Flügelmessungen, sechs Integrationsmessungen und vier Vielpunktmessungen durchgeführt (Tabelle 4). An jedem Messtag wurden zugleich sondennahe Kalibrierproben entnommen. Ab September wurden zusätzlich von einem Pegelbeobachter wöchentlich zwei Referenzproben entnommen. Es wurde versucht, die Entnahmen an möglichst unterschiedlichen Durchflüssen zu tätigen, um eine möglichst umfangreiche Streubreite an Schwebstoffkonzentrationen zu erhalten. Dies war jedoch auf Grund von annähernd gleichen Durchflüssen während des Beobachtungszeitraumes schwierig zu bewerkstelligen. Nach jedem Messtag wurden die entnommenen Proben in das Labor der Gewässergüteaufsicht Burgenland nach Wulkaprodersdorf gebracht, um sie bis zur Auswertung dunkel bei 4°C zu lagern und somit Verfälschungen zu verhindern.

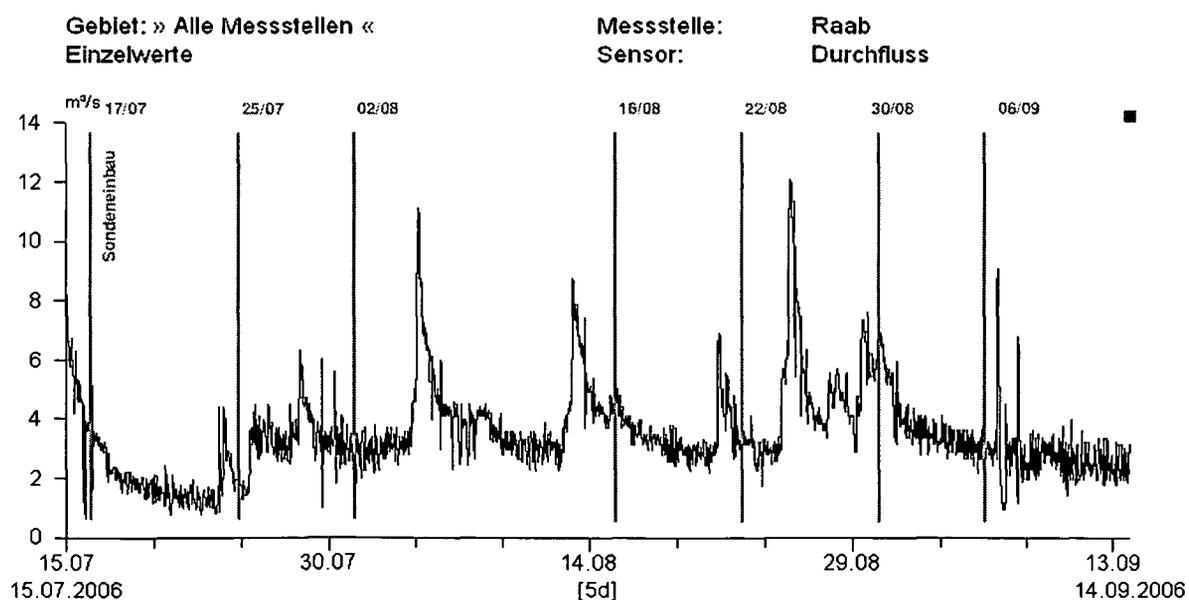


Abbildung 23: Messprogramm Sommer 2006 an der Messstelle Neumarkt/Raab

## Messprogramm Neumarkt/Raab

Tabelle 4: Messprogramm an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab 2006

Datum	Messung	Geräte
25.07.2006	Reinigung der Sonden	
	1 Flügelmessung, 19 Lotrechte, (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: 50 581
	1 Integrationsentnahme, 19 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	4 Uferproben	Handentnahmeggerät
02.08.2006	Reinigung der Sonden	
	1 Flügelmessung, 20 Lotrechte (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: 50 581
	1 Integrationsentnahme, 20 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	3 Uferproben	Handentnahmeggerät
16.08.2006	Reinigung der Sonden	
	1 Flügelmessung, 22 Lotrechte (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Flügelmessung, 5 Lotrechte (3 Tiefenst.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Integrationsentnahme, 22 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	1 Vielpunktentnahme, 5 Lotrechte	Handentnahmeggerät
4 Uferproben	Handentnahmeggerät	
22.08.2006	Reinigung der Sonden	
	1 Flügelmessung, 20 Lotrechte (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Flügelmessung, 5 Lotrechte (3 Tiefenst.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Integrationsentnahme, 20 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	1 Vielpunktentnahme, 5 Lotrechte	Handentnahmeggerät
5 Uferproben	Handentnahmeggerät	
30.08.2006	Reinigung der Sonden	
	1 Flügelmessung, 20 Lotrechte (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: A-186537
	1 Flügelmessung, 5 Lotrechte (3 Tiefenst.)	Flü.Nr.: A-186537
	1 Integrationsentnahme, 20 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	1 Vielpunktentnahme, 5 Lotrechte	Handentnahmeggerät
5 Uferproben	Handentnahmeggerät	
06.09.2006	Reinigung der Sonden	
	2 Flügelmessung, 21 Lotrechte (Kreps Meth.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Flügelmessung, 5 Lotrechte (3 Tiefenst.)	Flü.Nr.: 50 434
	1 Integrationsentnahme, 21 Lotrechte	Handentnahmeggerät
	WS für Vielpunktentnahme zu gering	
4 Uferproben	Handentnahmeggerät	
24.10.2006	Reinigung der Sonden	
	4 Uferproben	Handentnahmeggerät

## 6 Daten und Ergebnisse

Die folgenden Daten und Ergebnisse beziehen sich auf die im Sommer 2006 durchgeführten Messungen an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab. Dabei liegt das Hauptaugenmerk im ersten Teil auf den unterschiedlich verwendeten Methoden und Auswertungskonzepten für die Berechnung der Schwebstofffracht. Im zweiten Teil wird näher auf die Gebrauchstauglichkeit der beiden verwendeten Sonden, die solitax ts-line<sup>®</sup> (FA. Hach-Lange) und den spectro::lyser (FA. s::can) eingegangen.

### 6.1 Trübungsganglinien der verwendeten Sonden

Wie bereits erwähnt wurden beide Sonden, solitax ts-line<sup>®</sup> und spectro::lyser, am 17. Juni 2006 von den Mitarbeitern des Hydrographischen Dienstes Burgenland und einem Mitarbeiter der Firma s::can zur kontinuierlichen Messung von Trübungswerten eingebaut. Beide Sonden wurden in regelmäßigen Abständen ausführlich gereinigt und gewartet, was vor allem während der Messtage war. Vom 06. September 2006 bis 25. Oktober 2006 wurde ein Langzeittest durchgeführt, bei dem die Sonden auf ihre Qualität und Gebrauchstauglichkeit geprüft wurden. In dieser Zeitspanne wurden beide Sonden nicht gereinigt, ausschließlich sondennahe Referenzproben wurden von einem Pegelbeobachter zweimal pro Woche zur Kontrolle entnommen.

Die Sondaufzeichnungswerte der beiden Sonden zeigen grundsätzlich eine gewisse Übereinstimmung mit der Durchflussganglinie.

Der spectro::lyser der Firma s::can zeichnet im allgemeinen brauchbare Werte auf, jedoch reagiert die Sonde sehr empfindlich auf größere Partikel, die sich in der Messstrecke befinden. Dadurch erhält man eine Ganglinie mit einer Vielzahl von Ausreißern, die erst eliminiert werden müssen, bevor damit weiter gearbeitet werden kann. In der Langzeitstudie ab 06.Sept. 2006 zeigte sich, dass der spectro::lyser nach einem Zeitfenster von ca. 2 Wochen zu driften begann (Abbildung 24). Grund dafür ist das „Fouling“ der Sonde, das im Bereich der Messtage durch regelmäßiges Reinigen der Sonde verhindert wurde.

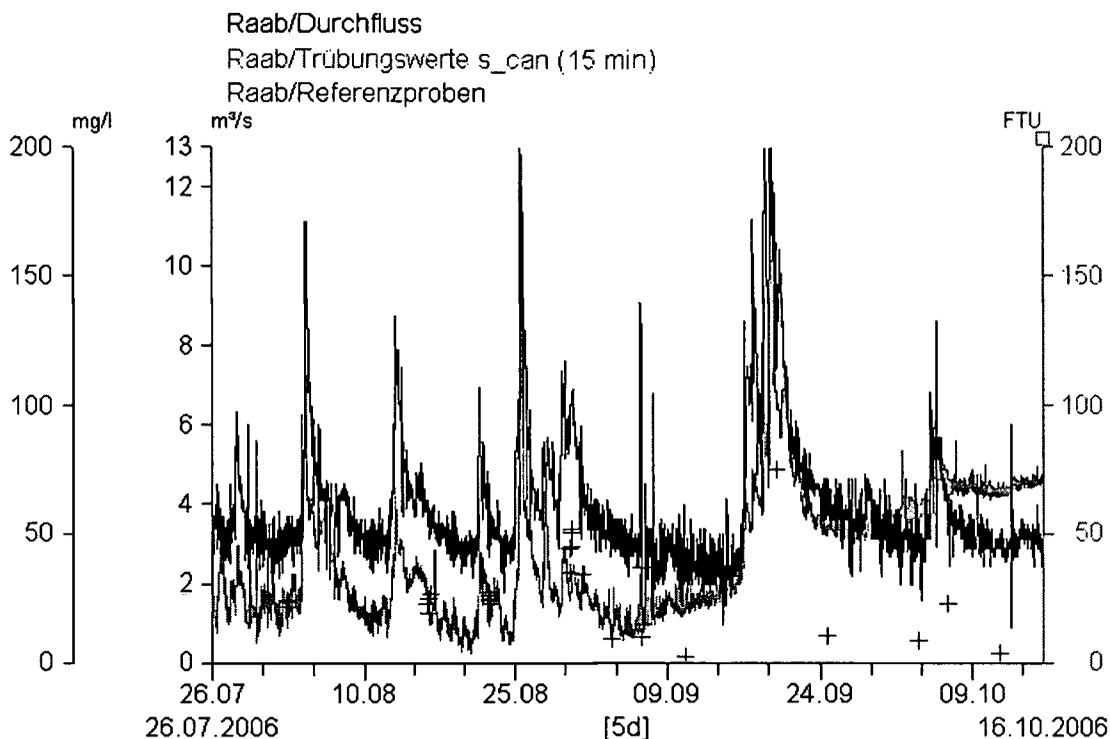


Abbildung 24: Durchfluss- und Trübungsganglinien der spectro::lyser Sonden mit Referenzproben

Die solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde der Firma Hach-Lange lieferte, wie in Abbildung 25 erkennbar, schon nach wenigen Tagen irreguläre Werte. Auch hier war der Grund Fouling, wobei hier der Prozess aufgrund des schlechteren Selbstreinigungsverfahrens mit einem Wischer schon sehr viel früher einsetzte als beim spectro::lyser, der mit Druckluft reinigte. Wie an der Ganglinie gut erkennbar, zeigte die solitax ts-line<sup>®</sup> im Schnitt 3 bis 5 Tage reguläre Werte, begann aber danach aufgrund des Foulings schnell abzudriften. An den Messtagen wurde die Sonde gründlich gereinigt, so dass wieder plausible Werte angezeigt wurden. Die im Bereich der Langzeitstudie aufgezeichneten Ausreißer, die auch in das negative reichen, sind dadurch entstanden, dass die Sonde gelegentlich aufgrund des geringen Wasserstandes aus dem Wasser ragte.

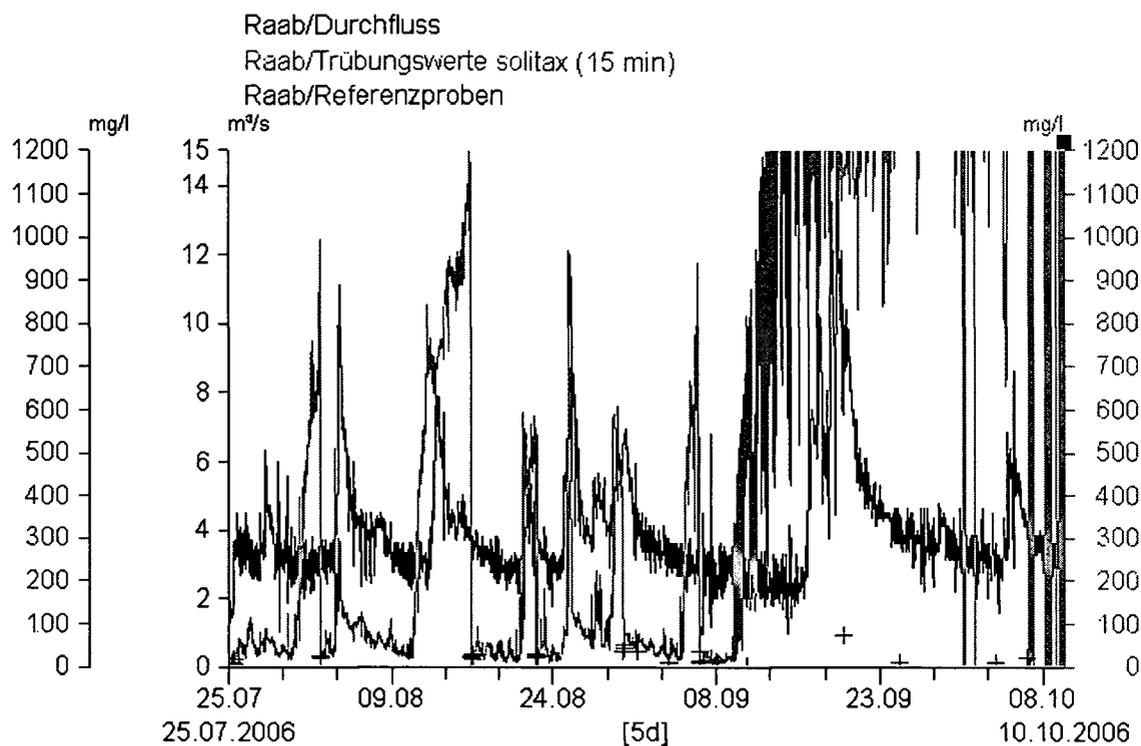


Abbildung 25: Durchfluss- und Trübungsganglinien der solitax Sonde mit Referenzproben

In Kapitel 6.5.2 wird genauer auf die Problematik des „Fouling“ eingegangen.

### 6.2 Sondennahe Kalibrierproben

Sondennahe Referenzproben wurden während des Untersuchungszeitraumes in regelmäßigen Abständen von 1 bis 2 Wochen vorwiegend an den Messtagen durchgeführt. Im Bereich der Langzeitstudie wurden von einem Pegelbeobachter zur Kontrolle wöchentlich zwei Proben entnommen und bis zum Transport ins Labor in einem Kühlschrank gelagert um Verfälschungen zu verhindern.

Als Entnahmegesetz wurde bis auf den ersten Messtag ausschließlich ein weitgehend isokinetisches punktintegrierendes Handentnahmegesetz verwendet. Dabei wurde versucht, immer an der selben Stelle im Bereich beider Sonden zu messen (Abbildung 26). Um dies zu erleichtern, wurde der sich auf der Pegelstiege befindliche Lattenpegel an der einzutauchenden Stelle markiert.

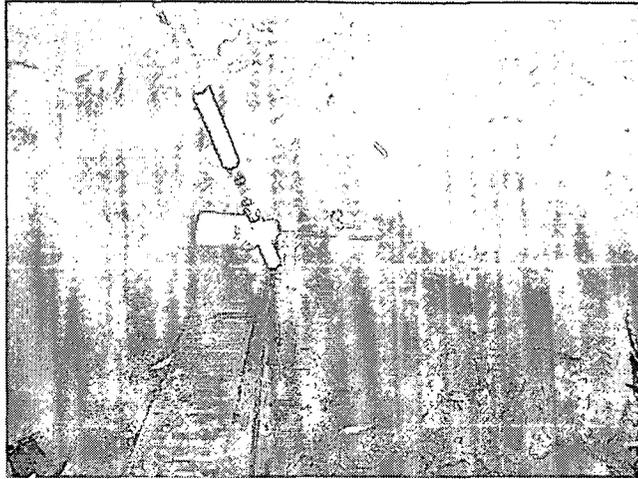


Abbildung 26: Punktingegrierendes Handentnahmegesetz bei der Entnahme einer Referenzprobe

### **6.3 Beschreibung der Messtage**

In diesem Kapitel wird auf die einzelnen Messtage, die während dieser Diplomarbeit durchgeführt wurden, näher eingegangen. Alle Messtabellen und Messprotokolle befinden sich zur Erläuterung im Anhang ab Seite 100.

#### **6.3.1 1. Messtag, 22.07.2006**

Zu Beginn dieses Messtages wurden noch diverse Wartungsarbeiten an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab durchgeführt. Dabei wurden die Sonden nochmals überprüft und anschließend an die Daten-Fernübertragung angeschlossen. Für diese Arbeiten mussten sowohl die Sonden als auch der Pegelschreiber des öfteren abgeschaltet werden. Zudem wurde noch die orographisch linke Böschung, die durch diverse mechanische Bauarbeiten für den Sondereinbau umgegraben worden war, wieder an das Gefälle des Lattenpegels angeglichen. Um korrekte Messwerte zu erhalten wurde erst nach den Baggarbeiten mit den Messungen begonnen.

Während der Messungen hatte die Raab an der Pegelmessstelle Neumarkt einen visuell trüben Charakter, die Lufttemperatur betrug im Mittel 25°C und die Wassertemperatur lag bei konstanten 23,9°C.

## Daten und Ergebnisse

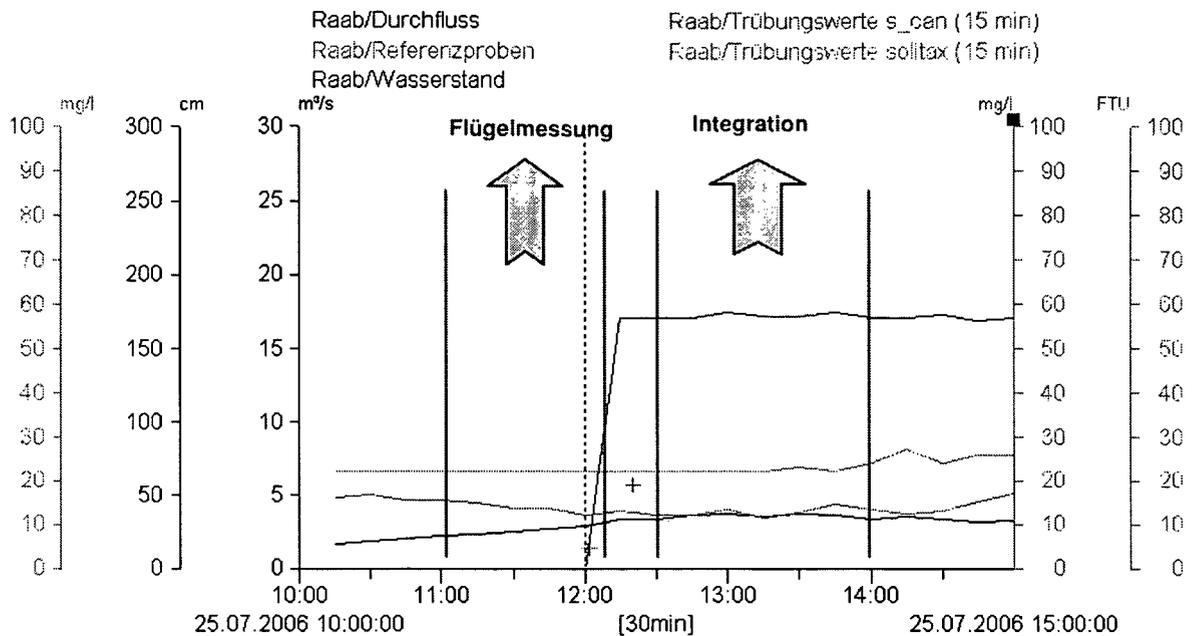


Abbildung 27: Überblick über die Aufzeichnungen am 25.07.2006 in Neumarkt/Raab

Die Abflussmessung begann um 11:00 und dauerte bis 12:15. Der Wasserstand schwankte in diesem Zeitintervall zwischen 168 und 169 cm (Abbildung 27). Die Messung des Abflusses wurde mit einem hydrometrischen Stangenflügel durchgeführt. Dabei wurden 19 Lotrechte gewählt, die in einem Abstand von ca. 1 m gesetzt wurden. Für die Durchführung wurde die Krepss Methode verwendet, wobei in zwei Tiefen gemessen wurde. Als Ergebnis dieser Messung erhielt man einen Durchfluss von 3,077 m<sup>3</sup>/s und eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 0,469 m/s.

Im Anschluss an die Durchflussmessung wurde von 12:30 bis 14:00 eine Integrative Schwebstoffentnahme durchgeführt, wobei die gleichen Lotrechten wie bei der Durchflussmessung gewählt wurden. Dabei wurde -wie in Kapitel 4.4.2 beschriebene die „Equal-Width-Increment“ – Identische Breite“ – Methode verwendet. Als Entnahmegesetz wurde das punktintegrierende Handentnahmegesetz eingesetzt. Während der Schwebstoffentnahme schwankte der Wasserspiegel zwischen 170 und 169 cm, daher wurde aufgrund der geringen Differenz dieser als konstant angesehen.

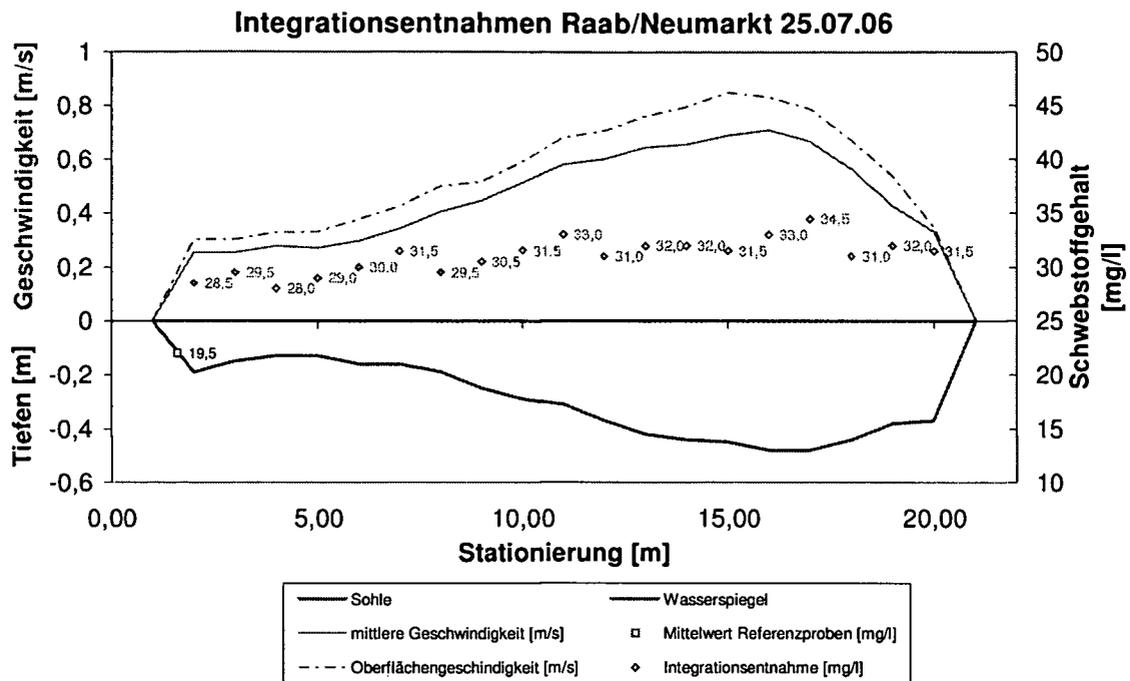


Abbildung 28: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 25.07.2006

Die in den einzelnen Lotrechten im Labor ermittelten Schwebstoffgehalte schwanken zwischen 28 mg/l und 34,5 mg/l, wobei hier kein Zusammenhang mit der Geschwindigkeit erkennbar ist (Abbildung 28). Die größten mittleren Fließgeschwindigkeiten je Lotrechte mit 0,710 m/s befinden sich im, orographisch gesehen, rechten Teil des Querprofils, wo auch höhere Wasserstände vorliegen.

Als mittlere Schwebstoffkonzentration  $C_m$  im Querprofil wurde ein Wert von 31,69 mg/l bestimmt. Der Schwebstofftransport beträgt dabei rund 0,10 kg/s.

Im Verlauf der Messungen wurden vier sondennahe Referenzproben entnommen, wobei eine zerstört wurde. Ein Problem an diesem Messtag ergab sich dadurch, dass noch keine Probeflaschen vorhanden waren und die Proben daher in enghalsige Glasflaschen umgefüllt werden mussten. Erschwerend kam noch hinzu, dass die Proben erst nach zwei Wochen Standzeit im Gewässergütelabor Burgenland ausgewertet werden konnten.

### 6.3.2 2. Messtag, 02.08.2006

Am zweiten Messtag wirkte die Raab in Neumarkt bei einer konstanten Wassertemperatur während der Messungen von 18,6°C leicht trüb. Die mittlere

Lufttemperatur lag bei 21,2°C. Wie in Abbildung 29 gut erkennbar ist, zeigt die Ganglinie der solitax ts-line® zunächst irreguläre Werte an, die aber nach dem Putzen des Messglases wieder repräsentativ wurden. Der Grund für die hohen Werte ist (wie bereits erwähnt) das Fouling des Messglases.

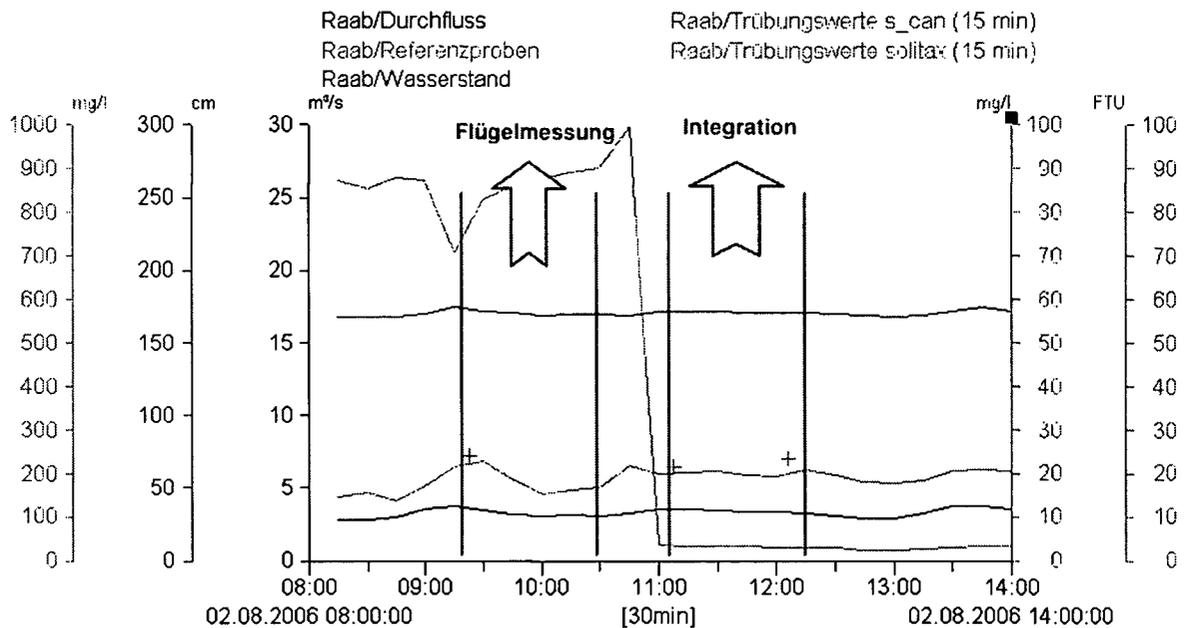


Abbildung 29: Überblick über die Aufzeichnungen am 02.08.2006 in Neumarkt/Raab

Die Abflussmessung wurde von 09:30 bis 10:30 durchgeführt, wobei wieder aufgrund des geringen Wasserstandes nur ein hydrometrischer Stangenflügel eingesetzt werden konnte. Der Wasserstand schwankte während dieses Zeitraumes zwischen 172 – 169 cm. Gemessen wurde in 20 Lotrechten, wobei wieder die Krepss-Methode verwendet wurde. Als Ergebnis für diesen Messquerschnitt erhielt man einen Durchfluss von 3,25 m<sup>3</sup>/s bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 0,54 m/s. Dabei betrug die benetzende Fläche im Querschnitt 6,01 m<sup>2</sup>.

Im weiteren folgte von 11:00 bis 12:10 eine integrative Schwebstoffentnahme mit der identischen Breitenmethode. Aufgrund der Durchwatbarkeit der Raab konnten wieder mit einem punktintegrierenden Handentnahmegerät Schwebstoffproben entnommen werden. Während dieser Messung konnte ein konstanter Wasserstand von 171 cm beobachtet werden.

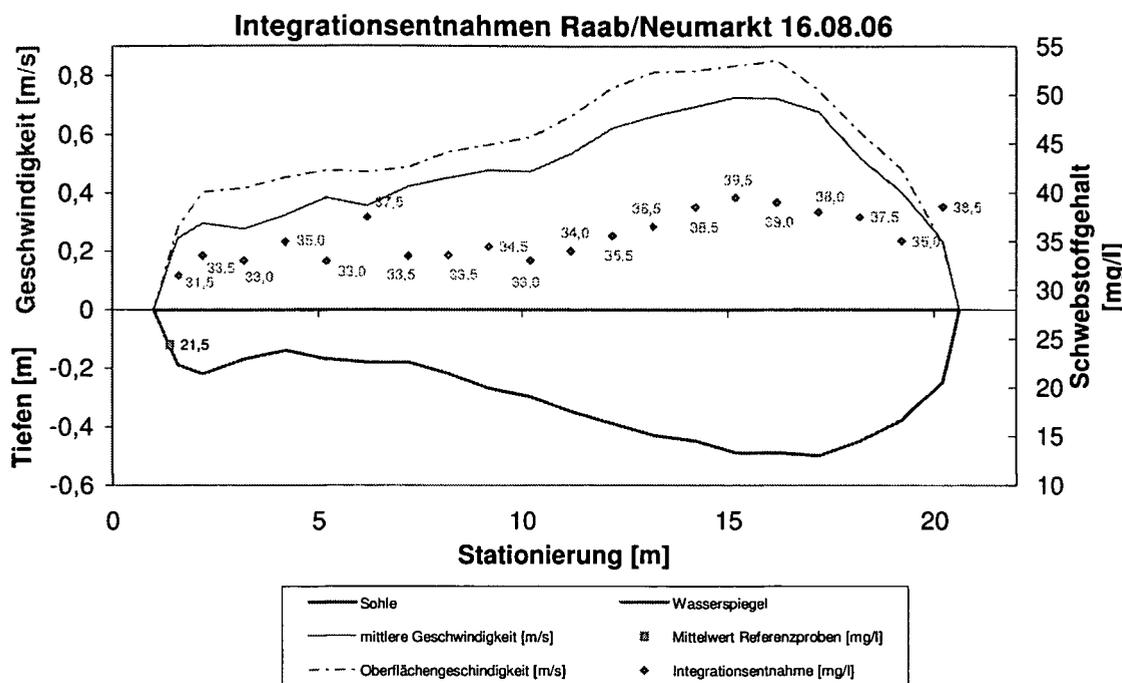


Abbildung 30: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 02.08.2006

Die im Labor ermittelten Schwebstoffgehalte schwankten zwischen 31,5 und 39,5 mg/l. Wobei hier der Trend zu erkennen ist, dass bei höheren die Geschwindigkeit und Tiefe auch der Schwebstoffgehalt zunimmt (Abbildung 30). Die höchste mittlere Geschwindigkeit je Lotrechte betrug 0,72 m/s.

Während der Messungen wurden drei sondennahe Kalibrierproben entnommen, wovon eine vor dem Reinigen der beiden Sonden entnommen wurde. Die Sondenreinigung erfolgte zwischen der Durchfluss- und Schwebstoffmessung, indem beide Sonden aus dem Wasser gehoben und gründlich von Schmutz und Algen befreit wurden.

Als Ergebnis dieses Messtages erhielt man eine mittlere Schwebstoffkonzentration  $C_m$  von 36,58 mg/l im gesamten Messquerschnitt. Der Schwebstofftransport lag dabei bei rund 0,12 kg/s.

### 6.3.3 3. Messtag, 16.08.2006

Auch an diesem Messtag bestach die Raab durch einen optisch trüben Charakter. Die Lufttemperatur betrug im Mittel 23,9 °C und die Wassertemperatur hatte während der Messungen konstante 17,5 °C. An diesem Messtag wurde zusätzlich

zur Integrationsentnahme auch eine Vielpunktmessung durchgeführt. Deshalb war es notwendig, an den jeweiligen Punkten der Vielpunktmessung auch die Fließgeschwindigkeit zu bestimmen. Die Durchführungen der Probeentnahmen wurde so gestaltet, dass jeweils in jeder Lotrechten beide Messungen (sofern notwendig) durchgeführt wurden, und im Anschluss zur nächsten Lotrechten weiter gegangen wurde.

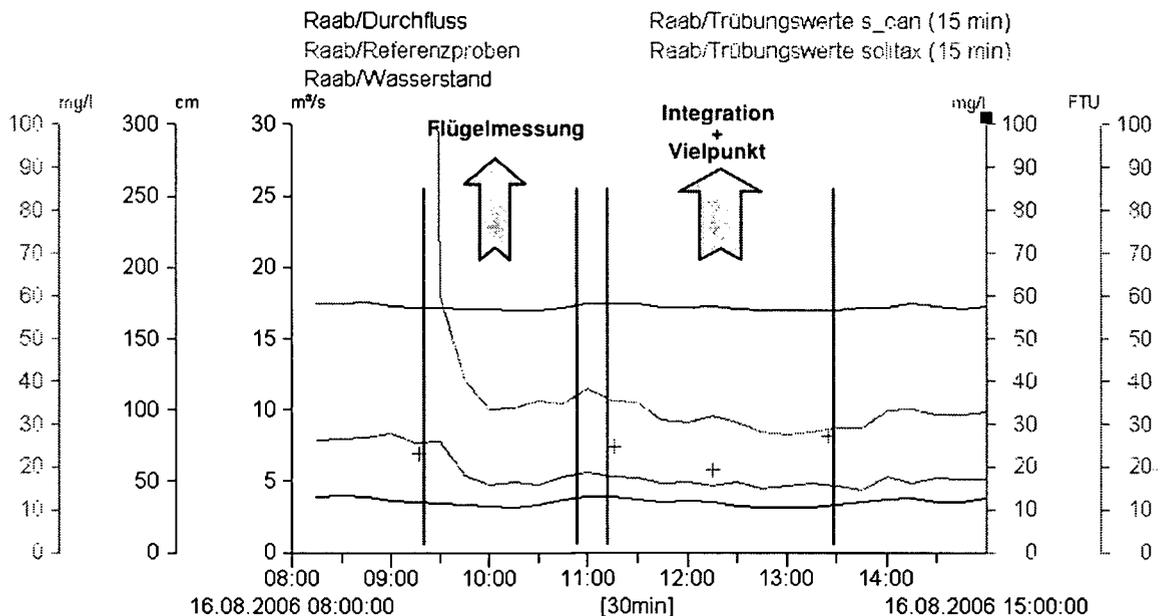


Abbildung 31: Überblick über die Aufzeichnungen am 16.08.2006 in Neumarkt/Raab

Die Durchflussmessung wurde von 09:30 bis 11:00 durchgeführt (Abbildung 31). Gemessen wurde mit einem hydrometrischen Stangenflügel. Die Flügelmessung für die Integrationsentnahme wurde in 22 Lotrechten mit der Kreps-Methode bestimmt. Im Anschluss wurde die Flügelmessung für die Vielpunktmessung durchgeführt, wobei der Messquerschnitt in annähernd 6 gleich große Abstände unterteilt wurde. Aufgrund des geringen Wasserstandes war es nur möglich die Messungen in 3 Tiefenstufen durchzuführen. Im Zeitraum dieser Messungen war eine Wasserstandsschwankung zwischen 171 - 174 cm zu beobachten. Die Durchflussmessung der Integrationsmethode ergab 3,16 m<sup>3</sup>/s, der Wert der im Anschluss durchgeführten Vielpunktentnahme betrug 4,00 m<sup>3</sup>/s.

Danach erfolgte von 11:15 bis 13:30 die Schwebstoffentnahme, wobei eine Integrationsentnahme und eine Vielpunktentnahme durchgeführt wurden. Wie bereits beschrieben wurden diese Messungen annähernd zeitgleich durchgeführt.

Als Entnahmegesat diente bei beiden Verfahren ein punktintegrierendes Handentnahmegesat. Der Wasserstand schwankte dabei zwischen 174 -170 cm.

Bei der Integrationsentnahme, die in 22 Lotrechten durchgeführt wurde, schwankte der Schwebstoffgehalt zwischen 26,0 – 39,5 mg/l, wobei hier kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Schwebstoffgehalt und Geschwindigkeit bzw. Wassertiefe erkennbar war (Abbildung 32).

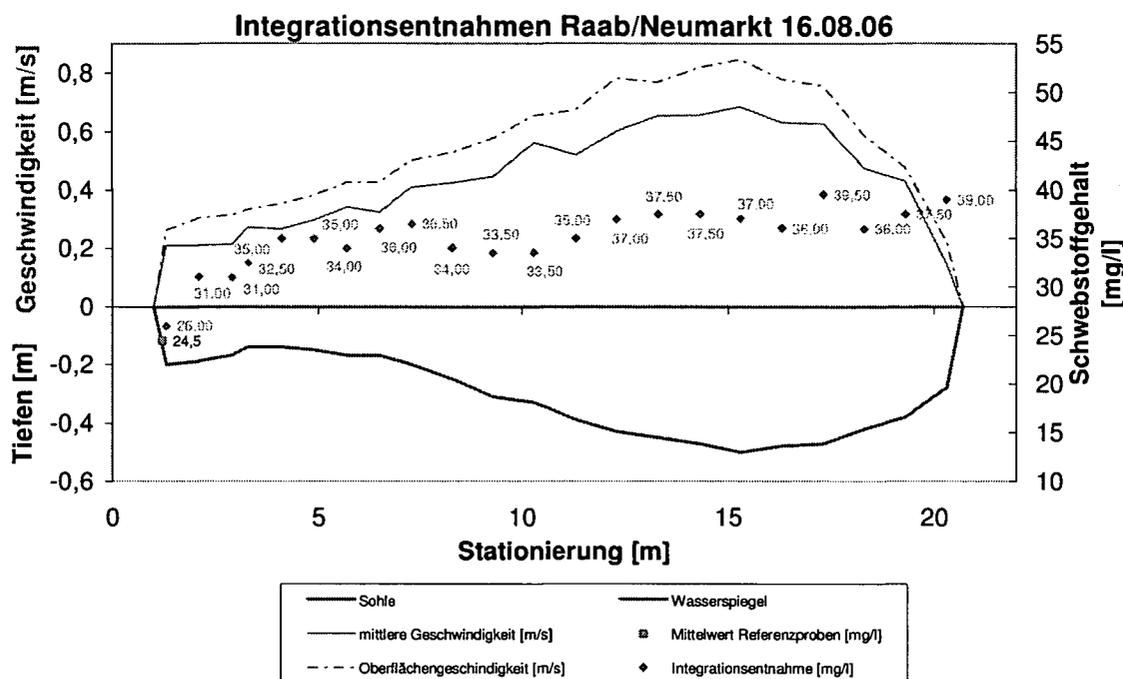


Abbildung 32: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 16.08.2006

Bei der Vielpunktentnahme wurden 5 Lotrechte mit annähernd gleichem Abstand gewählt. Dabei konnte aufgrund der geringen Wassertiefe nur in 3 Tiefenstufen gemessen (0,20\*t, 0,60\*t und 0,80\*t) werden. Die in den einzelnen Entnahmepunkten ermittelten Schwebstoffgehalte schwanken zwischen 31,5 - 38,5 mg/l, wobei (wie in Abbildung 33) eine Zunahme der Konzentration mit der Tiefe erkennbar ist. Die mittlere Fließgeschwindigkeit je Lotrechte lag zwischen 0,37 – 0,87 m/s, wobei hier im Gegensatz zur Konzentrationsverteilung der Schwebstoffe die Geschwindigkeit mit der Tiefe abnahm.

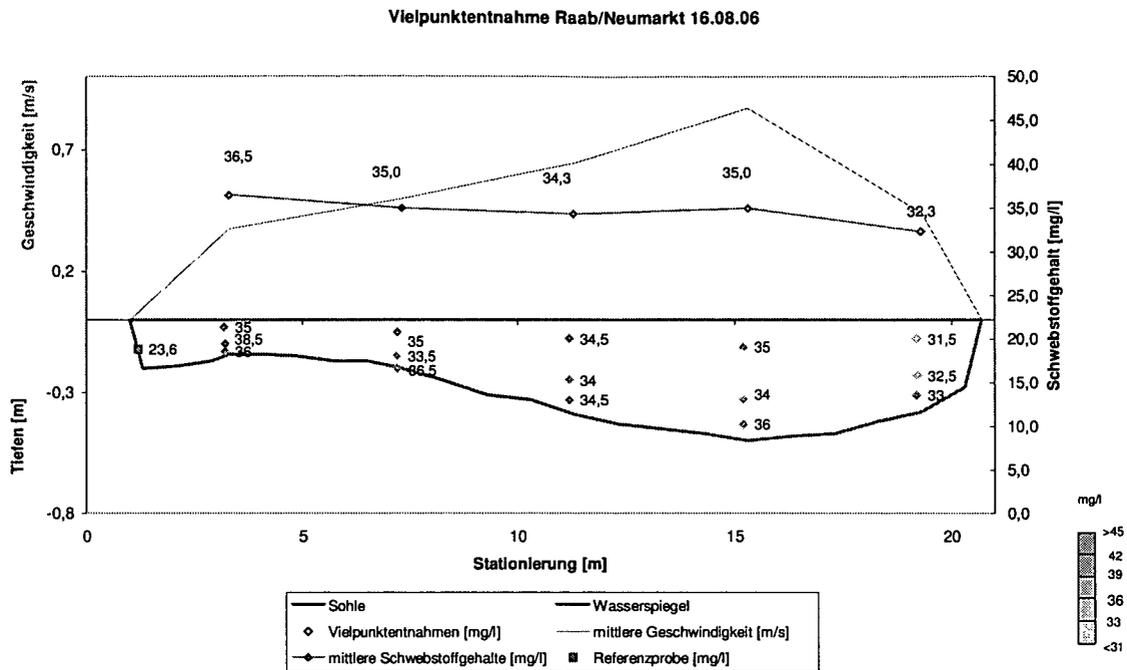


Abbildung 33: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 16.08.2006

Über den Messtag verteilt wurden vier sondennahe Kalibrierproben entnommen, wobei die erste Probe vor dem Reinigen der Sonden gezogen wurde. Die Reinigung selbst wurde während der Durchflussmessung durchgeführt.

Als Ergebnis für die Integrationsentnahme erhielt man im Querprofil einen mittleren Schwebstoffgehalt  $C_m$  von 36,09 mg/l und einen Schwebstofftransport von rund 0,11 kg/s. Die Vielpunktentnahme lieferte einen mittleren Schwebstoffgehalt  $C_m$  von 34,67 mg/l und einen Schwebstofftransport von 0,14 kg/s im Querprofil. Aufgrund der Tatsache, dass die Fließgeschwindigkeitsmessung für die beiden Methoden nicht zeitgleich sondern nacheinander durchgeführt wurde, können die beiden Messungen nicht direkt miteinander verglichen werden.

#### 6.3.4 4. Messtag, 22.08.2006

Auch an diesem Messtag wirkte die Raab während der Messungen bei einer mittleren Wassertemperatur von 18,8 °C und einer Lufttemperatur von rund 21 °C leicht trüb. Die Durchführung der beiden Methoden wurde so gewählt, dass die Integrations- und Vielpunktentnahme direkt miteinander verglichen werden konnten (Abbildung 34).

## Daten und Ergebnisse

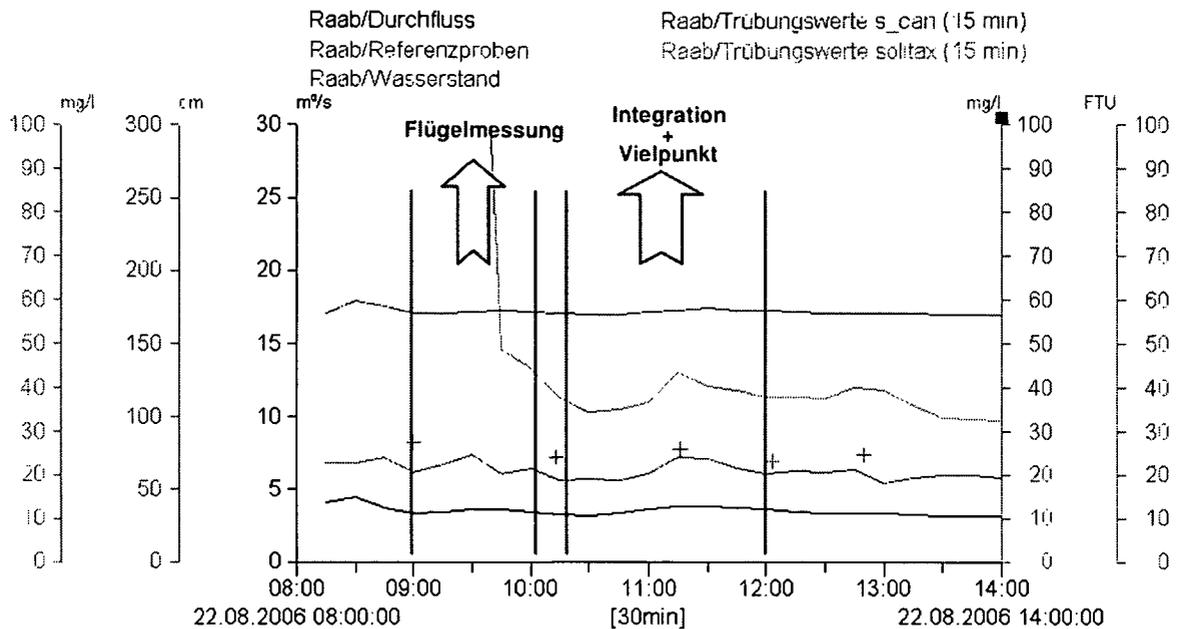


Abbildung 34: Überblick über die Aufzeichnungen am 22.08.2006 in Neumarkt/Raab

Die Abflussmessung fand zwischen 09:00 und 10:00 statt, wobei wieder ein hydrometrischer Stangenflügel verwendet wurde. Die Wasserstandsschwankungen lagen dabei zwischen 171 – 173 cm. Die Geschwindigkeitsmessung für die Integrations- als auch für die Vielpunktmessung wurde so ausgeführt, dass diese in den jeweiligen Tiefen annähernd zeitgleich durchgeführt wurden. Als Ergebnis erhielt man einen Durchfluss von 3,73 m³/s.

Die Integrations- und Vielpunktentnahme wurde von 10:15 bis 12:00 durchgeführt. Aufgrund der geringen Wasserspiegelschwankung von 3 cm wurde dieser als konstant angesehen. Aufgrund des geringen Wasserstandes diente als Entnahmegesetz wiederum ein punktintegrierendes Handentnahmegesetz.

Die Integrationsentnahme wurde in 20 Lotrechten durchgeführt, wobei ein Abstand von rund 1 m gewählt wurde. Der im Labor ausgewertete Schwebstoffgehalt schwankte zwischen 31 – 40 mg/l (Abbildung 35).

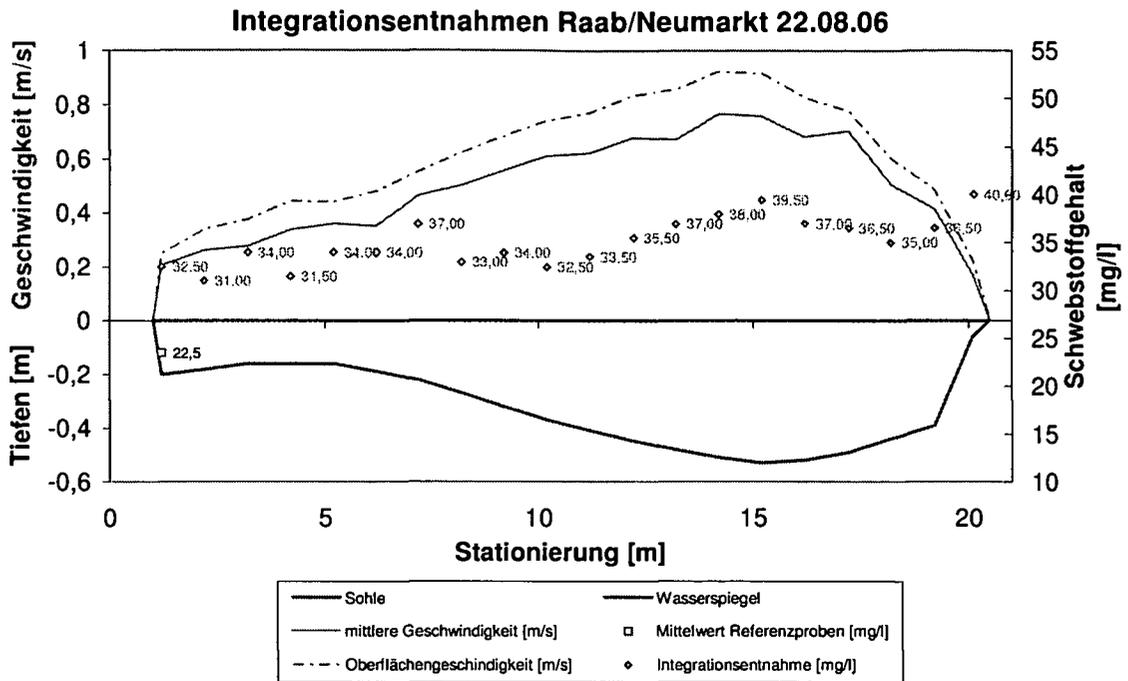


Abbildung 35: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 22.08.2006

Bei der Vielpunktentnahme wurde der Querschnitt in annähernd 6 gleich große Abschnitte unterteilt. Dabei konnte wieder aufgrund des geringen Wasserstandes nur in 3 Tiefenstufen gemessen werden (Abbildung 36). Die ermittelten Schwebstoffe lagen in diesem Querschnitt zwischen 31 – 38,5 mg/l, wobei hier mit der Zunahme der Konzentration pro Tiefenstufe zu erkennen ist. Die mittleren Fließgeschwindigkeiten je Lotrechte lagen zwischen 0,27 – 0,83 m/s.

## Daten und Ergebnisse

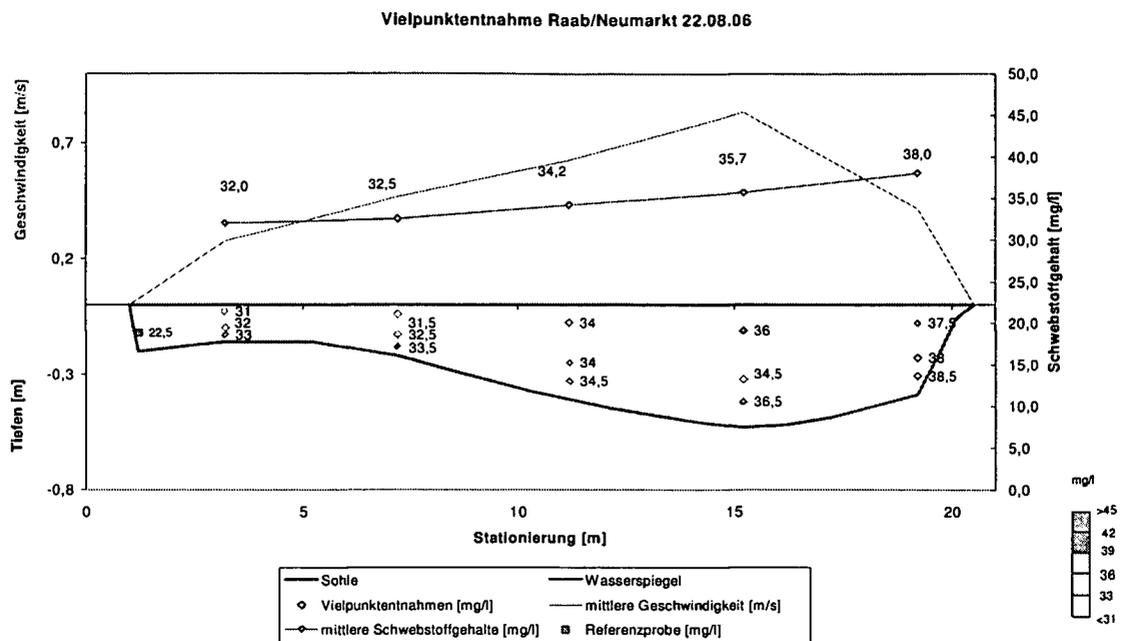


Abbildung 36: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 22.08.2006

Sondennahe Kalibrierproben wurden insgesamt 5 entnommen, wobei wiederum die erste Entnahme vor der Sondenreinigung stattfand.

Als Ergebnis der Integrationsentnahme erhielt man einen mittleren Schwebstoffgehalt von 35,54 mg/l und einen Schwebstofftransport von 0,132 kg/s. Bei der Vielpunktentnahme erhielt man Ergebnisse für den mittleren Schwebstoffgehalt von 34,11 mg/l und einen Schwebstofftransport von 0,127 kg/s. Beim Vergleich der beiden Methoden erkennt man eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse.

### 6.3.5 5. Messtag, 30.08.2006

An diesem Messtag wurde im Gegensatz zu den bisherigen Messtagen das erste Mal bei einem Durchfluss gemessen, der annähernd einen mittleren Durchfluss von 6,75 m<sup>3</sup>/s entspricht. Die Raab gab sich optisch trüb bei einer Wassertemperatur von 15,3 °C und einer mittleren Lufttemperatur von 17,2 °C. Wegen der gerade noch gegebenen Durchwatbarkeit des Querschnittes konnte mit einem Handentnahmegerät und einem Stangenflügel gearbeitet werden. Aufgrund der höheren Fließgeschwindigkeit wurde anstatt eines Laborflügels ein größerer

hydrometrischer Flügel mit einem Durchmesser von 100 mm gewählt. Auch an diesem Tag wurde eine zeitgleiche Integrations- und Vielpunktmessung durchgeführt.

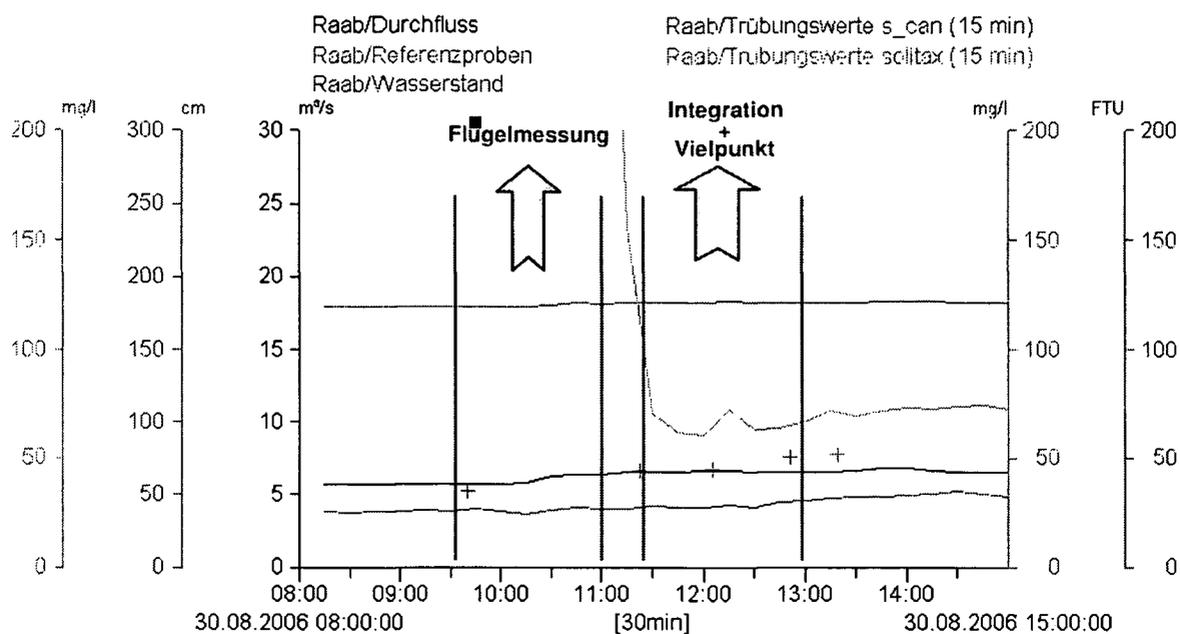


Abbildung 37: Überblick über die Aufzeichnungen am 30.08.2006 in Neumarkt/Raab

Die Durchflussmessung wurde von 09:30 bis 11:00 durchgeführt (Abbildung 37). Der Wasserspiegel schwankte zwischen 179 -182 cm. Für die Methode nach Kreps erhielt man einen Durchfluss von 6,04 m<sup>3</sup>/s bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,76 m/s. Bei der Flügelmessung für die Vielpunktmessung betrug der Durchfluss 6,16 m<sup>3</sup>/s bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,78 m/s.

Im Anschluss folgte wieder von 11:15 bis 13:00 eine integrative Schwebstoffentnahme. Es wurde sowohl eine Integrationsentnahme als auch eine Vielpunktmessung durchgeführt, die zum direkten Vergleich wieder zeitgleich ausgeführt wurden. Während dieser Entnahmen lag der Wasserspiegel konstant bei 182 cm. Wie auch an all den anderen Messtagen nahm die Geschwindigkeit mit steigender Wassertiefe zu.

Die Integrationsmessung erfolgte in 20 Lotrechten in einem Abstand von rund 1 m. Die im Labor ausgewerteten Schwebstoffgehalte schwankten dabei zwischen 46 – 51,5 mg/l (Abbildung 38).

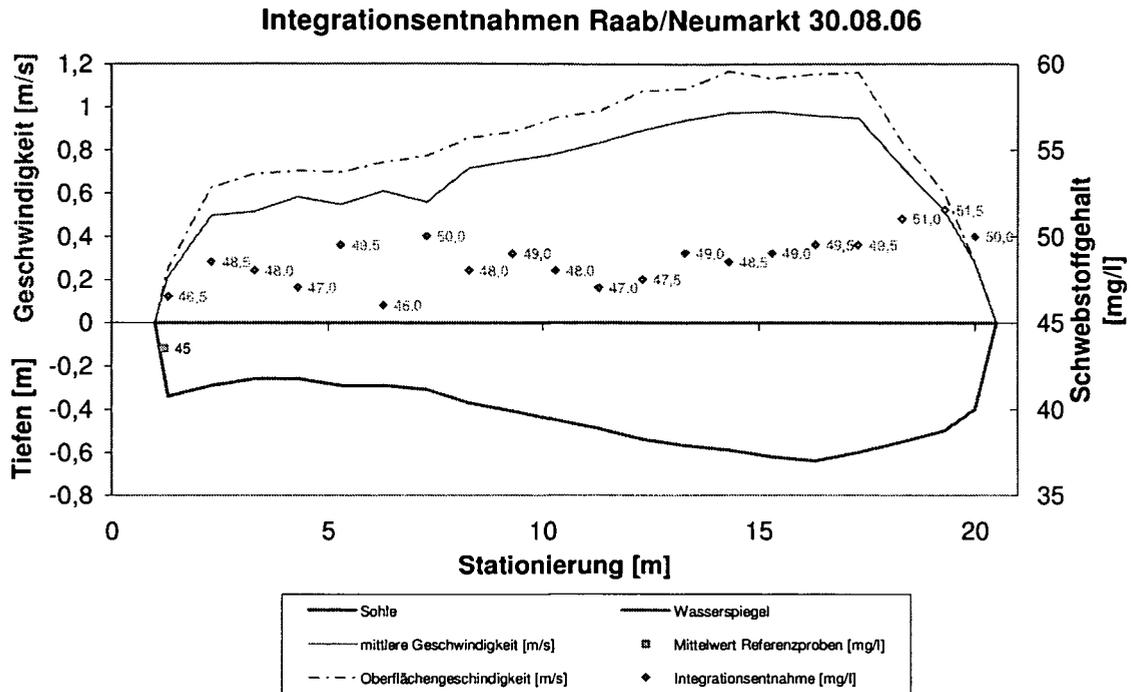


Abbildung 38: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 30.08.2006

Die Vielpunktentnahme erfolgte in 5 Lotrechten, wobei in 3 Tiefenstufen gemessen wurde (Abbildung 39). Durch den höheren Wasserstand wären theoretisch mehr Tiefenstufen möglich gewesen, jedoch aufgrund des größeren Messflügels konnte wiederum nur in 3 Tiefenstufen gemessen werden. Die Schwebstoffgehalte lagen zwischen 45 – 53,5 mg/l, wobei hier keine Tendenz (der Zunahme des Schwebstoffgehalts je Tiefenstufe) vorliegt. Die mittlere Fließgeschwindigkeit je Lotrechte lag dabei zwischen 0,51 und 0,95 m/s.

## Daten und Ergebnisse

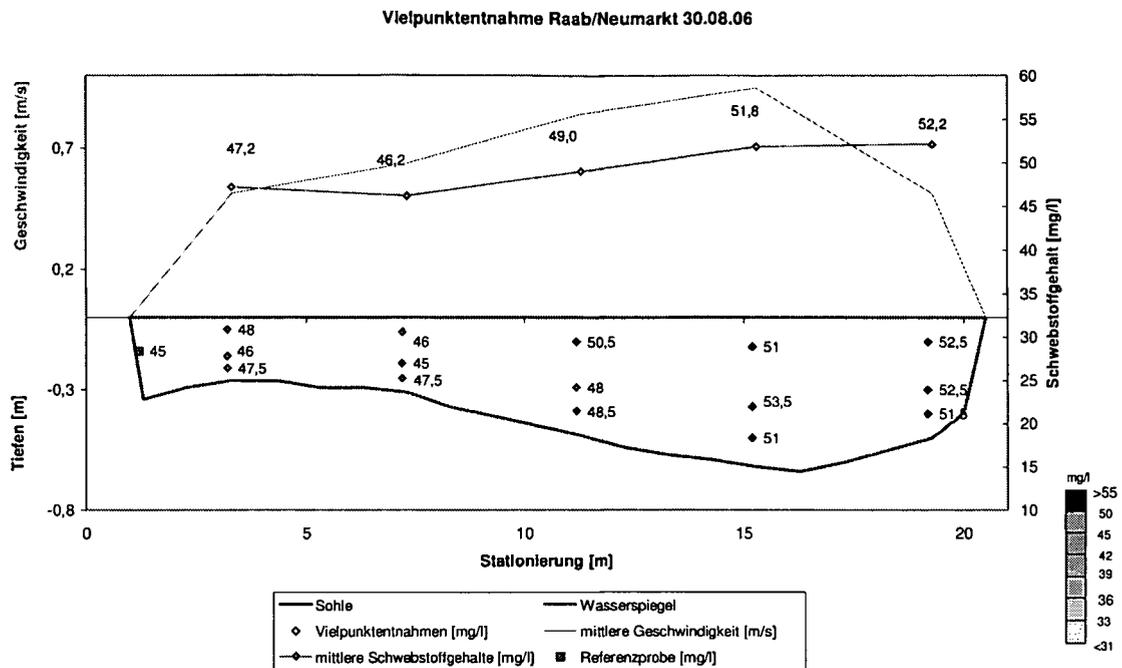


Abbildung 39: Graphische Darstellung der Vielpunktentnahme vom 30.08.2006

Auch an diesem Tag wurden für eine Korrektur der Sondenaufzeichnung in regelmäßigen Abständen sondennahe Referenzproben entnommen. Die Sondenreinigung erfolgte zwischen Durchfluss- und Schwebstoffmessung.

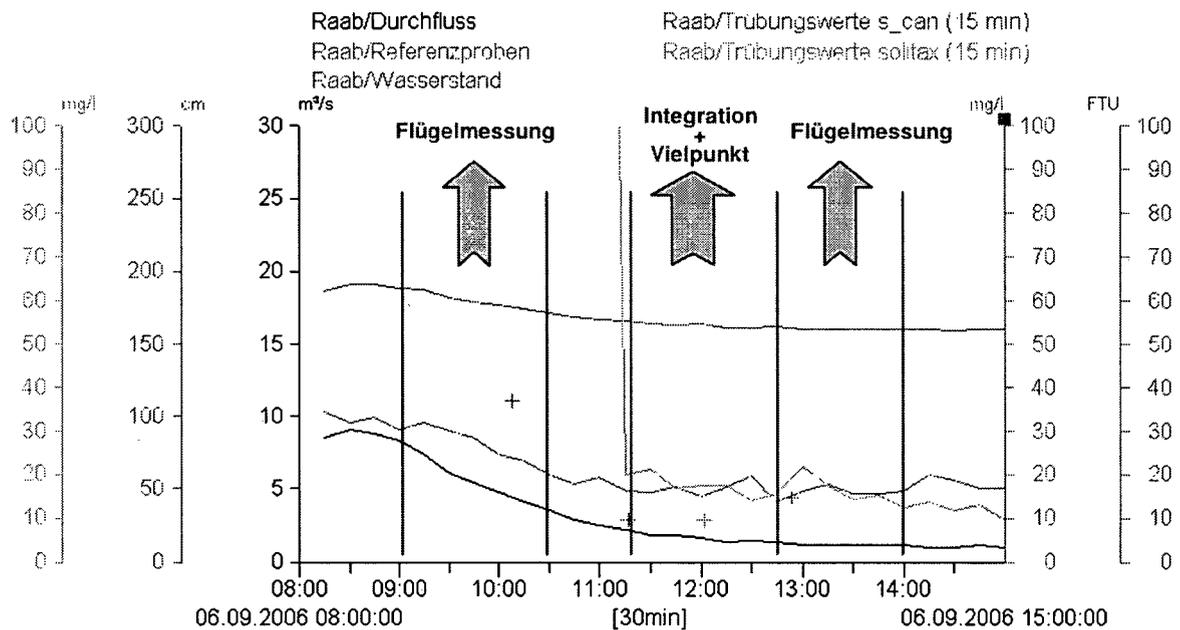
Als Ergebnis der Integrationsentnahme erhielt man im Messquerschnitt einen mittleren Schwebstoffgehalt  $C_m$  von 48,58 mg/l und einen Schwebstofftransport von 0,310 kg/s. Die Vielpunktmessung lieferte Werte für den mittleren Schwebstoffgehalt  $C_m$  von 49,21 mg/l und der Schwebstofftransport lag bei 0,303 kg/s. Vergleicht man diese Methoden, so ist eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse erkennbar.

### 6.3.6 6. Messtag, 06.09.2006

Wie an den anderen Messtagen wirkte die Raab bei einer Wassertemperatur von 16,5 °C und einer Lufttemperatur von 23,7 °C leicht trüb. Bei der Ankunft um 08:30 am Messpegel Neumarkt/Raab betrug der Wasserstand 191 cm. Bei der ersten Durchflussmessung von 09:00 bis 10:30 sank der Pegel rapide von 189 auf 172 cm. Während der darauf folgenden Schwebstoffentnahme sankt der Pegel weiter bis auf einen Wert von 161 cm. Der Grund für diese enorme Schwankung von rund 30 cm ist auf das etwa 300 m flussaufwärts liegende im Schwellbetrieb arbeitende Laufkraftwerk zurückzuführen. Aufgrund des geringen Wasserstandes während der

Schwebstoffmessung konnte keine Vielpunktmessung durchgeführt werden, da der Wasserstand bis 7 m vom orographisch linken Ufer nur zwischen 5 und 10 cm lag. Daher war nur eine Integrationsmessung möglich. Da die Wasserspiegelschwankungen der ersten Durchflussmessung für die weitere Bearbeitung zu hoch waren, wurde im Anschluss an die Schwebstoffmessung noch eine zweite Durchflussmessung durchgeführt (Abbildung 40).

Abbildung 40: Überblick über die Aufzeichnungen am 06.09.2006 in Neumarkt/Raab



Zur weiteren Auswertung wurde nur die zweite Durchflussmessung in der Zeit von 12:45 bis 14:00 verwendet. Dabei wurde für die Messung ein Laborflügel eingesetzt. Der Wasserspiegel schwankte nur geringfügig zwischen 161 -160 cm. Aufgrund der geringen Tiefe konnte bei der Krepis-Methode zum Teil nur in einer Tiefenlage gemessen werden. Als Ergebnis der Durchflussmessung erhielt man einen Wert von 1,28 m³/s bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,299 m/s. Die benetzte Fläche beträgt dabei 4,275 m².

Bei der zuvor durchgeführten Integrationsmessung in 21 Lotrechten von 11:15 bis 12:45 betragen die Wasserspiegelwerte 165 – 161 cm. Dabei gestaltete sich die Probenahme aufgrund der geringen Wasserstände am linken Ufer tückisch. Die gemessenen Schwebstoffgehalte schwankten zwischen 10 – 33 mg/l. Abbildung 41 zeigt diese Situation.

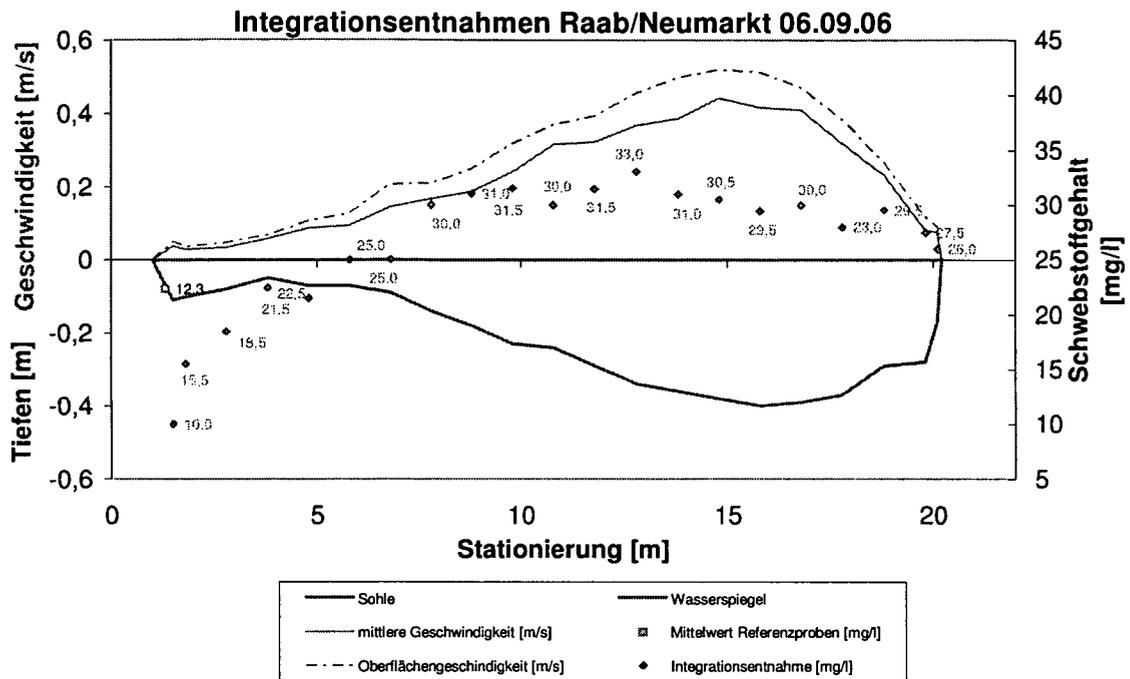


Abbildung 41: Graphische Darstellung der Integrationsentnahme vom 06.09.2006

Als Ergebnis aus den Messungen erhielt man einen mittleren Schwebstoffgehalt von 27,16 mg/l und einen Schwebstofftransport von 0,037 kg/s.

## 6.4 Kalibrieren der Trübungsganglinie

Die Kalibrierung der Trübungsganglinie erfolgt mittels einer empirischen Beziehung zwischen den entnommen sondennahen Referenzproben und der zur gleichen Zeit aufgezeichneten Trübungswerte der Sonden. Im nächsten Schritt werden die so erhaltenen sondennahen Schwebstoffgehalte mit Hilfe eines Querprofilbeiwertes  $K_Q$  auf den kompletten Messquerschnitt umgewandelt.

In diesem Kapitel sollen die für diese Diplomarbeit verwendeten Methoden näher erläutert werden.

Vorweg muss gesagt werden, dass die Messungen ausschließlich bei Mittel- bzw. Niederwasser durchgeführt wurden, weshalb die Kalibrierung auch nur für jene Durchflüsse repräsentativ ist.

#### 6.4.1 Kalibrieren der Sondenwerte der spectro::lyser Sonde (FA. s::can)

Zur Kalibrierung der Sondenwerte wurde eine Beziehung zwischen den sondennahen Referenzproben  $C_m$  und den Trübungswerten der Sonde  $T_r$  hergestellt. Zuerst mussten jedoch alle Kalibrierproben auf Ausreißer kontrolliert und gegebenenfalls eliminiert werden. Die durch eine lineare Ausgleichsgerade hergestellte Beziehung ergab dabei einen guten Korrelationskoeffizienten  $R^2$  von 0,778 (Abbildung 42). Die daraus erhaltene Regressionsbeziehung  $y = 2,1864 \cdot x - 19,757$  wurde zur Kalibrierung der 15 min Sondenwerte verwendet.

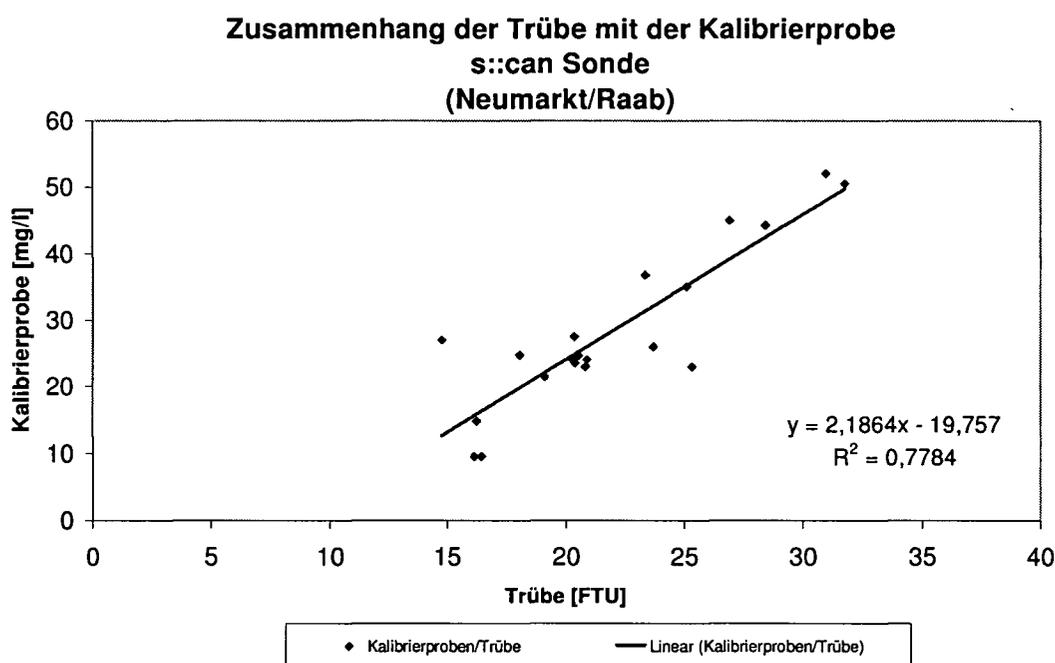


Abbildung 42: Linearer Zusammenhang zwischen Trübungswerten der Sonde und den Werten der Kalibrierproben

#### 6.4.2 Kalibrieren der Sondenwerte der solitax ts-line® (FA. Hach-Lange)

Wie beim spectro::lyser (FA. s::can) wurde auch hier eine empirische Beziehung zwischen den Schwebstoffgehalten der Kalibrierprobe und den Sondaufzeichnungen zur Korrektur der Sondenwerte verwendet. Zur Bestimmung eines linearen Zusammenhanges wurden nur Werte herangezogen, bei denen kein „Fouling“ zu beobachten war. Wie bereits erwähnt begann sich schon nach wenigen Tagen am Messglas der solitax Sonde ein Algenfilm zu bilden, der zu falschen Messergebnissen führte. An 4 Messtagen wurde vor dem Reinigen der Sonde eine

Referenzprobe entnommen, die zu den in Abbildung 43 rot eingrahmten Werten führte.

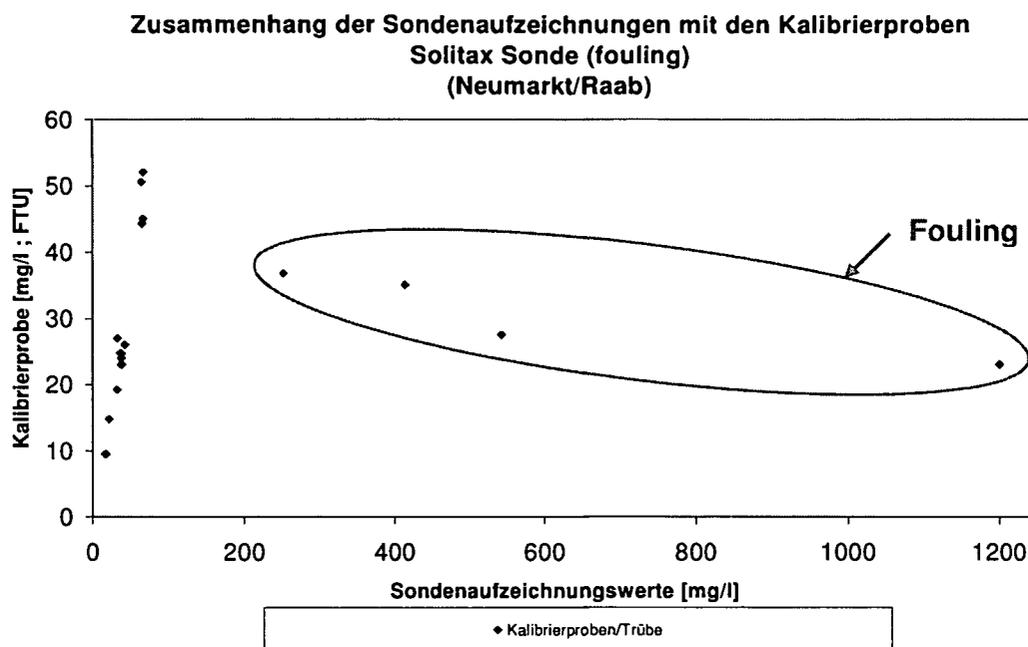


Abbildung 43: Vergleich aller Kalibrierprobenwerte mit den Sondaufzeichnungen

Werden nur jene Sondaufzeichnungen, die nicht vom Fouling betroffen sind, für die Gegenüberstellung mit den sondennahen Kalibrierproben herangezogen, so kann mit einer linearen Regressionsgeraden eine sehr gute Übereinstimmung mit einem Korrelationskoeffizienten  $R^2$  von 0,964 erreicht werden. Die daraus resultierende Gleichung  $y = 0,7809 \cdot x - 3,8163$  wird für die Umrechnung der Trübungswerte in sondennahe Schwebstoffgehalte verwendet (Abbildung 44).

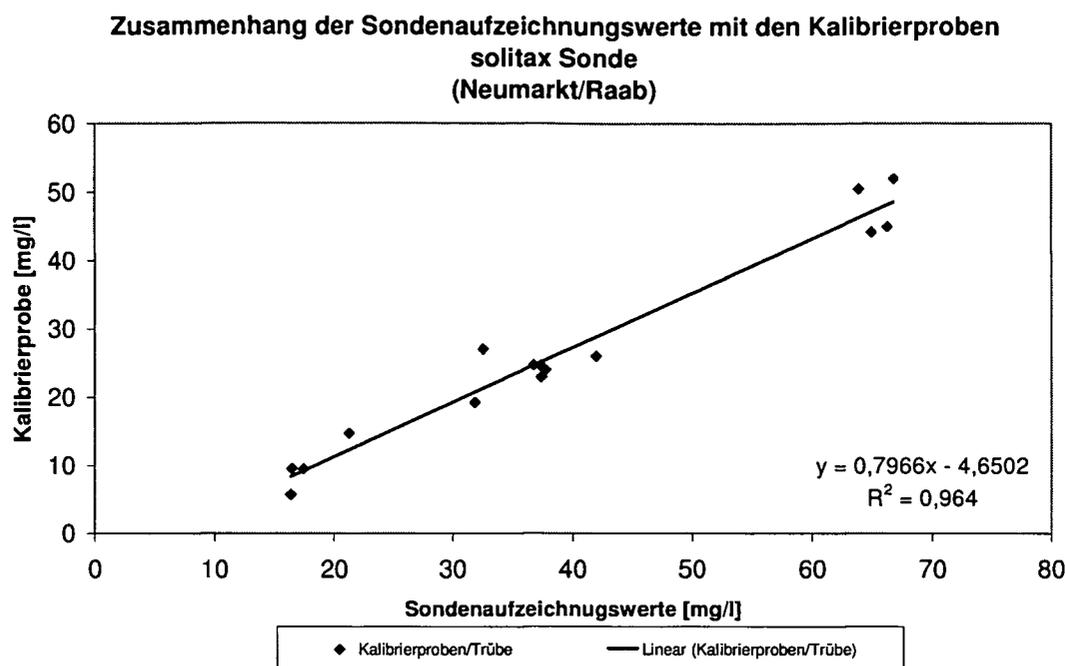


Abbildung 44: Linearer Zusammenhang zwischen Sondenaufzeichnungen und den Werten der Kalibrierproben

#### 6.4.3 Bestimmen des Querprofilbeiwerts $K_Q$

Die in den Kapiteln 5.4.1 und 5.4.2 kalibrierten Werte beziehen sich immer auf sondennahe Schwebstoffgehalte. Um nun auf den Schwebstofftransport im kompletten Querprofil zu gelangen ist es notwendig, einen Zusammenhang ( $K_Q$  Wert) zwischen der mittleren Konzentration  $C_m$  im Querprofil und der sondennahen Schwebstoffkonzentration  $C_r$  zu finden. Dabei bezieht sich die mittlere Konzentration  $C_m$  im Querprofil auf die durchgeführten Messungen während der Messtage, wobei entweder die Integrations- oder die Vielpunktmessungen verwendet wurden. Der so ermittelte  $K_Q$  Wert wird nun mit dem Durchfluss durch eine lineare Ausgleichsgerade in Beziehung gesetzt.

Ausgehend von den drei Vielpunktentnahmen ergibt sich eine hypothetische Beziehung gemäß Abbildung 45. Da die Anzahl der Vielpunktmessungen gering war, wurde eine weitere Auswertung aus den fünf Integrationsmessungen getätigt, wobei ein lineares Modell gemäß Abbildung 46 abgeleitet wurde. Auch hier konnte aufgrund der geringen Anzahl von Messungen keine statistisch zuverlässige Aussage getroffen werden. Aus der Integrationsmessung ergibt sich eine Funktion

von  $y = -0,2584 \cdot x + 2,5361$  mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,86. Dies führt bei hohen Abflüssen zu negativen  $K_Q$  Faktoren. Daher wird die Annahme getätigt, dass der  $K_Q$  Wert bei einem Durchfluss von 6,4 m<sup>3</sup>/s gleich 1 ist. Was gleichzeitig bedeutet, dass ab einen Durchfluss von 6,4 m<sup>3</sup>/s der komplette Querschnitt als gut durchmischt angesehen werden kann. Somit werden die Schwebstoffgehalte der sondennahen Referenzproben als für den gesamten Querschnitt repräsentativ angesehen.

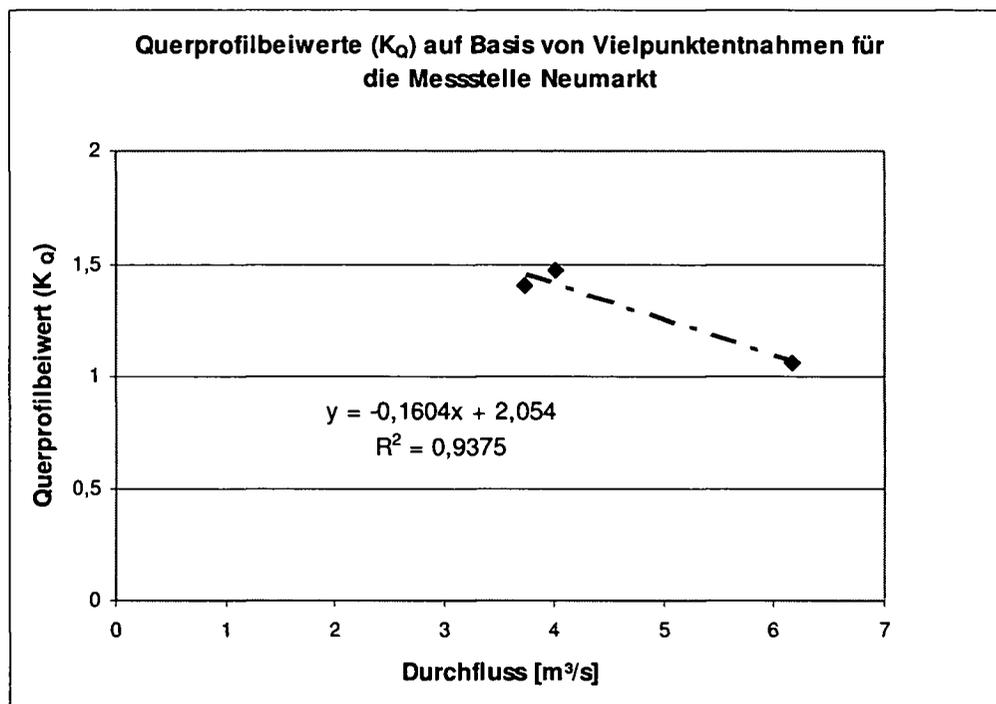


Abbildung 45: Zusammenhang zwischen Durchfluss und Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) auf Grundlage der Vielpunktentnahme mittels Nielsens Probesammler

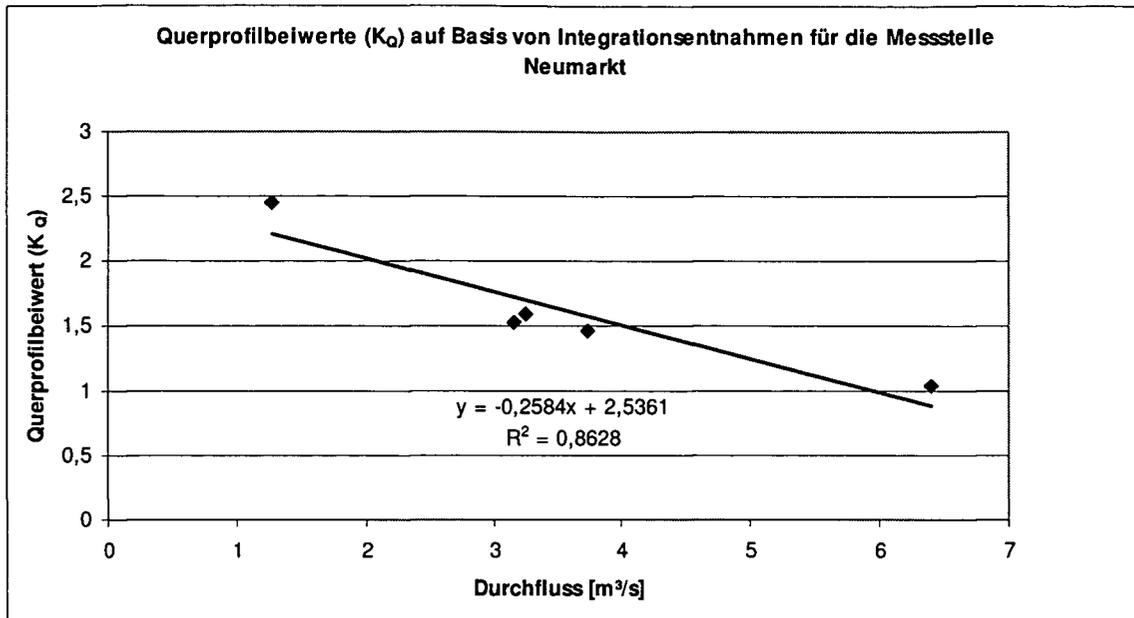


Abbildung 46: Zusammenhang zwischen Durchfluss und Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) auf Grundlage der Integrationsentnahme mittels Nielsens Probesammler

#### 6.4.4 Frachtberechnung

Für die Berechnung der Schwebstofffracht wurde im weiteren Verlauf nur noch mit den Trübungswerten des spectro::lyzers (FA. s::can) gearbeitet. Die Werte der solitax ts-line® (FA. Hach-Lange) konnten aufgrund der hohen Foulinganteile für eine weitere Berechnung nicht herangezogen werden. Wobei aber auch der spectro::lyser bei längeren Zeiträumen aufgrund des „Foulings“ zu driften begann. Daher konnte die Fracht nur für die Zeit während der Messtage bestimmt werden.

Die Berechnung der Schwebstofffrachten wurde aus den zuvor doppelt kalibrierten Schwebstoffganglinien berechnet. Dabei wurden im ersten Schritt die Aufzeichnungswerte der Sonde mit einem linearen Zusammenhang mit den Referenzproben in sondennahe Schwebstoffkonzentrationen umgerechnet, wie in Abbildung 47 als blaue Ganglinie dargestellt. Im zweiten Schritt wurden diese Werte mit Hilfe eines Querprofilwertes ( $K_Q$ ) auf den gesamten Querschnitt umgelegt.

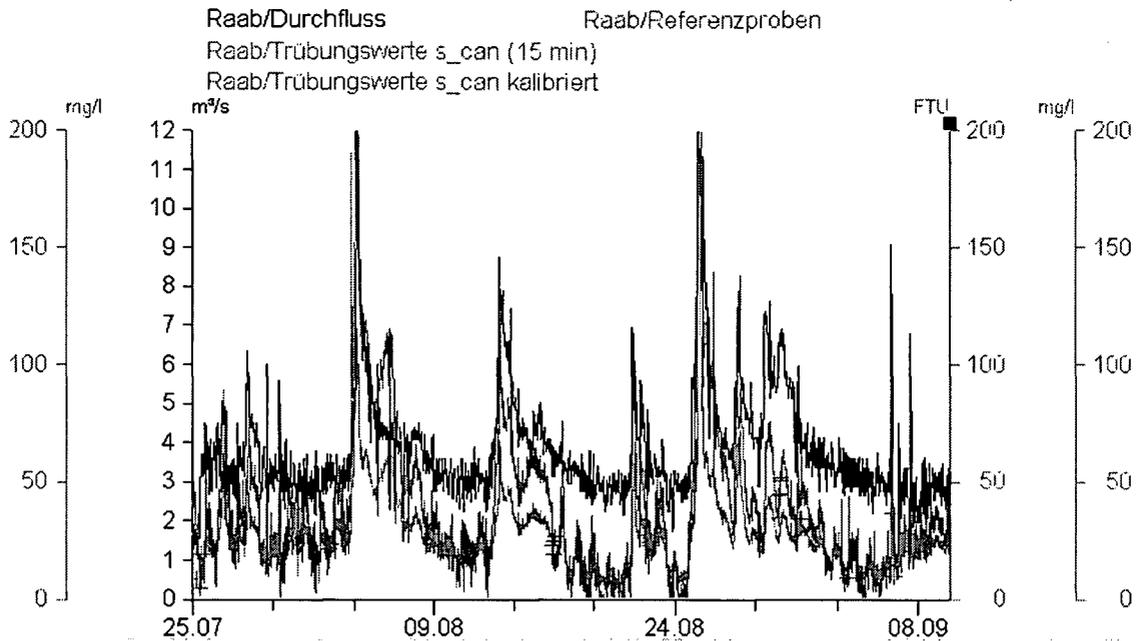


Abbildung 47: Durchfluss- und Trübungsganglinie mit Referenzproben und kalibrierter Schwebstoffganglinie

Die Schwebstofffracht ergibt sich als Integration der Summe aus Durchfluss und dem mittleren Schwebstoffgehalt über einen bestimmten Zeitraum. Dabei zeigt die kalibrierte Ganglinie im Bereich des Niederwassers grundsätzlich eine gute Anpassung an die Trübungsganglinie. Bei hohen Durchflüssen ist ein größerer mittlerer Schwebstoffgehalt (als von der Trübungssonde tatsächlich aufgezeichnet) zu erkennen.

Die Schwebstofffracht betrug somit für den Monat August 2006 rund 840 t (Tabelle 5). Während der Gesamten Messdauer vom 25.07.2006 bis 06.09.2006 betrug die Schwebstofffracht ca. 2160 t, wobei hier nochmals erwähnt sei, dass die Frachtberechnung ihre Gültigkeit nur für Nieder- und Mittelwasser hat. Für Hochwasser fehlten die im Untersuchungszeitraum benötigten Ereignisse.

Abbildung 48 zeigt den zeitlichen Verlauf des Durchflusses und des Schwebstofftransports, wobei als Grunddaten die 15 min Werte der spectro:lyser Sonden dienen. Vom 24.07.2006 bis 06.09.2006 wurde die Sonde regelmäßig gereinigt, im weiteren Verlauf bis 22.10.2006 begann die Sonde aufgrund des „Foulings“ abzudriften. Aus diesem Grund erscheinen Aussagen über den Schwebstofftransport im Monat September als wenig zuverlässig.

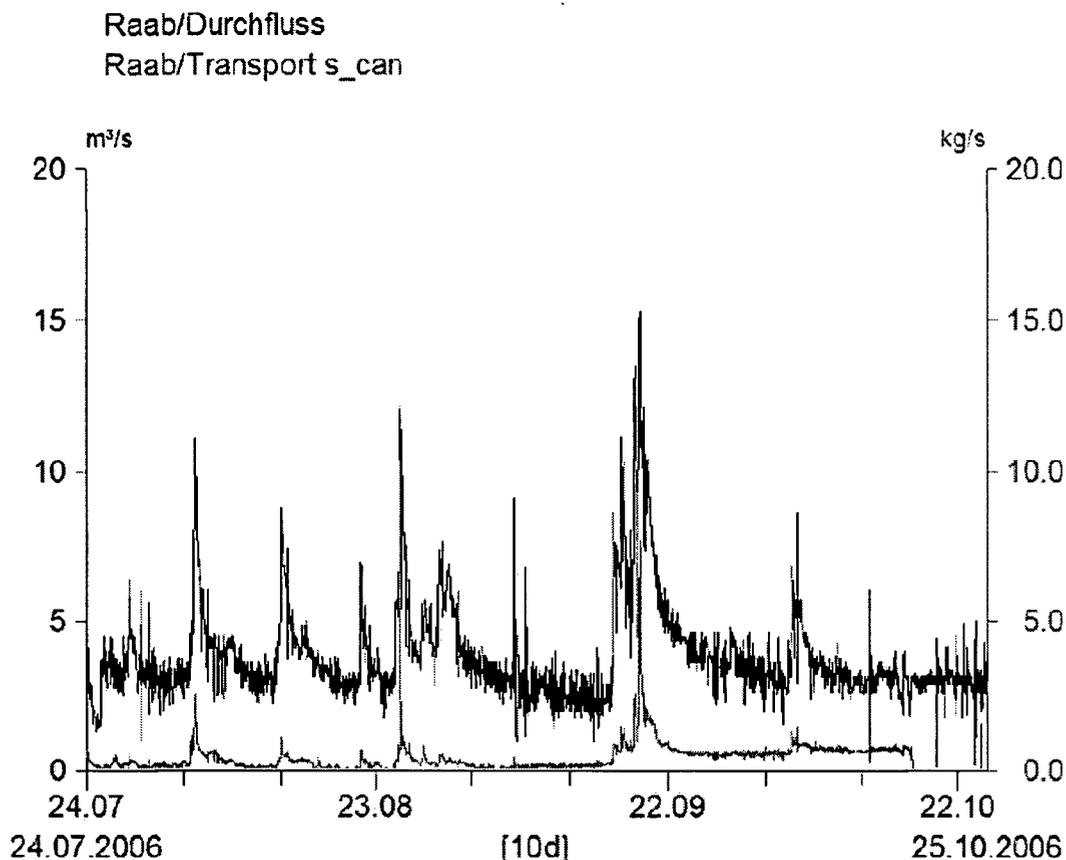


Abbildung 48: Zeitlicher Verlauf des Durchflusses und des Schwebstofftransportes

Tabelle 5: Schwebstofffracht an der Messstelle Neumarkt/Raab im August 2006 in Tonnen Trockensubstanz

Zeitraum	Schwebstofffracht [T TS]
01.08.2006 - 31.08.2006	840

#### 6.4.5 Korngrößenanalyse

Wie bereits erwähnt wurden an der Messstelle Neumarkt/Raab keine Großproben entnommen. Die in diesem Kapitel beschriebenen Daten stützen sich auf die Korngrößenanalyse, die im August 2005 von Frau G. Stimpfel an der Messstelle Feldbach/Raab gewonnen wurden (STIMPFL, 2006).

Hierbei wurde eine Großprobe während eines zehnjährlichen Hochwasserereignisses am 22. Aug. 2005 und bei erhöhtem Mittelwasser am 24. Aug. 2005 entnommen. Dabei wurden jeweils von der Flussmitte mittels eines Kübels Proben entnommen.

Die Korngrößenanalyse brachte für den 22. Aug. 2005 als Hauptteil die Schlufffraktion mit 53,1%, wobei Grob- und Feinschluff knapp über 19 % ausmachten. Der Tonanteil betrug 28,9 % und der Sandanteil 18 %. Der mittlere Korndurchmesser wurde mit  $d_{50} = 7,2 \mu\text{m}$  bestimmt.

Auch in der zweiten Großprobe vom 24. Aug. 2005 war zum überwiegenden Teil Schluff mit 68,4 % zu finden. Der Tonanteil belief sich auf 21,1 % und der Sandanteil betrug 10,5 %. Der mittlere Korndurchmesser  $d_{50}$  wurde mit  $9,0 \mu\text{m}$  bestimmt.

Aus der relativ geringen Entfernung und den annähernd gleichen Rahmenbedingungen der beiden Messstellen kann angenommen werden, dass sich an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab eine annähernd gleiche Verteilung mit einem Hauptanteil an Schluff einstellen würde.

### **6.5 Vergleich der verwendeten Sonden**

In diesem Kapitel werden die an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab verwendeten Sonden auf ihre Gebrauchstauglichkeit untersucht. Dabei werden die im Sommer 2006 gewonnenen Daten herangezogen.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die Raab im Bereich des Untersuchungsgebiets der Güteklasse II – III entspricht, und in dieser Klasse die Grünalgen verstärkt auftreten können.

#### **6.5.1 Gebrauchstauglichkeit der solitax ts-line<sup>®</sup> (FA. Hach-Lange)**

Die Sonde wurde am 17. Juli 2006 durch den Hydrographischen Dienst Burgenland am orographisch linken Ufer in Fließrichtung ausgerichtet eingebaut. Danach folgten im Zeitraum bis 06. September 2006 insgesamt 6 Messtage und im weiteren Verlauf wurde noch eine Langzeitstudie bis 24. Oktober 2006 durchgeführt.

Die solitax ts-line<sup>®</sup> misst nach dem Streulichtverfahren und ist zur selbstständigen Reinigung des Messfensters mit einem Kunststoffwischer ausgestattet. Es wurde für die Selbstreinigung ein Wischintervall von 15 min programmiert.

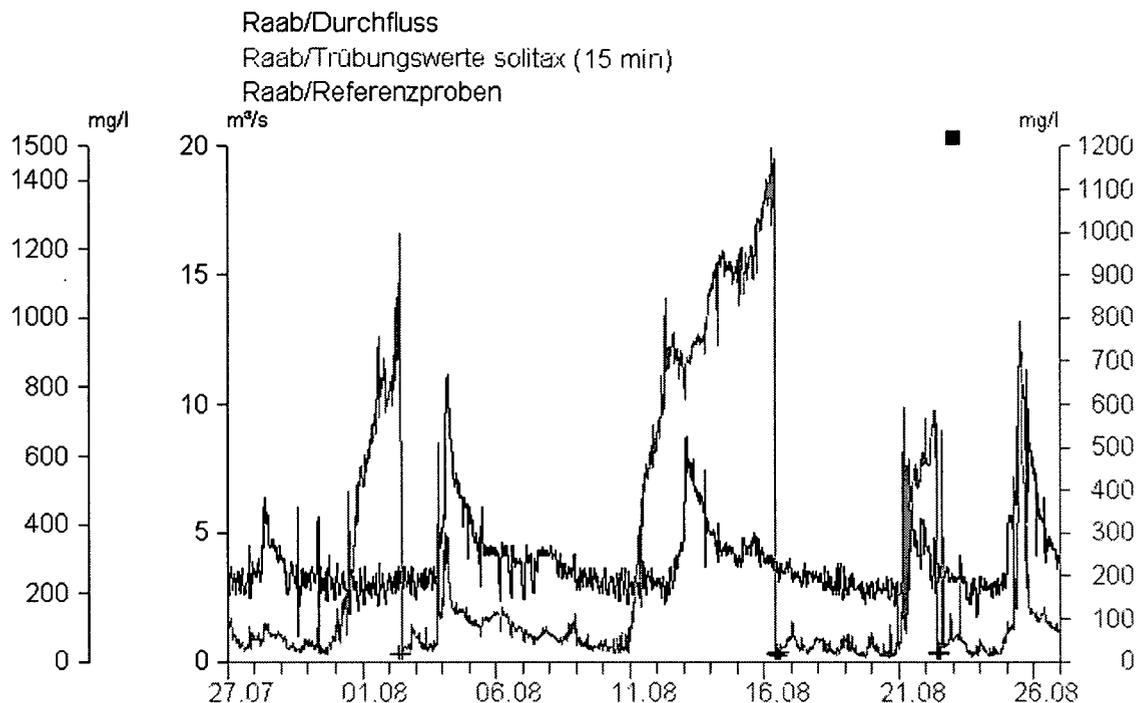


Abbildung 49: Ausschnitt der Durchfluss- und Trübungsganglinie der solitax ts-linie® mit Referenzproben

Grundsätzlich ist eine gute Übereinstimmung mit dem Durchfluss zu erkennen, jedoch wie man in Abbildung 49 erkennen kann, begann die Sonde im Schnitt von 3 – 6 Tagen bereits irreguläre Werte anzuzeigen. Der Grund für diesen Effekt ist das so genannte „Fouling“. Dabei bildet sich ein Algenfilm auf der Sondenoptik. Dieser haftet auf dem Messfenster so stark, dass der Wischer nicht in der Lage ist, diesen Belag zu entfernen (Abbildung 50). Aufgrund dieser „Dauertrübe“ zeigt die Sonde viel zu hohe Trübungswerte an. Dies wurde auch durch die Laborauswertung bestätigt, indem sondennahe Kalibrierproben während dieses Zustandes genommen und mit den aufgezeichneten Sondenwerten gegenübergestellt wurden. Lediglich eine allgemeine Verschmutzung kann durch den Wischer verhindert werden. Der Algenbelag kann nur durch mechanische Reinigung gelöst werden. An jedem Messtag wurde daher die Sonde aus dem Wasser gehoben und gründlich mit Spülmittel und Wasser gereinigt. Dabei ist mit Sorgfalt umzugehen, damit nicht die Sondenoptik zerkratzt wird und somit permanent verfälschte Werte liefert.

Zudem kommt hinzu, dass die Sonde am orographisch linken Ufer eingebaut wurde, wo der Wasserstand des gesamten Querprofils am niedrigsten war. Dadurch

gelangte viel Licht bis zur Sondenoptik, wodurch die für die Algenbildung notwendige Photosynthese gute Bedingungen herrschten. Die Möglichkeit, die Sonde senkrecht in Messrichtung zur Sohle einzubauen, um den Lichteinfall zu minimieren war aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und des geringen Wasserstandes nicht möglich.

Während der Langzeitstudie von September bis Oktober 2006 begannen die Trübungswerte nach wenigen Tagen abzudriften und lieferten dadurch unbrauchbare Messwerte. Zusätzlich ragte die Sonde in diesem Zeitraum wegen geringer Wasserstände und des Schwallbetriebs des etwa 300 m flussaufwärts liegenden Laufkraftwerkes teilweise aus dem Wasser.

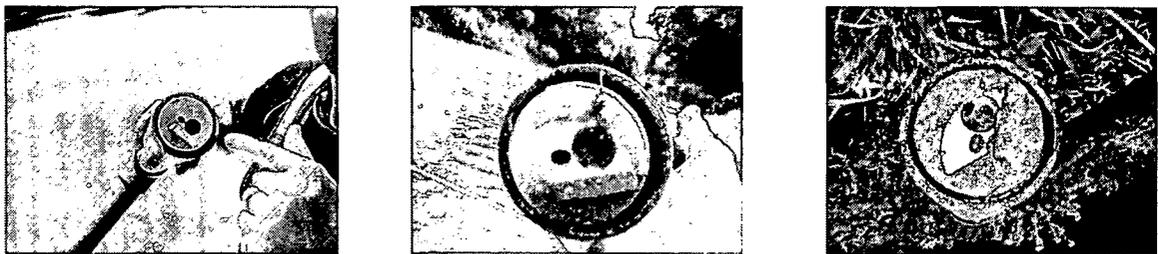


Abbildung 50: links: Neuzustand; Mitte: nach 2 Monaten bei regelmäßiger Reinigung; rechts: nach ende der Langzeitstudie

### 6.5.2 Gebrauchstauglichkeit der spectro:lyser Sonde (FA. s::can)

Der spectro:lyser wurde ebenfalls am 17. Juli 2006 an der Messstelle Neumarkt/Raab am orographisch linken Ufer eingebaut. Zur Installation und Einschulung war ein Mitarbeiter der Firma s::can vor Ort, da diese Sonde für die Schwebstoffmessung an Flüssen in Österreich bisher selten Verwendung fand. Dabei wurde die Sonde in Fließrichtung etwa 10 cm neben und 5 cm tiefer der solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde eingebaut. Auch hier wurde die Sonde während der Messtage und der im Anschluss daran durchgeführten Langzeitstudie genauestens beobachtet.

Die Spektrometersonde arbeitet nach dem Messprinzip der UV-VIS-Spektrometrie. Dabei wird in einem Wellenlängenbereich von 200 – 700 nm vermessen. Die Selbstreinigung erfolgt hier mit Druckluft, dabei wurde ein Intervall von 4 min gewählt.

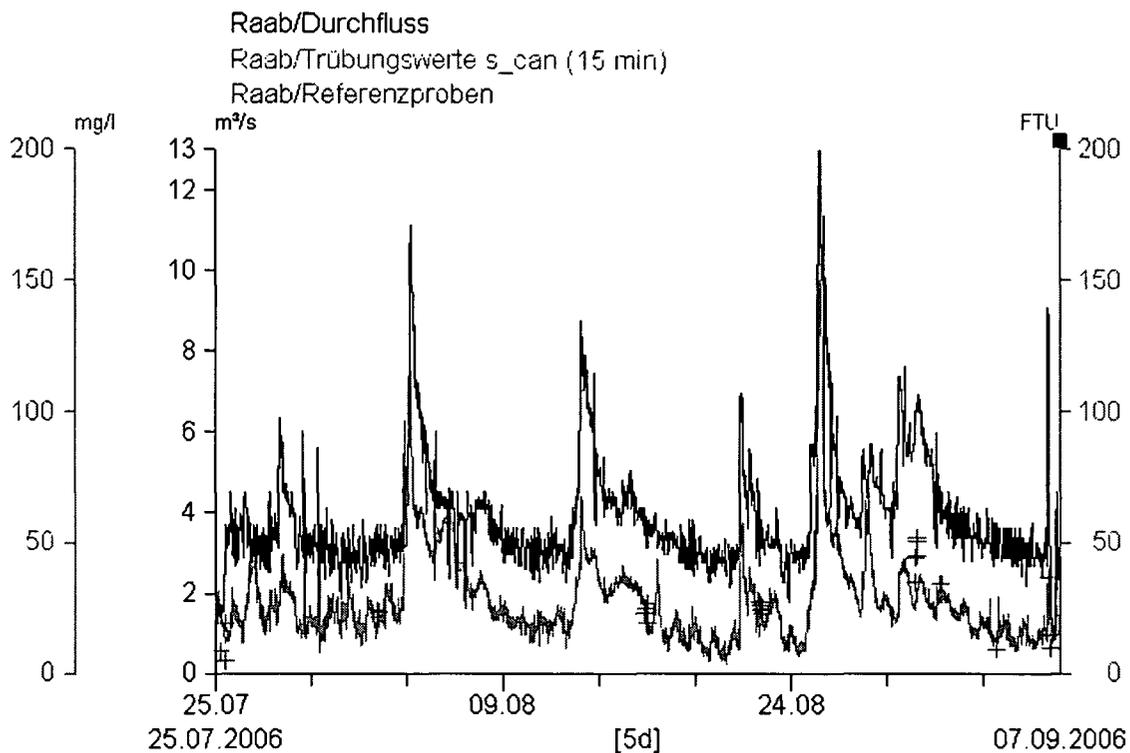


Abbildung 51: Durchfluss- und Trübungsganglinie des spectro::lyser Sonde mit Referenzproben während der Messtage

Wie in Abbildung 51 über die Messtage erkennbar, ist eine gute Übereinstimmung des Durchflusses mit den Trübungswerten zu sehen. Die Sonde wurde an jedem Messtag zur Reinigung aus dem Wasser gehoben. Mithilfe einer mitgelieferten Bürste und viel Spülmittel wurde die Reinigung der Messfenster durchgeführt. Auch an der Spectrometersonde konnte der Effekt des „Foulings“ am 16. August 2006 festgestellt werden. An diesem Tag sank der Trübungswert nach der Reinigung von 26 FTU auf 16 FTU bei annähernd stabilen Verhältnissen. Dies wurde auch durch die in diesem Zeitraum durchgeführten sondennahen Kalibrierproben bestätigt.

Während des Zeitraums der Langzeitstudie vom 06. Sep. 2006 bis 25. Okt. 2006 wird dies nochmals ersichtlich. Wie man in Abbildung 52 erkennt, beginnt die Sonde langsam, aber stetig davonzudriften, was durch Referenzproben des Pegelbeobachters bestätigt wurde. Auch hier ist der Grund „Fouling“. Zudem fiel die Sonde eine Woche vor Beendigung des Versuches aus bisher ungeklärten Gründen aus.

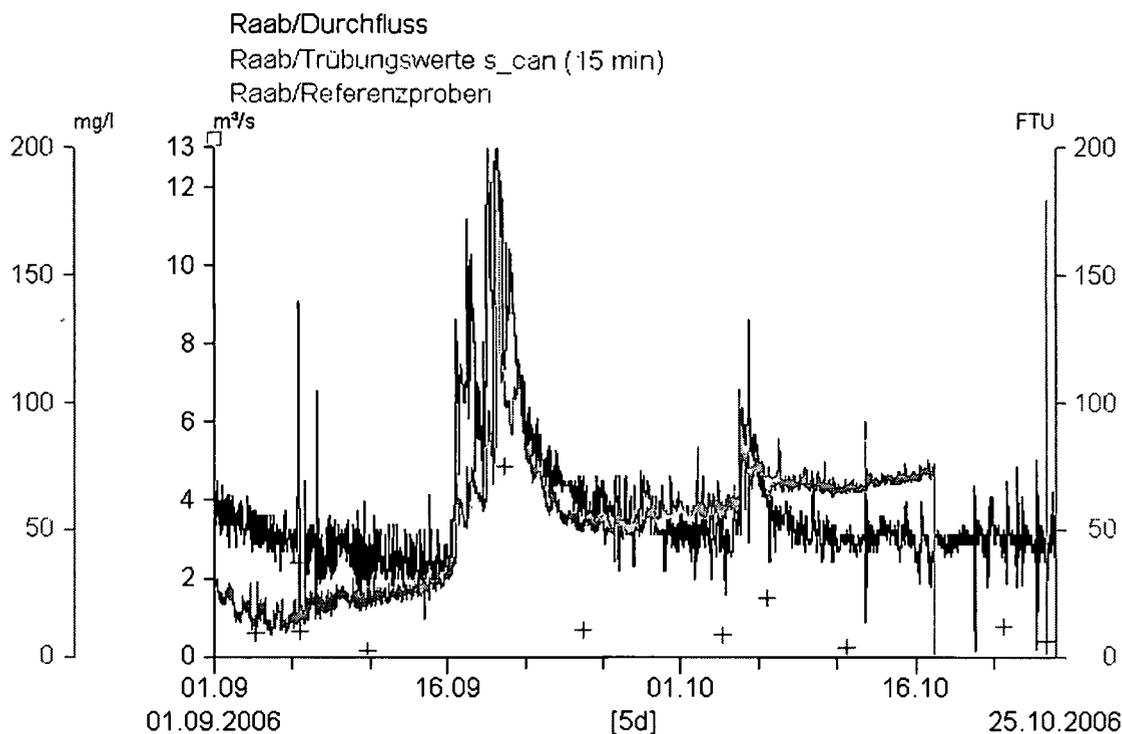


Abbildung 52: Durchfluss- und Trübungsganglinie des spectro::lyser Sonde mit Referenzproben während des Langzeitversuchs

Daraus folgt, dass auch bei der spectro::lyser Sonde das Problem des Foulings auftritt (Abbildung 53). Dieser Effekt beginnt zeitlich gesehen etwas später als bei der solitax ts-line<sup>®</sup>, lässt sich aber nicht verhindern. Der Grund für diesen Zeitverzug ist dem besseren Druckluft Reinigungssystem der spectro::lyser Sonde zuzuschreiben.

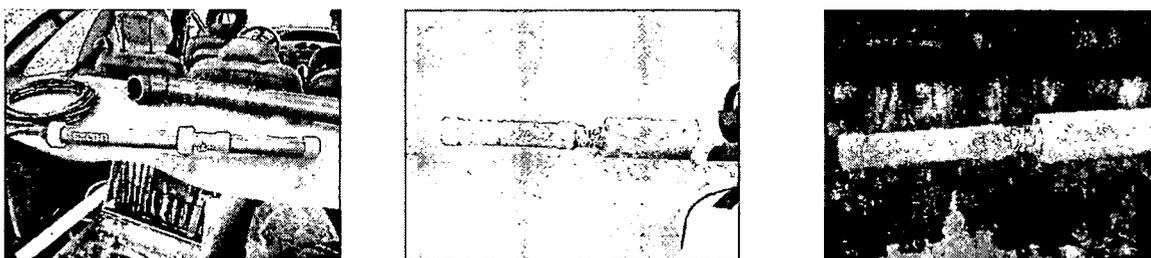


Abbildung 53: links: Neuzustand; Mitte: nach 2 Monaten bei regelmäßiger Reinigung; rechts: nach Ende der Langzeitstudie

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass sowohl die solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde als auch die spectro::lyser Sonde vom Fouling betroffen sind. Durch ein anderes

Selbstreinigungssystem der Spektrometersonde setzt dabei dieser Effekt zeitlich etwas verspätet ein.

## **7 Diskussion der Ergebnisse**

### **7.1 Trübungsganglinie**

Wie bereits in Kapitel 6.1 angeführt, zeigt sich aufgrund eines ähnlichen Verlaufes ein guter Zusammenhang zwischen der Durchflusganglinie und den Trübungswerten der Sonden sofern kein Fouling vorherrscht. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass durch bestimmte Einflüsse wie Gewitterniederschläge, Muren, Flussbauarbeiten usw. im Einzugsgebiet die Trübe im Verhältnis zum Durchfluss stark ansteigen kann. Laut SHAHEEN (1992) ist die Beziehung zwischen der Schwebstoffkonzentration und dem Abfluss von vielen Faktoren abhängig, somit ist ein deterministischer Ansatz zur Bestimmung dieser Abhängigkeit schwierig zu formulieren. Aufgrund dessen kann kein Zusammenhang zwischen dem Durchfluss und der Trübe aufgestellt werden.

#### **7.1.1 Einfluss der Korngrößen auf die Trübungsmessung**

Da die Trübe stark von der Korngröße abhängt, werden Korngrößenanalysen durchgeführt. Wie im Kapitel 6.1 beschrieben, ist der Unterschied der Korngrößen in der Herkunft des Materials, des Niederschlages, diverser Erosionen, usw. und dem damit verbundenen Abfluss begründet. Der von den Sonden angezeigte Wert hängt dementsprechend stark von der Korngröße und der Konzentration bei wechselnden Korngrößenverteilungen ab.

SILLABER (2004) aber auch STIMPFL (2006) kommen zu dem Ergebnis, dass die Trübungssonden bei einem hohen Anteil an feinputikulärem Material aufgrund der relativ stark reflektierenden Oberfläche einen höheren Schwebstoffgehalt anzeigen. Umgekehrt ergeben sich bei gröberen Materialien zu geringe Sondenwerte als sich tatsächlich im Gewässer befinden, da keine so hohe Reflexion hervorgerufen wird.

### **7.2 Sondennahe Referenzproben**

Wie bereits erwähnt, wurden während des Messprogramms regelmäßig Referenzproben in Sondennähe entnommen. Dies beschränkte sich lediglich auf die Messtage selbst, nur während der Langzeitstudie wurden zweimal wöchentlich

Proben von einem Pegelbeobachter entnommen. Um eine genauere Kalibrierung der Trübungssonden zu erreichen, wäre es sinnvoll, mehr Referenzproben vor allem bei verschiedenen Durchflüssen zu entnehmen. Während des Untersuchungszeitraumes im Sommer 2006 konnten Proben aufgrund permanent geringer Abflüsse nur bei Nieder- und Mittelwasser entnommen werden. Proben bei erhöhtem Abfluss konnten aufgrund der hydrologischen Verhältnisse nicht erfasst werden.

Als Entnahmegesetz bewährte sich für die vorliegenden Wasserstände das weitgehend isokinetische punktintegrierende Handentnahmegesetz.

### **7.3 Interpretation der Messtage**

In diesem Kapitel wird nicht mehr auf die einzelnen Messtage eingegangen. Es werden hier abschließend die verwendeten Untersuchungsmethoden näher beschrieben. Dabei wurde ausschließlich mit der Integrationsmethode und der Vielpunktmethode gearbeitet.

#### **7.3.1 Integrationsentnahmen**

Während des Untersuchungszeitraumes im Sommer 2006 wurden an insgesamt 6 Messtagen 7 Integrationsmessungen durchgeführt. Es war immer notwendig, simultan Geschwindigkeitsmessungen durchzuführen, da kein isokinetischer Probensammler zur Verfügung stand. Dabei konnte wegen des geringen Wasserstandes an allen Messtagen mit einem Stangenflügel gemessen werden. Zur Messung wurde die Krepss-Methode gewählt, wobei in 2 vom Wasserstand abhängigen Tiefenstufen gemessen wurde. Lediglich an 2 Messtagen musste aufgrund etwas höherer Fließgeschwindigkeiten ein größerer Flügel verwendet werden.

Es wurden für die Integrationsmethode im Schnitt 20 Lotrechte gewählt, wobei der Abstand zwischen den Lotrechten rund 1 Meter betrug. Dabei wurde ausschließlich mit der „Equal-Width-Increment“ (EWI) – „Identische Breite“ Methode gearbeitet. Alle Integrationsentnahmen wurden mit einem punktintegrierenden Handentnahmegesetz gewonnen. Für höhere Wasserstände stand ein geliehener

Nielsen Sammler zur Verfügung, der jedoch aufgrund der niedrigen Wasserstände keine Verwendung fand.

Tabelle 6 zeigt über alle Messtage einen Vergleich der Integrationsmessungen der mittleren Durchflüsse (Q) mit den jeweiligen mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), Referenzprobengehalte ( $C_{rm}$ ),  $K_Q$ -Faktoren und die jeweiligen mittleren Wasserstände.

Tabelle 6: Vergleich der mittleren Durchflüsse (Q) mit den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), den Referenzprobengehalten ( $C_{rm}$ ),  $K_Q$ -Faktoren und den mittleren Wasserständen

Datum	Q	$C_m$	$C_{rm}$	$K_Q$	WS
	[m <sup>3</sup> /s]	[mg/l]	[mg/l]	[-]	[cm]
25.07.2006	3,077	31,69			169
02.08.2006	3.249	36.58	23.0	1.59	170
16.08.2006	3.164	36.09	23.6	1.53	170
22.08.2006	3.733	35.54	24.3	1.46	172
30.08.2006	6.401	48.58	46.5	1.04	180
06.09.2006	1.281	27.16	11.1	2.45	160

Beim Vergleich von annähernd gleichen Durchflüssen ergeben sich unterschiedliche mittlere Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil.

Eine gute Beziehung lässt sich zwischen dem Durchfluss und dem Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) erkennen. Man kann bemerken, dass der  $K_Q$  Wert mit steigendem Durchfluss stetig abnimmt. Ab einem Durchfluss von 6,4 m<sup>3</sup>/s wird daher der Querprofilwert als 1 angenommen d.h. der gesamte Messquerschnitt gilt als gut durchmischt.

Im Allgemeinen liefert die Integrationsentnahme, für die Messstelle Neumarkt an der Raab aufgrund des guten Handlings des verwendeten Handentnahmegeräts, gute Messergebnisse.

### 7.3.2 Vielpunktentnahmen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden an 4 Messtagen Vielpunktmessungen durchgeführt, wobei die Messung am 06. Sep. 2006 wegen eines zu geringen Wasserstandes abgebrochen werden musste. Wie auch bei den Integrationsmessungen wurden ebenso hier simultan Flügelmessungen zur Geschwindigkeitsbestimmung durchgeführt. Bei allen Messungen wurde der

Messquerschnitt in annähernd 6 gleich große Abschnitte mit 5 Lotrechten unterteilt. Aufgrund der an allen Messtagen herrschenden geringen Durchflüsse konnte man nur in 3 Tiefenstufen messen bzw. Proben entnehmen. Auch hier konnten alle Proben mit einem punktintegrierenden Handentnahmegesetz entnommen werden.

Tabelle 7 zeigt einen Vergleich der gemessenen Vielpunktentnahmen mit den mittleren Durchflüssen (Q), den jeweiligen mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), den Kalibrierprobengehalten ( $C_{rm}$ ),  $K_Q$ -Faktoren und den jeweiligen mittleren Wasserständen.

Tabelle 7: Vergleich der mittleren Durchflüsse (Q) mit den mittleren Schwebstoffkonzentrationen im Querprofil ( $C_m$ ), den mittleren Kalibrierprobengehalte ( $C_{rm}$ ),  $K_Q$ -Faktoren und den mittleren Wasserständen

Datum	Q [m <sup>3</sup> /s]	$C_m$ [mg/l]	$C_{rm}$ [mg/l]	$K_Q$ [-]	WS [cm]
16.08.2006	4.01	34.67	23.6	1.47	174
22.08.2006	3.733	34.11	24.3	1.40	172
30.08.2006	6.167	49.21	46.5	1.06	180
06.09.2006	1.128		11.1		173

Der Querprofilbeiwert ( $K_Q$ ) sinkt mit steigendem Durchfluss. Grundsätzlich kann aufgrund der geringen Anzahl der Vielpunktmessungen keine statistisch gesicherte Aussage getroffen werden.

Allgemein kann gesagt werden, dass die Vielpunktmessung relativ viel Zeit in Anspruch nimmt und aufwändig ist. Zudem kommt es bei der Verwendung der Messeilbahn zu größeren zeitlichen Verzögerungen, was wiederum bei schwankenden Durchflüssen zu Verfälschungen der Messergebnisse führen kann. Daher wäre eine Vereinfachung für den Routinebetrieb wünschenswert. Dabei sollte eine Lotrechte gefunden werden, die den mittleren Schwebstoffgehalt repräsentiert. Um eine gesicherte statistische Aussage treffen zu können, ist es nötig weitere Messungen durchzuführen.

## 7.4 Schwebstofftransport

Die Schwebstofftransportraten des Messzeitraumes im Sommer 2006 wurden aus den sechs Messtagen ermittelt, dabei standen drei Vielpunktmessungen und sechs Integrationsmessungen zur Verfügung. Die größte Transportrate wurde mit 311 g/s

ermittelt, die geringste mit 37,2 g/s. An den ersten beiden Messtagen wurde nur eine Integrationsentnahme durchgeführt. Danach folgten drei Messtage an denen Integrations- und Vielpunktentnahmen simultan getätigt wurden. Am letzten Messtag musste nach der Flügelmessung aufgrund des stark absinkenden Wasserstandes die Vielpunktmessung abgebrochen werden. In Abbildung 54 sind die Transportraten dargestellt.

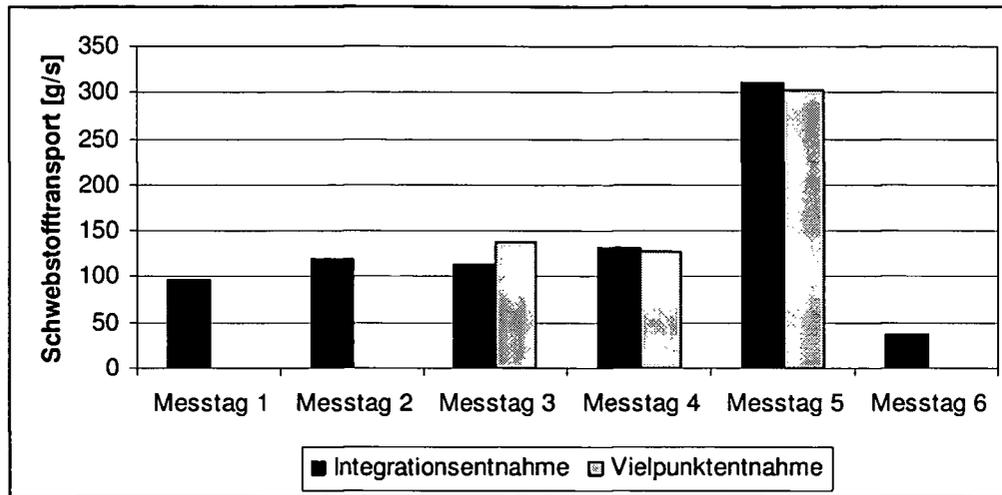


Abbildung 54: Gegenüberstellung der Transportraten aus Integrations- und Vielpunktentnahmen

Um eine geeignete Messmethode für den Routinebetrieb zu finden, wurden die Integrations- und Vielpunktmessungen annähernd simultan durchgeführt und einander gegenübergestellt.

Nachfolgende Tabelle 8 zeigt die unterschiedlichen Werte des Durchflusses, den mittleren Schwebstoffgehalt im Querprofil, den Wasserstand und daraus ermittelten Transportraten, je nach Ermittlungsmethode. Dabei ist zu beachten, dass die Flügelmessungen der Integrations- und Vielpunktmessung vom 16. 08. 2006 nicht simultan sondern nacheinander durchgeführt wurden.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der aus Integrations- und Vielpunktentnahme ausgewerteten Daten

	Datum	Q	C <sub>m</sub>	WS	Schwebstofftransport
		[m <sup>3</sup> /s]	[mg/l]	[cm]	[g/s]
INTEGRATION	16.08.2006	3.164	36.09	170	114,2
	22.08.2006	3.733	35.54	172	132,7
	30.08.2006	6.4006	48.58	180	311,0
VIELPUNKT	16.08.2006	4.01	34.67	174	138,7
	22.08.2006	3.733	34.11	172	127,4
	30.08.2006	6.167	49.21	180	303,5

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich, ist für den 22. 08. 2006 und den 30. 08. 2006 die Schwebstofftransportrate aus der Integrations- und Vielpunktentnahme annähernd gleich. Dabei weichen die Werte vom 22. 08. 2006 voneinander um 4% ab, am 30. 08. 2006 besteht eine Differenz im Schwebstofftransport von rund 2,4%. Wie bereits erwähnt wurden am 16. 08. 2006 die Geschwindigkeitsmessungen nicht simultan durchgeführt, daher ergibt sich aufgrund von abweichenden Durchflüssen für den Schwebstofftransport aus der Integrations- und Vielpunktmessung eine erhöhte Abweichung von rund 21,5%.

Generell kann anhand der durchgeführten Messungen festgestellt werden, dass sowohl aus der Integrationsmessung als auch aus der Vielpunktmessung annähernd gleiche Schwebstofftransportraten ermittelt wurden. Aufgrund der geringen Zahl von Messungen kann aber keine statistisch gesicherte Aussage getroffen werden.

## 7.5 Gebrauchstauglichkeit der verwendeten Sonden

In diesem Kapitel wird die Gebrauchstauglichkeit der solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde und der spectro::lyser Sonde für den Standort Neumarkt/Raab und im weiteren für allgemein potamale Gewässer mit geringen Fließgeschwindigkeiten und geringem Gefälle diskutiert.

### 7.5.1 Solitax ts-line<sup>®</sup> (FA. Hach-Lange)

Wie bereits im Kapitel 6.5.1 beschrieben, misst diese Sonde nach dem Streulichtverfahren. Sie wurde am 17. Juli 2006 am orographisch linken Ufer eingebaut. Die selbstständige Reinigung des Messfensters erfolgt mit einem Kunststoffwischer, wobei ein Wischintervall von 15 min. gewählt wurde.

Wie bereits in einigen Grafiken dargestellt tritt jedoch im Schnitt von 3 bis 6 Tagen der Effekt des „Foulings“ auf. Der Wischer kann lediglich das Messfenster vor Schmutz und Schlamm schützen, dem hartnäckigen Algenfilm ist er jedoch nicht gewachsen. Durch Änderung der Intervalle auf kürzere Abfolgen wird dieser Effekt unwesentlich zeitlich nach hinten verschoben. Zudem ragt die Sonde bei extremem Niederwasser teilweise aus dem Wasser, was zu irregulären Ergebnissen führt.

Bei Betrachtung des Zusammenhanges zwischen der Trübe und den Werten der Referenzproben bei der Bestimmung des  $K_S$ -Faktors in Abbildung 44 ergibt sich jedoch bei Ausschluss der Werte bei Fouling ein ausgezeichneter Korrelationskoeffizient  $R^2$  von 0.964. Wäre nicht der Fouling-Effekt würde die solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde sehr gute Werte liefern.

Eine Möglichkeit, die Sonde vertikal mit dem Messfenster in Richtung Sohle einzubauen, um den Lichteinfall und somit die Photosynthese so gering wie möglich zu halten, ist aufgrund des geringen Wassertsandes nicht möglich. Aber auch die Möglichkeit, die Sonde auf das orographisch rechte Ufer zu verlegen wo der Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit etwas höher ist, wäre zwar eine Option, der Fouling-Effekt vermutlich aber derselbe wäre.

Während der Tagung der Arbeitsgruppe „Schwebstoffmessungen im Hydrographischen Dienst“ am 20. und 21. Oktober 2006 in Graz wurde ein neuer Lösungsansatz diskutiert, indem das Messfenster mit einer speziellen Beschichtung versehen werden könnten. Hier liegt es an den Firmen der Sondenhersteller geeignete Maßnahmen zu entwickeln.

### **7.5.2 Spectro::lyser (FA. s::can)**

Dabei handelt es sich wie bereits in Kapitel 6.5.2 erwähnt um eine Spektrometersonde, die nach dem Messprinzip der UV-VIS-Spektrometrie in einem Wellenlängenbereich von 200 – 700 nm misst. Die Selbstreinigung des Messfensters erfolgt hierbei mit Druckluft in einem Ausperlintervall von 4 min.

Wie auch bei der solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde tritt auch hier der Effekt des Foulings auf. Während des Zeitraumes der Messungen konnte dieser Effekt aufgrund des kurzen Reinigungsintervalls von rund einer Woche nicht eindeutig bestätigt werden. Erst im

Langzeitversuch zeigte sich, dass auch bei der spectro::lyser Sonde Fouling nach etwa 1 -2 Wochen einsetzt.

Zudem kommt bei der Spectrometersonde noch hinzu, dass die Originaldaten eine Vielzahl von Ausreißern, wie in Abbildung 55 dargestellt, aufweist. Laut Mitarbeiter der Firma s::can handelt es sich dabei um größere Partikel, die diese Ausreißer hervorrufen. Diese müssen für die Weiterbearbeitung zunächst eliminiert werden.

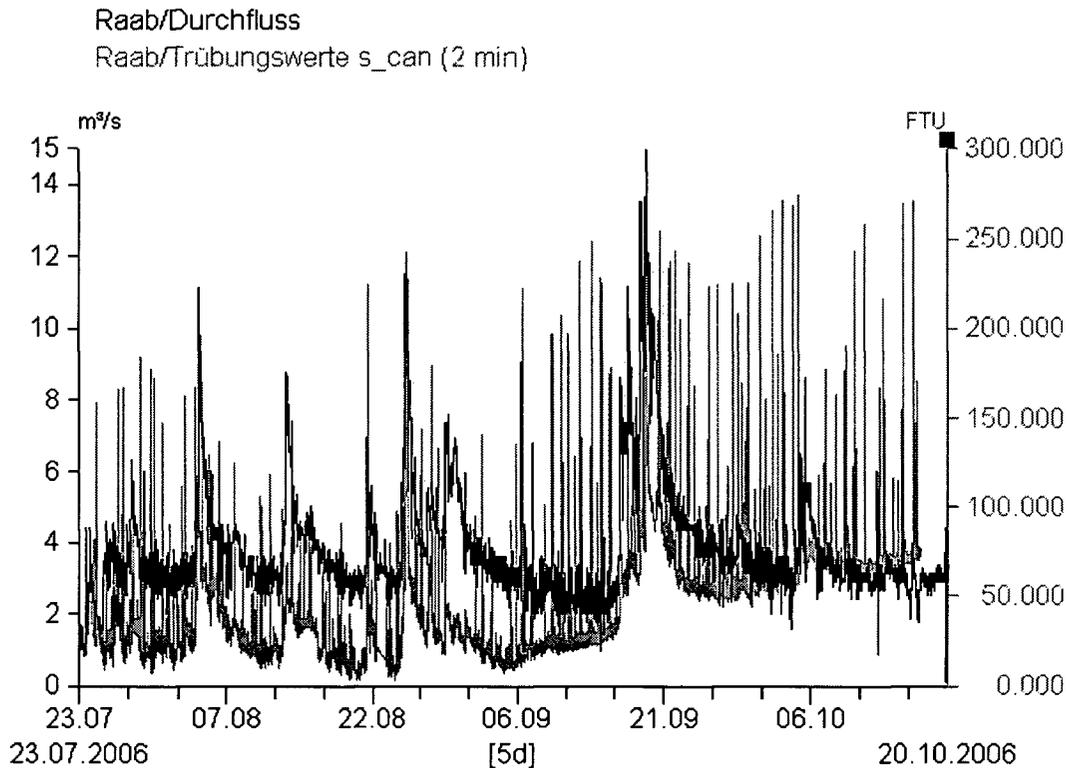


Abbildung 55: Durchfluss- und Original Trübungsganglinie des spectro::lyser

Da auch die Spectrometersonde vom Fouling betroffen ist und durch die bessere Selbstreinigung mit Hilfe der Druckluft im Gegensatz zur solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde wo ein Wischer eingesetzt wird, nur eine geringe zeitliche Verzögerung des Effektes erzielt wird, scheint auch diese Sonde für einen Routinebetrieb in der bisherigen Form als ungeeignet.

Für kalte alpine Gewässer mit hohem Gefälle und schnellen Fließgeschwindigkeiten zeigen bereits vorhergehende Arbeiten, dass beide Sonden gute und plausible Werte liefern. Im Bereich der Tieflandflüsse zeigt sich auch in anderen Arbeiten das

Problem des Foulings, wobei die Raab im Bereich Neumarkt die bisher stärkste Verengung des Messfensters aufweist.

Aus den bisher vorliegenden Daten kann geschlossen werden, dass weder die solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde als auch die spectro::lyser Sonde aufgrund des Foulings für einen routinemäßigen Messbetrieb an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab geeignet ist. Dieses Problem könnte mit einer speziellen Beschichtung des Messglases, um den Algen keinen Halt zu geben, eventuell gelöst werden könnte. Bis dato liegen aber noch keine konkreten Vorschläge von den beauftragten Firmen vor.

Zu all dem kommt erschwerend hinzu da beide Sonden im seichten Wasser liegen, dass sie im Winter zur Vereisung neigen und es somit zu Beschädigungen der Sonden kommen kann. Um dies zu verhindern wurden beide Sonden am 30. November 2006 deinstalliert.

### **7.6 Diskussion der weiteren Ergebnisse**

In diesem Kapitel wird das im Labor eingesetzte Dispergiergerät näher beschrieben, dabei wird vor allem auf die routinemäßige Gebrauchstauglichkeit eingegangen.

#### **7.6.1 Dispergiergerät ULTRA-TURRAX<sup>®</sup> T 25 basic**

Im Gegensatz zu den anderen Labors der Hydrographischen Dienste in Österreich wird bei der Filtrierung der Schwebstoffe im Gewässergütelabor Burgenland nicht die komplette Probe ausgewertet, sondern man beschränkt sich auf nur 200 ml. Um dabei eine ausreichende Homogenität zu erreichen, bedient man sich eines Dispergiergerätes. Dieses arbeitet wie bereits in Kapitel 4.6.1 näher erläutert nach dem Stator-Rotor-Prinzip.

Um eine homogene Dispersion einer Probe durch das Dispergiergerät ULTRA-TURRAX<sup>®</sup> T 25 basic zu bestätigen, wurde im Rahmen dieser Arbeit vor allem bei den ufernahen Referenzproben die gesamte Probe in jeweils 200 ml Schritten filtriert. Als Ergebnis erhielt man eine sehr gute Übereinstimmung, wie in der Abbildung 56 für 5 Proben gezeigt wird. Dabei ist eine durchschnittliche Abweichung von max. 1 mg/l zu erkennen.

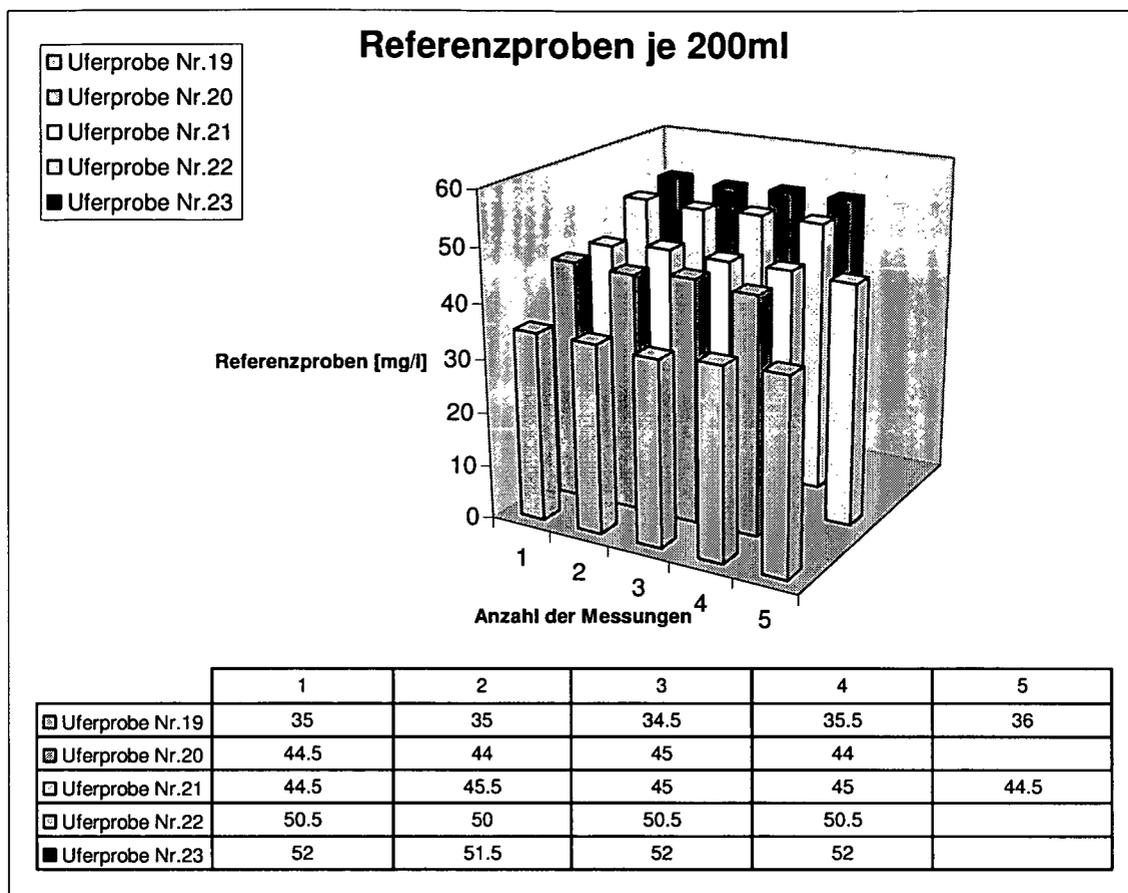


Abbildung 56: 5 Proben, wobei der komplette Inhalt in 200 ml Schritten filtriert wurde

Anhand der Wahl der Auswertung mit einem Dispergiergerät verkürzt sich die allgemein zeitraubende Arbeit des Filtrierens enorm, vor allem bei Proben mit hohem Schwebstoffanteil. Bei der Gewässergütaufsicht Burgenland wird diese Methode als Standard angesehen.

Um diese Methode für den Leitfaden „Schwebstoffmessungen im Hydrographischen Dienst“ standardisieren zu können, müssen weitere Untersuchungen vorgenommen werden, wobei ein direkter Vergleich mit der bisherigen Methode noch hergestellt werden muss.

## 8 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Für wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Angelegenheiten spielen die Feststoffe in einem Gewässer eine wesentliche Rolle. Zu den Feststoffen zählen neben Geschiebe und Schwimmstoffen auch die Schwebstoffe. Vor allem für die Bedeutung von möglichen Ablagerungen im Gewässer selbst, auf dem Vorland und in Stauräumen von Speichern ist die Kenntnis des Schwebstofftransportes wichtig. Aber auch die Novelle 2003 des Wasserrechtsgesetzes (Implementierung der WRRL) verpflichtet, die Feststoffe eines Gewässers hinsichtlich ihrer Verteilung nach Art, Menge und Dauer zu erfassen. Aus diesem Grund wurde die Arbeitsgruppe „Schwebstoffe im Hydrographischen Dienst Österreich“ gegründet, von welcher ein Leitfaden zur Schwebstoffmessung und der Aufbau eines Schwebstoffmessnetzes zur Ermittlung der Schwebstoffkonzentration und Schwebstofffracht an den wichtigsten Gewässerabschnitten in Österreich herausgegeben werden soll. Diese und andere Diplomarbeiten, welche in verschiedenen Bundesländern ausgeführt wurden, sollen zur Erstellung des Leitfadens zur Schwebstoffmessung beitragen.

Zur Ermittlung der Schwebstoffbilanz kann eine Reihe von Messmöglichkeiten unterschieden werden. Grundsätzlich wird zwischen direkten und indirekten Messmethoden unterschieden. Bei der direkten Methode kann wiederum zwischen einer Integrations- und einer Vielpunktentnahme unterschieden werden, wobei die gewonnenen Proben aus dem Gewässer gewonnen, im Labor filtriert, getrocknet und durch anschließende Wägung der Filterrückstand ermittelt wird. Bei der indirekten Messmethode kann mit Hilfe von Sonden eine kontinuierliche Trübungsganglinie aufgezeichnet werden. Diese Werte stellen einen Bezugswert dar, mit dem auf den tatsächlichen Schwebstoffgehalt mit Hilfe von Eichkurven geschlossen werden kann, da die Trübungswerte vor allem stark von der Korngrößenverteilung abhängig sind. Diese Kalibrierung erfolgt anhand von direkt entnommenen Kalibrierproben.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden im Sommer 2006 an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab direkte und indirekte Messungen durchgeführt. Für die direkte Messung wurden am 17. Juli 2006 zwei Sonden eingebaut, wobei auch die Prüfung der Gebrauchstauglichkeit der verwendeten Sonden in Tieflandflüssen als

Zielsetzung galt. Bei den verwendeten Sonden handelt es sich um eine solitax ts-line<sup>®</sup> der Firma Hach-Lange und um einen spectro::lyser der Firma s::can, die zum direkten Vergleich unmittelbar nebeneinander am orographisch linken Ufer eingebaut wurden.

Die von den beiden Trübungssonden aufgezeichneten Trübungswerte müssen zur Bestimmung der Schwebstofffracht zunächst kalibriert werden. Daher war es notwendig, permanent sondennahe Referenzproben zu entnehmen. Diese wurden im Labor ausgewertet und mit den Sondenwerten in Beziehung gestellt. Als Ergebnis erhält man sondennahe Schwebstoffgehalte. Um nun auf den Schwebstoffgehalt des gesamten Messquerschnittes zu gelangen, müssen die sondennahen Schwebstoffgehalte in Beziehung zu den Schwebstoffkonzentrationen im gesamten Messquerschnitt gesetzt werden, die durch Integrations- und Vielpunktentnahmen gewonnen wurden.

An der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab wurden während des Beobachtungszeitraumes insgesamt sechs Integrationsmessungen und drei Vielpunktmessungen durchgeführt. Zur Entnahme wurde aufgrund der an allen Messtagen vorliegenden geringen Wasserstände mit einem punktintegrierenden Handentnahmegerät gearbeitet. Zur Messung des Durchflusses und der Geschwindigkeiten diente ein hydrographischer Messflügel, der wegen der geringen Wasserstände auf einer Stange montiert wurde.

Aus den Integrationsentnahmen konnte der mittlere Schwebstoffgehalt mit Hilfe von numerischen Verfahren im Querprofil bestimmt werden. Zudem wurden an drei Messtagen annähernd synchron zusätzlich Vielpunktentnahmen durchgeführt. Dabei konnte eine gute Übereinstimmung der berechneten Schwebstoffgehalte beim direkten Vergleich der beiden verwendeten Methoden mit 3,2% festgestellt werden. Aufgrund der geringen Zahl von Messungen kann jedoch keine statistisch gesicherte Aussage getroffen werden.

Die Schwebstofffracht der Raab in Neumarkt betrug für den Monat August 2006 rund 840 t Trockensubstanz. Aussagen über den Monat September erscheinen wegen des Foulings als wenig zuverlässig. Aufgrund der Tatsache, dass die Vielpunkt- und Integrationsentnahmen nur bei Nieder- und Mittelwasser durchgeführt wurden, kann

eine Aussage über die Schwebstofffracht, nur bei den im Messzeitraum gemessenen Durchflussmengen getroffen werden.

Während der Beobachtungsdauer wurden bei beiden Sonden Foulingprozesse festgestellt. Bei der solitax ts-line<sup>®</sup> Sonde setzte dieser Effekt im Schnitt nach 3-5 Tagen ein, wobei beim spectro::lyser aufgrund der besseren Selbstreinigung das Fouling erst nach 1 – 2 Wochen begann. Der Algenfilm am Messfenster der Sonden konnte erst nach intensiver manueller Reinigung entfernt werden. Bei Vernachlässigung der Abschnitte, in denen das Fouling auftrat, kann festgestellt werden, dass die Frachtberechnung auf Basis einer kalibrierten, kontinuierlichen Trübungsmessung im Allgemeinen gute und plausible Ergebnisse lieferte. Jedoch kann aufgrund der geringen Datenbasis zur Bestimmung der Kalibrierungsfaktoren keine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden. Die in dieser Diplomarbeit berechneten Frachten können daher nur als Näherungswerte betrachtet werden.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass der Einsatz von Trübungssonden zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Schwebstoffkonzentration an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab möglich ist. Jedoch erfordert das stark auftretende Algenwachstum an der Messoptik ein häufiges, manuelles Reinigungsintervall, da die Selbstreinigungsverfahren der Sonden das vorliegende Algenwachstum in diesem Gewässer noch nicht beherrschen. Aus diesem Grund ist ein routinemäßiger Messbetrieb in Neumarkt/Raab zurzeit nicht möglich, wobei sich aber diverse Lösungsansätze zur Behebung dieses Problems bereits im Untersuchungsstadium befinden. Bis dahin wäre es wünschenswert, auch nachdem die Sonden ausgebaut werden, zweimal wöchentlich an der Pegelmessstelle Neumarkt/Raab ufernahe Flaschenproben zu entnehmen, wobei bei extremen Ereignissen das Intervall auf bis zu viermal täglich zu erhöhen ist, da im Rahmen der Auswertung immer wieder das Problem der zu geringen Datenbasis auftritt. Aber auch verteilte Probenahmen über den kompletten Messquerschnitt in Form von Vielpunkt- oder Integrationsentnahmen sollten -wenn möglich- weiterhin vor allem bei unterschiedlichen Wasserständen gewonnen werden.

## 9 Literaturverzeichnis

ADLER, H. (1993): Strukturökologische Aufnahme der Raab, Diplomarbeit am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

ARBEITSGRUPPE „Schwebstoffmessung“, 2002: Bericht über die 9 Sitzung am 13. November 2002 in Wien, Hydrographischer Dienst in Österreich

BERGMANN, H. (1996): Hydrologische Monographie des Einzugsgebietes der Oberen Raab, Institut für Hydromechanik, Hydraulik und Hydrologie, TU Graz, Graz-Budapest

BMLFUW, VERBUND AUSTRIA HYDRO POWER AG (2005): Eignungsprüfung von Trübungssonden für die Schwebstoffmessung unter definierten Laborbedingungen, Wien

DIN 38409 (1987): Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes; Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normen e.V.

DVWK 125, 1986: DVWK Regeln der Schwebstoffmessungen, DK 556.535.6 Schwebstoff, DK 556.08 (083) Messrichtlinie, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

EDWARDS, T.K. und GLYSSON, G.D. (1970): Field Methods for Measurement of Fluvial Sediment, Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey Book 3, Applications of Hydraulics, Virginia

FLÜGEL, H. W. und NEUBAUER, F. (1984): Geologie der österreichischen Bundesländer in kurz gefassten Einzeldarstellungen, Erläuterung zur Geologischen Karte der Steiermark 1:200.000, Geologische Bundesanstalt

HACH-LANGE (2005): Solitax sc100, Betriebsanleitung, DOC023.72.00032.Mrz05

HACH-LANGE (2006): Produkt-Information, Prozess-Messtechnik solitax – sc, DOC063.72.00353.Oct06

HABERSACK, H., KERSCHBAUMSTEINER, W., Stimpfl, G. (2005): Schwebstoffmessungen an den Messstellen Mureck/Mur Feldbach/Raab, Vorläufiger Bericht, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

HABERSACK ,H., KERSCHBAUMSTEINER, W., HAUER, H. (2006): Schwebstoffmessungen an der Messstelle Neumarkt /Raab, Kurzbericht, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

HABERSACK, H. (2004): Schwebstoffmessung in Österreich, Theoretische Grundlagen und Prozesse des Schwebstofftransports

HABERSACK, H. (2005): Skriptum aus Feststoffhaushalt und Flussmorphologie, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

HAIDER, S., BODI, G. (2002) Schutzwasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept an der Raab Bgld., Zusammenfassung Bestand, Version 1.3, Status: Entwurf

HOFSTÄTTER, F. (2006): Persönliche Mitteilung

HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH (2006): Mittlere Monatsmittel mit Extremwerten, Jahreswerten und Dauerzahlen, Neumarkt/Raab, 1991 – 2006

HYDROGRAPHISCHER DIENST BURGENLAND (2006): Aktuelle Wasserstands- und Pegelinformationen, Charakteristische Wasserstands – und Durchflussdaten, Stand Dez. 2006

HZB – HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (2002): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2002, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

KERSCHBAUMSTEINER, W. (2006): Vorläufige Arbeitsanleitung für Schwebstoffentnahmen, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

KERSCHBAUMSTEINER, W.(2006 u. 2007): Persönliche Mitteilungen

KRASSER, D. (2006): Optimierung der Schwebstoffmessung an der Traisen in Niederösterreich, Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

LEBENSMINISTERIUM (2005): Wasserrechtsgesetz 1959, zuletzt geändert mit BGBl. 1 Nr.: 87/2005, [www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)

LENZ, E. (1993): Wasserkraftnutzung der Raab, Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

NACHTNEBEL, H.P., SEIDELMANN, R., MÜLLER, H.W., SCHWAIGHOFER, B. (1998): Herkunft und Zusammensetzung der Schwebstoffe in der Donau und ihrer wichtigsten Zubringer. Schriftenreihe der Forschung im Verbund. Band 45

NACHTNEBEL, H.P.(2006): Studienblätter zu Gewässerkunde, Hydrometrie und Hydroinformatik, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

NAUMANN, S., BÖGEHOLD, M., WIEPRECHT, S. (2003): Wirkungsgrad gravimetrischer Labormethoden zur Schwebstoffbestimmung, Bundesamt für Gewässerkunde, Ref. M3 Grundwasser – Geologie - Gewässermorphologie

ÖNORM B2400 (1986): Hydrologische Fachausdrücke und Zeichen, Fachnormenausschuss 039 Hydrologie, Österreichisches Normeninstitut, Wien

S::CAN MESSTECHNIK GMBH (2003): Handbuch s::can, Monitoring System, Version 4.0, Wien

S::CAN MESSTECHNIK GMBH (2006): Measuring principle of s::can analysers, [www.s-can.at](http://www.s-can.at)

SHAHEEN, H. Q. (1992): Berechnung von Schwebstoffganglinien in Vorflutern landwirtschaftlich genutzter Gebiete, Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, Mitteilung Heft 116/1992

SILLABER, M. (2004): Optimierung der Schwebstoffmessung an der Ill in Vorarlberg, Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

## Literaturverzeichnis

---

STIMPFL, G. (2006): Schwebstoffmonitoring an Mur und Raab, Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

STRASSER, M. (1998): Vergleichende Untersuchungen von Geräten zur Bestimmung der Korngrößenverteilung von Schwebstoffen, Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, BOKU Wien

WASSERLEXIKON (2006), [www.wasser-wissen.de](http://www.wasser-wissen.de)

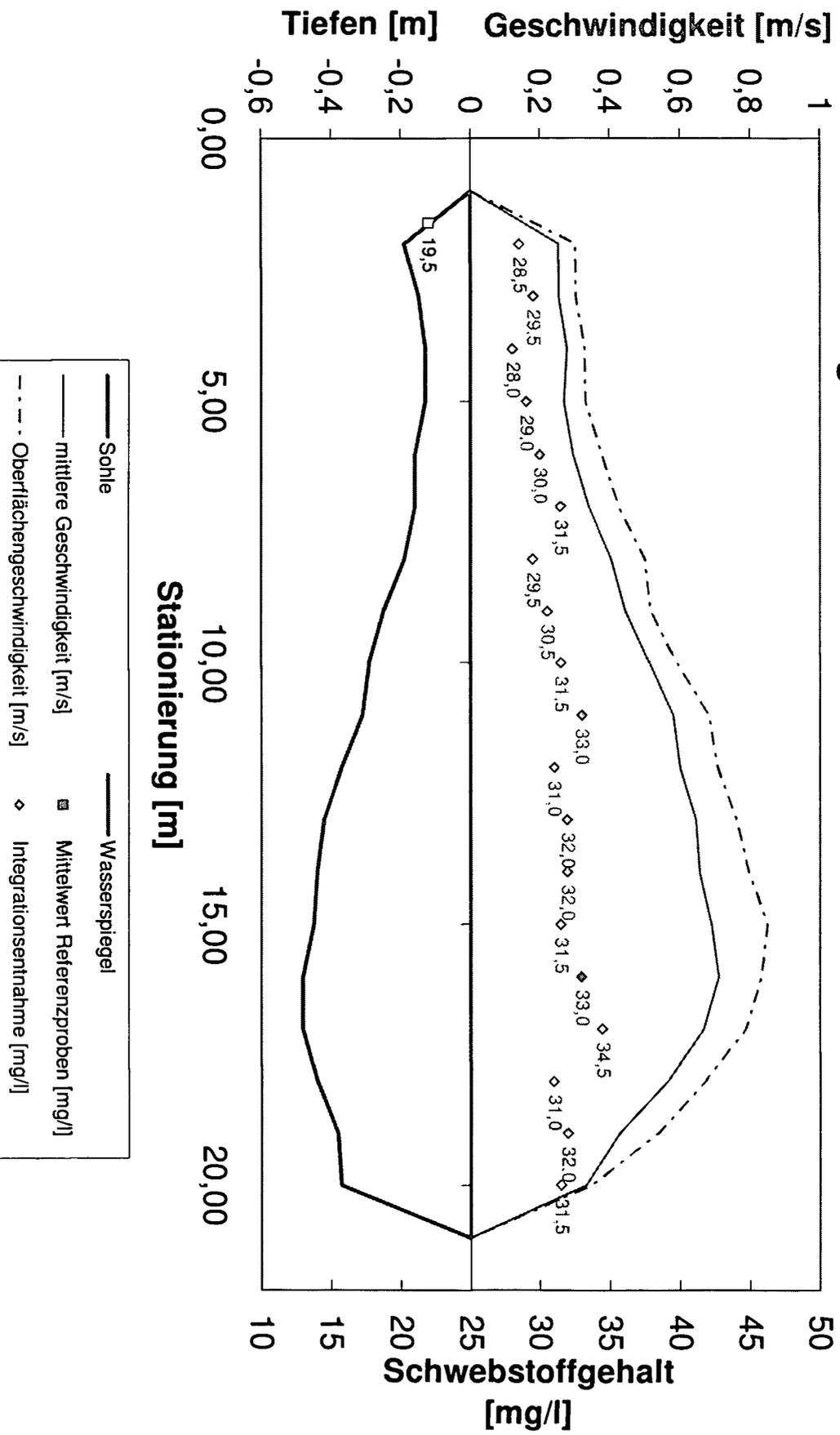
## Anhang

<b>Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll</b>											
Messstelle: Neumarkt						Datum: 25.07.2006					
Wassertemperatur: 23,9 °C						Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur: 25,0 °C						Beginn der Messung: 170			Uhrzeit: 11:00		
Wasser: trüb						Ende der Messung: 169			Uhrzeit: 12:00		
Messflügel-Nr.: 50.581						Wetter: sonnig					
Messtrupp: Hauer, Kerschbaumsteiner						Bemerkung: F.Glg. $V=x+y*s/d$					
Nr.der Meßlot- rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP- Station- ierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]		
1	170	1	0,00								
2	170	2	0,19	7	12	155	3,875	0,252	0,304	0,254	11:00
				16	3	195	4,875	0,304			
3	170	3	0,15	6	9	122	3,050	0,252	0,304	0,254	
				12	3	196	4,900	0,304			
4	170	4	0,13	5	8	175	4,375	0,278	0,329	0,279	
				10	3	214	5,350	0,329			
5	170	5	0,13	5	8	164	4,100	0,264	0,332	0,270	
				10	3	216	5,400	0,332			
6	170	6	0,16	6	10	179	4,475	0,284	0,378	0,297	
				13	3	251	6,275	0,378			
7	169	7	0,16	6	10	214	5,350	0,330	0,426	0,341	
				13	3	288	7,200	0,426			
8	169	8	0,19	7	12	263	6,575	0,394	0,501	0,405	
				16	3	345	8,625	0,501			
9	169	9	0,25	10	15	305	7,625	0,449	0,517	0,445	
				22	3	357	8,925	0,517			
10	169	10	0,29	11	18	359	8,975	0,520	0,591	0,513	
				26	3	413	10,325	0,591			
11	169	11	0,31	12	19	407	10,175	0,583	0,682	0,581	
				28	3	483	12,075	0,682			
12	169	12	0,37	14	23	420	10,500	0,600	0,708	0,600	
				34	3	503	12,575	0,708			
13	169	13	0,42	16	26	453	11,325	0,643	0,761	0,644	
				39	3	543	13,575	0,761			
14	169	14	0,44	17	27	454	11,350	0,645	0,796	0,656	
				41	3	570	14,250	0,796			
15	169	15	0,45	17	28	475	11,875	0,672	0,849	0,689	
				42	3	610	15,250	0,849			
16	169	16	0,48	18	30	506	12,650	0,713	0,832	0,710	
				45	3	597	14,925	0,832			
17	169	17	0,48	18	30	471	11,775	0,667	0,788	0,667	
				45	3	564	14,100	0,788			
18	169	18	0,44	17	27	390	9,750	0,561	0,670	0,563	
				41	3	474	11,850	0,670			
19	169	19	0,38	14	24	276	6,900	0,411	0,536	0,427	
				35	3	372	9,300	0,536			
20	169	20	0,37	14	23	232	5,800	0,353	0,346	0,331	12:00
				34	3	227	5,675	0,480			
21	169	21	0,00								

Anhang

Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll												
Messstelle: Neumarkt/Raab						Datum: 25.07.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz						Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S can		Ausperintervall: 4 min				Beginn der Messung: 170		Uhrzeit: 10:15		[] -MEZ		
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min				Ende der Messung: 169		Uhrzeit: 12:10		[] -MEZ		
Messflügel-Nr.: 50.581						Wassertemperatur: 23,9 °C						
Messtrupp: Hauer, Kerschbaumsteiner						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr. der Meßblot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>S</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>S</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflächengeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>S</sub> =S/V		V <sub>O</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	170	1	0,19	I -25.07 - L1	10:15	0,0877	0,0934	0,0057	0,0285	28,5	0,304	0,254
L2	170	2	0,15	I -25.07 - L2	10:20	0,0889	0,0948	0,0059	0,0295	29,5	0,304	0,254
L3	170	3	0,13	I -25.07 - L3	10:25	0,0905	0,0961	0,0056	0,0280	28,0	0,329	0,279
L4	170	4	0,13	I -25.07 - L4	10:30	0,0910	0,0968	0,0058	0,0290	29,0	0,332	0,270
L5	170	5	0,16	I -25.07 - L5	10:35	0,0893	0,0953	0,0060	0,0300	30,0	0,378	0,297
L6	169	6	0,16	I -25.07 - L6	10:40	0,0886	0,0949	0,0063	0,0315	31,5	0,426	0,341
L7	169	7	0,19	I -25.07 - L7	10:45	0,0885	0,0944	0,0059	0,0295	29,5	0,501	0,405
L8	169	8	0,25	I -25.07 - L8	10:50	0,0877	0,0938	0,0061	0,0305	30,5	0,517	0,445
L9	169	9	0,29	I -25.07 - L9	10:55	0,0876	0,0939	0,0063	0,0315	31,5	0,591	0,513
L10	169	10	0,31	I -25.07 - L10	11:00	0,0867	0,0933	0,0066	0,0330	33,0	0,682	0,581
L11	169	11	0,37	I -25.07 - L11	11:05	0,0856	0,0918	0,0062	0,0310	31,0	0,708	0,600
L12	169	12	0,42	I -25.07 - L12	11:10	0,0855	0,0919	0,0064	0,0320	32,0	0,761	0,644
L13	169	13	0,44	I -25.07 - L13	11:15	0,0854	0,0918	0,0064	0,0320	32,0	0,796	0,656
L14	169	14	0,45	I -25.07 - L14	11:20	0,0853	0,0916	0,0063	0,0315	31,5	0,849	0,689
L15	169	15	0,48	I -25.07 - L15	11:25	0,0857	0,0923	0,0066	0,0330	33,0	0,832	0,710
L16	169	16	0,48	I -25.07 - L16	11:30	0,0860	0,0929	0,0069	0,0345	34,5	0,788	0,667
L17	169	17	0,44	I -25.07 - L17	11:35	0,0860	0,0922	0,0062	0,0310	31,0	0,670	0,563
L18	169	18	0,38	I -25.07 - L18	11:40	0,0862	0,0926	0,0064	0,0320	32,0	0,536	0,427
L19	169	19	0,37	I -25.07 - L19	11:45	0,0855	0,0918	0,0063	0,0315	31,5	0,346	0,331
Ufer re.		20	0,00									

### Integrationsentnahmen Neumarkt/Raab 25.07.06



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 25.07.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s \cdot V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h(t_v)$			$C_s \cdot V_m$	$C_s = (C_s \cdot V_m) \cdot t$	$b$	$m_{s(i)} = [(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)}) / 2] \cdot (b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m*s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,69
L1	0,19	28,50	0,25	7,24	1,38	1	1,25
L2	0,15	29,50	0,25	7,50	1,12	2	1,07
L3	0,13	28,00	0,28	7,80	1,01	3	1,02
L4	0,13	29,00	0,27	7,84	1,02	4	1,22
L5	0,16	30,00	0,30	8,91	1,43	5	1,57
L6	0,16	31,50	0,34	10,74	1,72	6	1,99
L7	0,19	29,50	0,41	11,95	2,27	7	2,83
L8	0,25	30,50	0,44	13,57	3,39	8	4,04
L9	0,29	31,50	0,51	16,15	4,68	9	5,31
L10	0,31	33,00	0,58	19,18	5,94	10	6,41
L11	0,37	31,00	0,60	18,60	6,88	11	7,77
L12	0,42	32,00	0,64	20,60	8,65	12	8,94
L13	0,44	32,00	0,66	20,98	9,23	13	9,50
L14	0,45	31,50	0,69	21,71	9,77	14	10,51
L15	0,48	33,00	0,71	23,42	11,24	15	11,15
L16	0,48	34,50	0,67	23,02	11,05	16	9,37
L17	0,44	31,00	0,56	17,46	7,68	17	6,44
L18	0,38	32,00	0,43	13,66	5,19	18	4,53
L19	0,37	31,50	0,33	10,44	3,86	19	1,93
					0,00	20	0,00

mittlerer Wasserstand = 169 cm  
 mittlerer Abfluß = 3,07744 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt 31,0 g/m<sup>3</sup>

Schwebstofftransport:  
 97,54 g/s  
 0,10 kg/s

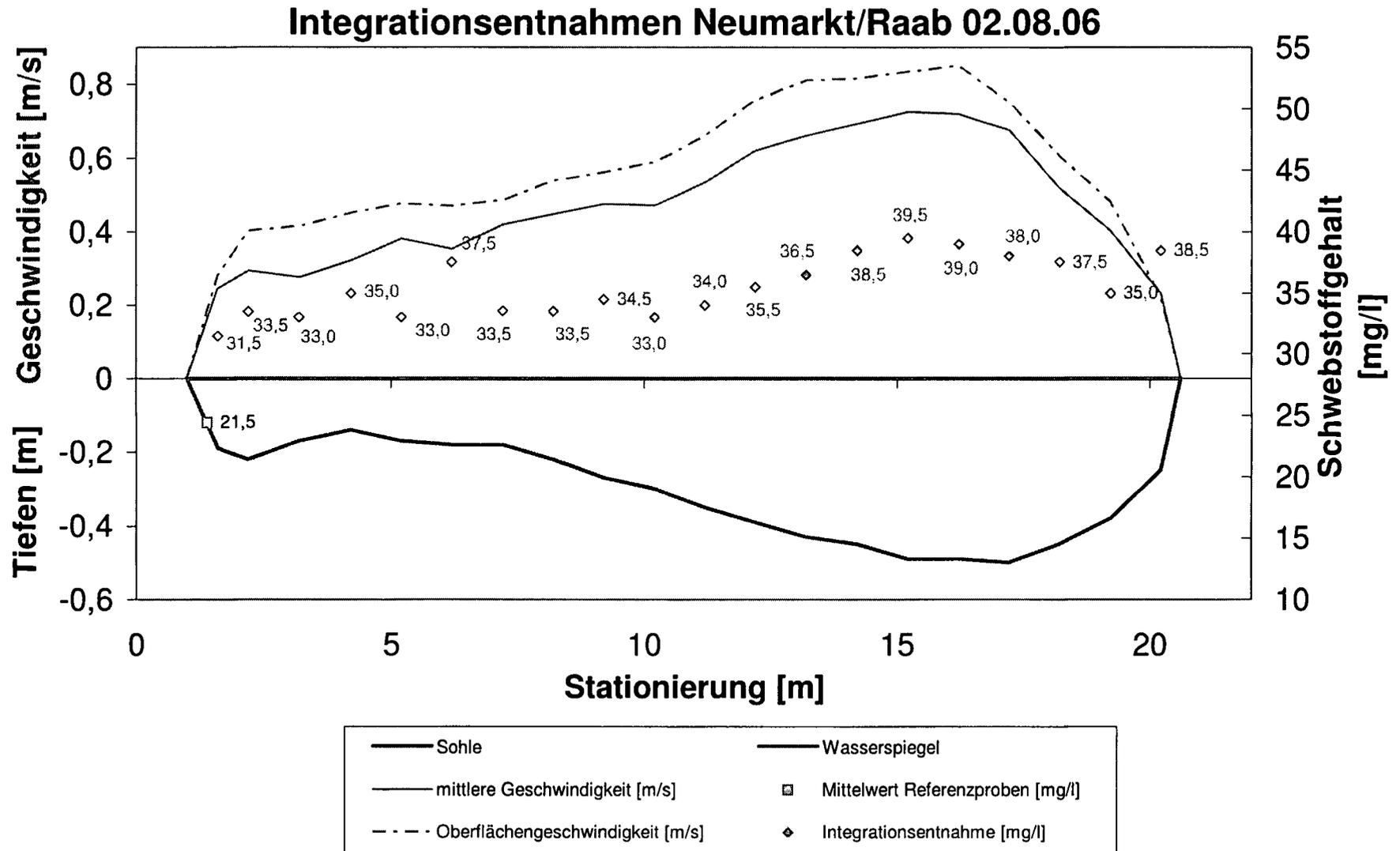
Schwebstofftransport = **97,54** g/s  
 0,10 kg/s  
 $C_m$  31,69 g/m<sup>3</sup> od. mg/l

## Anhang

<b>Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll</b>											
Messstelle:		Neumarkt				Datum: 02.08.2006					
Wassertemperatur:		18,6 °C				Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur:		21,2 °C				Beginn der Messung: 172		Uhrzeit: 9:30			
Wasser:		klar				Ende der Messung: 169		Uhrzeit: 10:30			
Messflügel-Nr.:		50.434				Wetter: bewölkt					
Messtrupp:		Hauer, Bichler, Karall				Bemerkung: F.Glg. $V=x+y*s/d$					
Nr.der Meßlot- rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP- Station- ierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
1	172	2,1	0,00								
2	172	2,7	0,19	7	12	154	3,850	0,250	0,281	0,246	9:30
				16	3	197	4,925	0,281			
3	172	3,3	0,22	8	14	167	4,175	0,268	0,403	0,295	
				19	3	270	6,750	0,403			
4	172	4,3	0,17	6	11	142	3,550	0,233	0,416	0,276	
				14	3	280	7,000	0,416			
5	172	5,3	0,14	4	10	182	4,550	0,288	0,450	0,322	
				11	3	306	7,650	0,450			
6	171	6,3	0,17	6	11	244	6,100	0,369	0,477	0,382	
				14	3	326	8,150	0,477			
7	171	7,3	0,18	7	11	212	5,300	0,327	0,470	0,353	
				15	3	321	8,025	0,470			
8	170	8,3	0,18	7	11	286	7,150	0,424	0,486	0,419	
				15	3	333	8,325	0,486			
9	170	9,3	0,22	8	14	300	7,500	0,442	0,538	0,447	
				19	3	373	9,325	0,538			
10	170	10,3	0,27	10	17	324	8,100	0,475	0,562	0,475	
				24	3	391	9,775	0,562			
11	169	11,3	0,30	11	19	310	7,750	0,456	0,589	0,472	
				27	3	412	10,300	0,519			
12	169	12,3	0,35	13	22	358	8,950	0,519	0,660	0,533	
				31	4	466	11,650	0,660			
13	169	13,3	0,39	15	24	427	10,675	0,609	0,756	0,621	
				36	3	539	13,475	0,756			
14	169	14,3	0,43	16	27	455	11,375	0,646	0,811	0,661	
				40	3	581	14,525	0,811			
15	169	15,3	0,45	17	28	491	12,275	0,693	0,816	0,693	
				42	3	585	14,625	0,816			
16	169	16,3	0,49	19	30	524	13,100	0,736	0,834	0,725	
				46	3	598	14,950	0,834			
17	169	17,3	0,49	19	30	512	12,800	0,721	0,851	0,721	
				46	3	611	15,275	0,851			
18	169	18,3	0,50	19	31	495	12,375	0,698	0,751	0,676	
				47	3	535	13,375	0,751			
19	169	19,3	0,45	17	28	360	9,000	0,521	0,605	0,518	
				42	3	424	10,600	0,605			
20	169	20,3	0,38	14	24	268	6,700	0,400	0,480	0,403	
				35	3	329	8,225	0,480			
21	169	21,3	0,25	10	15	159	3,975	0,257	0,224	0,232	10:30
				22	3	136	3,400	0,224			
22	169	21,7	0,00								

Anhang

Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll												
Messstelle: Neumarkt						Datum: 02.08.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz						Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S_can		Ansprechzeit: 4 min		Ausperlintervall: 4 min		Beginn der Messung: 172		Uhrzeit: 11:15		[l]-MEZ		
Trübesonde: Solitax		Ansprechzeit: 8 min		Wischerintervall: 15 min		Ende der Messung: 169		Uhrzeit: 12:15		[l]-MEZ		
Messflügel-Nr.: 50.434						Wassertemperatur: 18,8 °C						
Messgruppe: Hauer, Bichler, Karall						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr.der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflächengeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[l]-MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	172	0,6	0,19	I-02.08 - L1	09:35	0,0854	0,0917	0,0063	0,0315	31,5	0,281	0,246
L2	172	1,2	0,22	I-02.08 - L2	09:40	0,0854	0,0921	0,0067	0,0335	33,5	0,403	0,295
L3	172	2,2	0,17	I-02.08 - L3	09:45	0,0862	0,0928	0,0066	0,0330	33,0	0,416	0,276
L4	172	3,2	0,14	I-02.08 - L4	09:50	0,0858	0,0928	0,0070	0,0350	35,0	0,450	0,322
L5	171	4,2	0,17	I-02.08 - L5	09:55	0,0862	0,0928	0,0066	0,0330	33,0	0,477	0,382
L6	171	5,2	0,18	I-02.08 - L6	10:00	0,0856	0,0931	0,0075	0,0375	37,5	0,470	0,353
L7	170	6,2	0,18	I-02.08 - L7	10:05	0,0861	0,0928	0,0067	0,0335	33,5	0,486	0,419
L8	170	7,2	0,22	I-02.08 - L8	10:10	0,0864	0,0931	0,0067	0,0335	33,5	0,538	0,447
L9	170	8,2	0,27	I-02.08 - L9	10:15	0,0865	0,0934	0,0069	0,0345	34,5	0,562	0,475
L10	169	9,2	0,30	I-02.08 - L10	10:20	0,0866	0,0932	0,0066	0,0330	33,0	0,589	0,472
L11	169	10,2	0,35	I-02.08 - L11	10:25	0,0873	0,0941	0,0068	0,0340	34,0	0,660	0,533
L12	169	11,2	0,39	I-02.08 - L12	10:30	0,0871	0,0942	0,0071	0,0355	35,5	0,756	0,621
L13	169	12,2	0,43	I-02.08 - L13	10:35	0,0869	0,0942	0,0073	0,0365	36,5	0,811	0,661
L14	169	13,2	0,45	I-02.08 - L14	10:40	0,0868	0,0945	0,0077	0,0385	38,5	0,816	0,693
L15	169	14,2	0,49	I-02.08 - L15	10:45	0,0867	0,0946	0,0079	0,0395	39,5	0,834	0,725
L16	169	15,2	0,49	I-02.08 - L16	10:50	0,0861	0,0939	0,0078	0,0390	39,0	0,851	0,721
L17	169	16,2	0,50	I-02.08 - L17	10:55	0,0865	0,0941	0,0076	0,0380	38,0	0,751	0,676
L18	169	17,2	0,45	I-02.08 - L18	11:00	0,0859	0,0934	0,0075	0,0375	37,5	0,605	0,518
L19	169	18,2	0,38	I-02.08 - L19	11:05	0,0858	0,0928	0,0070	0,0350	35,0	0,480	0,403
L20	169	19,2	0,25	I-02.08 - L20	11:10	0,0859	0,0936	0,0077	0,0385	38,5	0,224	0,232
Ufer re.		19,6	0,00									



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 02.08.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s * V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h (t_v)$			$C_s * V_m$	$f_{Cs}=(C_s * V_m)*h$	$b$	$m_{s(i)}=[(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)})/ 2]*(b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,44
L1	0,19	31,50	0,25	7,75	1,47	0,6	1,09
L2	0,22	33,50	0,29	9,87	2,17	1,2	1,86
L3	0,17	33,00	0,28	9,12	1,55	2,2	1,56
L4	0,14	35,00	0,32	11,26	1,58	3,2	1,86
L5	0,17	33,00	0,38	12,59	2,14	4,2	2,26
L6	0,18	37,50	0,35	13,23	2,38	5,2	2,46
L7	0,18	33,50	0,42	14,05	2,53	6,2	2,91
L8	0,22	33,50	0,45	14,98	3,30	7,2	3,86
L9	0,27	34,50	0,48	16,40	4,43	8,2	4,55
L10	0,30	33,00	0,47	15,56	4,67	9,2	5,51
L11	0,35	34,00	0,53	18,14	6,35	10,2	7,47
L12	0,39	35,50	0,62	22,03	8,59	11,2	9,48
L13	0,43	36,50	0,66	24,12	10,37	12,2	11,19
L14	0,45	38,50	0,69	26,66	12,00	13,2	13,02
L15	0,49	39,50	0,73	28,65	14,04	14,2	13,90
L16	0,49	39,00	0,72	28,10	13,77	15,2	13,33
L17	0,50	38,00	0,68	25,79	12,90	16,2	10,82
L18	0,45	37,50	0,52	19,43	8,74	17,2	7,05
L19	0,38	35,00	0,40	14,09	5,36	18,2	3,80
L20	0,25	38,50	0,23	8,95	2,24	19,2	0,45
					0,00	19,6	0,00

mittlerer Wasserstand = 170 cm  
 mittlerer Abfluß = 3,2491 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 35,5 g/m<sup>3</sup>

Schwebstofftransport = 118,87 g/s  
 0,12 kg/s  
 $C_m$  36,58 g/m<sup>3</sup> od. mg/l

Schwebstofftransport:

118,87 g/s  
 0,12 kg/s

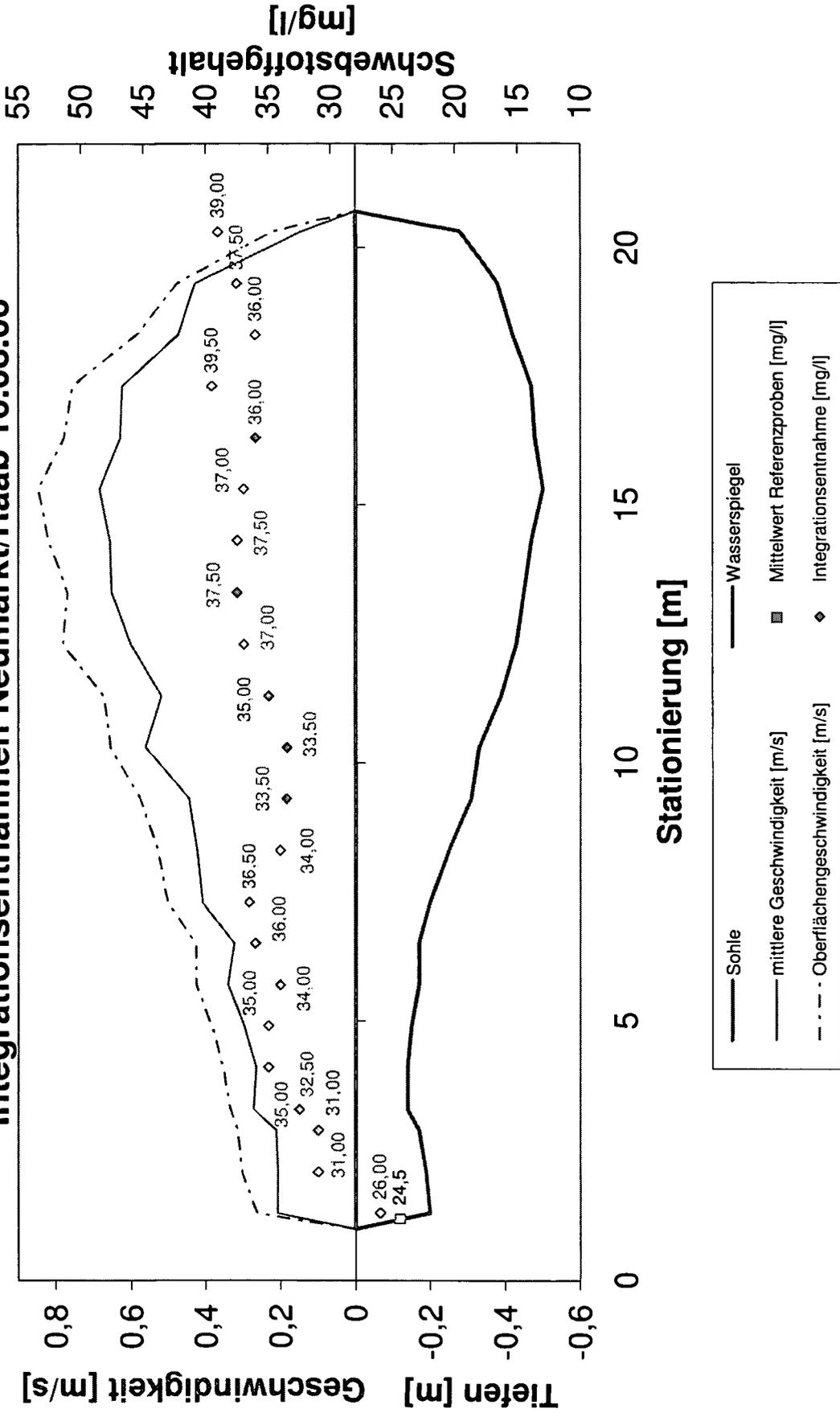
Anhang

Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll											
Messstelle:		Neumarkt				Datum:		16.08.2006			
Wassertemperatur:		17,5 °C				Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur:		23,9 °C				Beginn der Messung:		171	Uhrzeit:		9:30
Wasser:		trüb				Ende der Messung:		174	Uhrzeit:		11:00
Messflügel-Nr.:		50.434				Wetter:		sonnig			
Messtrupp:		Hauer, Bichler, Karall				Bemerkung:		F.Glg. $V=x+y*s/d$			
Nr.der Meßlot- rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP- Station- ierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
1	171	1,7	0,00								
2	171	2	0,20	8	12	124	3,100	0,203	0,262	0,210	9:30
				17	3	165	4,125	0,262			
3	170	2,8	0,19	7	12	109	2,725	0,181	0,304	0,209	
				16	3	194	4,850	0,304			
4	170	3,6	0,17	6	11	201	5,025	0,181	0,315	0,212	
				14	3	109	2,725	0,315			
5	170	4	0,14	11	3	214	5,350	0,265	0,334	0,271	
				5	9	167	4,175	0,334			
6	170	4,8	0,14	11	3	228	5,700	0,245	0,354	0,265	
				5	9	153	3,825	0,354			
7	170	5,6	0,15	12	3	250	6,250	0,283	0,384	0,298	
				6	9	179	4,475	0,384			
8	170	6,4	0,17	14	3	282	7,050	0,328	0,426	0,340	
				6	11	210	5,250	0,426			
9	170	7,2	0,17	14	3	282	7,050	0,303	0,426	0,324	
				6	11	193	4,825	0,426			
10	170	8	0,20	17	3	338	8,450	0,400	0,501	0,408	
				8	12	262	6,550	0,501			
11	170	9	0,25	22	3	358	8,950	0,410	0,528	0,423	
				10	15	270	6,750	0,528			
12	170	10	0,31	28	3	395	9,875	0,418	0,576	0,444	
				12	19	276	6,900	0,576			
13	170	11	0,33	31	2	453	11,325	0,566	0,654	0,561	
				13	20	387	9,675	0,654			
14	170	12	0,39	36	3	467	11,675	0,491	0,672	0,520	
				15	24	331	8,275	0,672			
15	170	13	0,43	40	3	549	13,725	0,566	0,781	0,601	
				16	27	387	9,675	0,781			
16	170	14	0,45	42	3	539	13,475	0,652	0,768	0,652	
				17	28	452	11,300	0,768			
17	170	15	0,47	45	2	577	14,425	0,634	0,818	0,655	
				18	29	438	10,950	0,818			
18	171	16	0,50	47	3	598	14,950	0,664	0,846	0,683	
				19	31	461	11,525	0,846			
19	171	17	0,48	45	3	547	13,675	0,612	0,779	0,630	
				18	30	422	10,550	0,779			
20	171	18	0,47	44	3	529	13,225	0,616	0,755	0,625	
				17	30	425	10,625	0,755			
21	171	19	0,42	39	3	401	10,025	0,461	0,584	0,473	
				16	26	308	7,700	0,584			
22	172	20	0,38	35	3	320	8,000	0,442	0,477	0,428	
				14	24	294	7,350	0,477			
23	174	21	0,28	25	3	137	3,425	0,120	0,221	0,145	11:00
				11	17	67	1,675	0,221			
24		21,4	0,00								

## Anhang

<b>Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll</b>												
Messstelle: Neumarkt				Datum: 16.08.2006								
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz				Wasserstände am Pegel:								
Trübesonde: S can		Ausperlintervall: 4 min		Beginn der Messung: 170		Uhrzeit: 9:15		[l] -MEZ				
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min		Ende der Messung: 174		Uhrzeit: 14:00		[l] -MEZ				
Messflügel-Nr.: 50.434				Wassertemperatur: 17,5 °C								
Messtrupp: Hauer, Bichler, Karall				Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung								
Nr.der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflächengeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V <sub>0</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[l] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m³]. [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	171	0,3	0,20	I -16.08 - L1	10:15	0,0861	0,0913	0,0052	0,0260	26,0	0,262	0,210
L2	170	1,1	0,19	I -16.08 - L2	10:20	0,0871	0,0933	0,0062	0,0310	31,0	0,304	0,209
L3	170	1,9	0,17	I -16.08 - L3	10:25	0,0875	0,0937	0,0062	0,0310	31,0	0,315	0,212
L4	170	2,3	0,14	I -16.08 - L4	10:30	0,0873	0,0938	0,0065	0,0325	32,5	0,334	0,271
L5	170	3,1	0,14	I -16.08 - L5	10:35	0,0873	0,0943	0,0070	0,0350	35,0	0,354	0,265
L6	170	3,9	0,15	I -16.08 - L6	10:40	0,0863	0,0933	0,0070	0,0350	35,0	0,384	0,298
L7	170	4,7	0,17	I -16.08 - L7	10:45	0,0866	0,0934	0,0068	0,0340	34,0	0,426	0,340
L8	170	5,5	0,17	I -16.08 - L8	10:50	0,0864	0,0936	0,0072	0,0360	36,0	0,426	0,324
L9	170	6,3	0,20	I -16.08 - L9	10:55	0,0866	0,0939	0,0073	0,0365	36,5	0,501	0,408
L10	170	7,3	0,25	I -16.08 - L10	11:00	0,0859	0,0927	0,0068	0,0340	34,0	0,528	0,423
L11	170	8,3	0,31	I -16.08 - L11	11:05	0,0862	0,0929	0,0067	0,0335	33,5	0,576	0,444
L12	170	9,3	0,33	I -16.08 - L12	11:10	0,0870	0,0937	0,0067	0,0335	33,5	0,654	0,561
L13	170	10,3	0,39	I -16.08 - L13	11:15	0,0875	0,0945	0,0070	0,0350	35,0	0,672	0,520
L14	170	11,3	0,43	I -16.08 - L14	11:20	0,0878	0,0952	0,0074	0,0370	37,0	0,781	0,601
L15	170	12,3	0,45	I -16.08 - L15	11:25	0,0880	0,0955	0,0075	0,0375	37,5	0,768	0,652
L16	170	13,3	0,47	I -16.08 - L16	11:30	0,0880	0,0955	0,0075	0,0375	37,5	0,818	0,655
L17	171	14,3	0,50	I -16.08 - L17	11:35	0,0878	0,0952	0,0074	0,0370	37,0	0,846	0,683
L18	171	15,3	0,48	I -16.08 - L18	11:40	0,0877	0,0949	0,0072	0,0360	36,0	0,779	0,630
L19	171	16,3	0,47	I -16.08 - L19	11:45	0,0877	0,0956	0,0079	0,0395	39,5	0,755	0,625
L20	171	17,3	0,42	I -16.08 - L20	11:50	0,0875	0,0947	0,0072	0,0360	36,0	0,584	0,473
L21	172	18,3	0,38	I -16.08 - L21	11:55	0,0867	0,0942	0,0075	0,0375	37,5	0,477	0,428
L22	174	19,3	0,28	I -16.08 - L22	12:00	0,0874	0,0952	0,0078	0,0390	39,0	0,221	0,145
Ufer re.		19,7	0,00									

### Integrationsentnahmen Neumarkt/Raab 16.08.06



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 16.08.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s * V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h (t_v)$			$C_s * V_m$	$f_{Cs}=(C_s * V_m)*h$	$b$	$m_{s(i)}=[(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)})/ 2]*(b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,16
L1	0,20	26,00	0,21	5,45	1,09	0,3	0,93
L2	0,19	31,00	0,21	6,48	1,23	1,1	0,94
L3	0,17	31,00	0,21	6,57	1,12	1,9	0,47
L4	0,14	32,50	0,27	8,81	1,23	2,3	1,01
L5	0,14	35,00	0,26	9,24	1,29	3,1	1,14
L6	0,15	35,00	0,30	10,43	1,56	3,9	1,41
L7	0,17	34,00	0,34	11,55	1,96	4,7	1,58
L8	0,17	36,00	0,32	11,67	1,98	5,5	1,99
L9	0,20	36,50	0,41	14,91	2,98	6,3	3,29
L10	0,25	34,00	0,42	14,40	3,60	7,3	4,10
L11	0,31	33,50	0,44	14,86	4,61	8,3	5,41
L12	0,33	33,50	0,56	18,80	6,20	9,3	6,65
L13	0,39	35,00	0,52	18,19	7,10	10,3	8,33
L14	0,43	37,00	0,60	22,23	9,56	11,3	10,28
L15	0,45	37,50	0,65	24,43	10,99	12,3	11,27
L16	0,47	37,50	0,66	24,58	11,55	13,3	12,10
L17	0,50	37,00	0,68	25,29	12,64	14,3	11,76
L18	0,48	36,00	0,63	22,66	10,88	15,3	11,24
L19	0,47	39,50	0,62	24,67	11,60	16,3	9,38
L20	0,42	36,00	0,47	17,04	7,15	17,3	6,63
L21	0,38	37,50	0,43	16,05	6,10	18,3	3,84
L22	0,28	39,00	0,14	5,64	1,58	19,3	0,32
					0,00	19,7	0,00

mittlerer Wasserstand = 170 cm  
 mittlerer Abfluß = 3,16428 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 35,0 g/m<sup>3</sup>

**Schwebstofftransport:**

114,21 g/s  
 0,11 kg/s

**Schwebstofftransport = 114,21 g/s**  
**0,11 kg/s**  
**C<sub>m</sub> 36,09 g/m<sup>3</sup> od. mg/l**

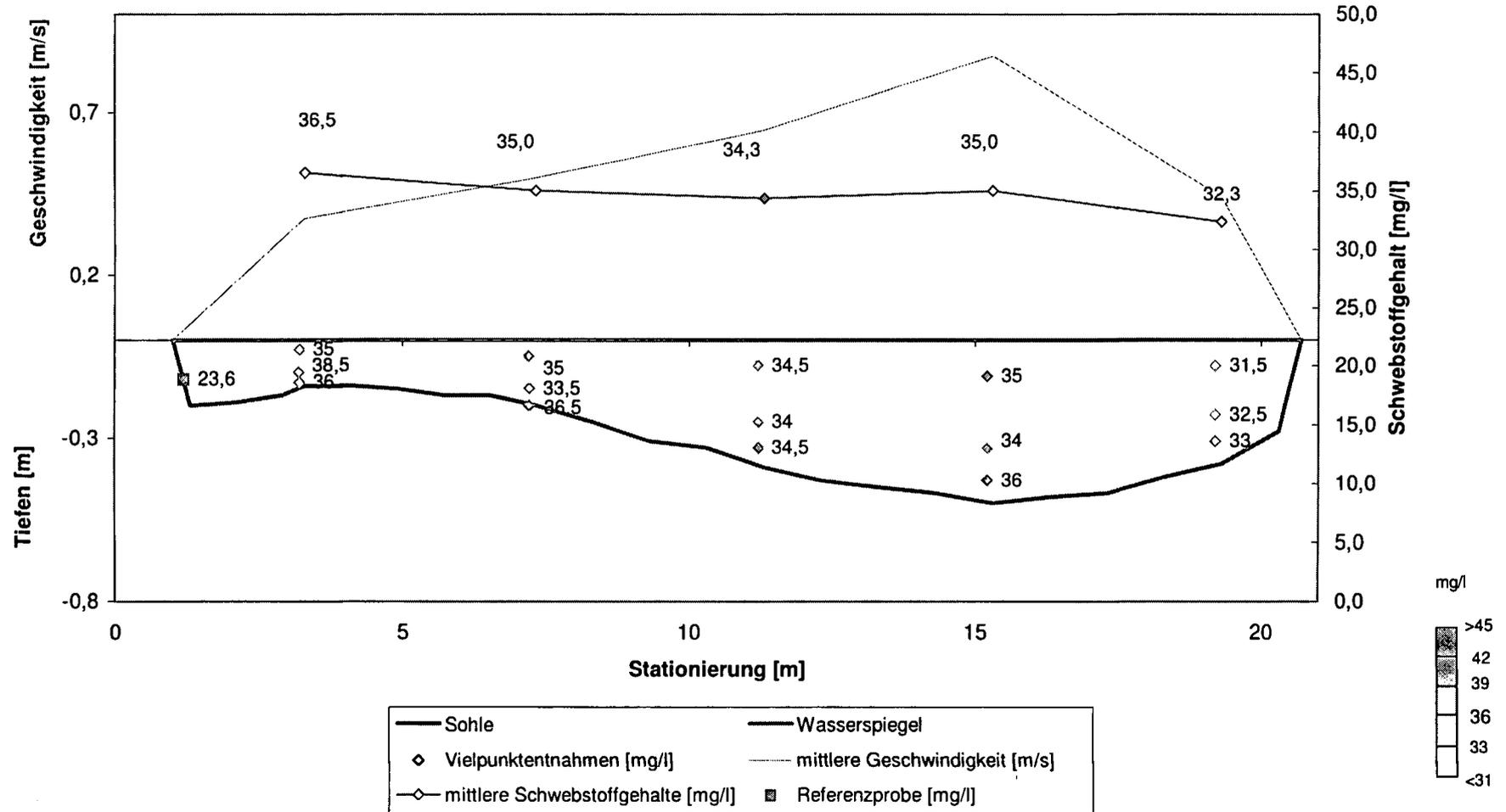
Anhang

Durchflussmessung (Vielpunkt) - Messprotokoll											
Messstelle: Neumarkt						Datum: 16.08.2006					
Wassertemperatur: 17,5 °C						Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur: 23,9 °C						Beginn der Messung: 174		Uhrzeit: 9:30			
Wasser: trüb						Ende der Messung: 174		Uhrzeit: 11:00			
Messflügel-Nr.: 50.434						Wetter: sonnig					
Messtrupp: Hauer, Bichler, Karall						Bemerkung: F.Glg. $V=x+y*s/d$				Flügel Durchmesser 6 cm	
Nr.der Meßlat-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP-Station-ierung	Wassertiefe	Messtiefe in % der Wassertiefe	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>O</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[%]	[m]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
Ufer	174	1,7	0,00								
1	174	4	0,18	0,05	0,01						9:00
				0,20	0,04	303	7,575	0,454	0,454	0,3746	
				0,60	0,11	239	5,975	0,369			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,14	141	3,525	0,227			
				0,95	0,17						
2	174	8	0,25	0,05	0,01						
				0,20	0,05	411	10,275	0,598	0,5976	0,4984	
				0,60	0,15	333	8,325	0,494			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,20	240	6,000	0,370			
				0,95	0,24						
3	174	12	0,42	0,05	0,02						
				0,20	0,08	560	14,000	0,796	0,7958	0,6467	
				0,60	0,25	436	10,900	0,631			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,34	316	7,900	0,471			
				0,95	0,40						
4	174	16	0,54	0,05	0,03						
				0,20	0,11	661	16,525	0,920			
				0,60	0,32	537	13,425	0,765	0,9301	0,8713	
				0,80	0,43	423	10,575	0,614			5 Punkt Messung möglich
				0,95	0,51	230	5,750	0,357			
5	174	20	0,38	0,05	0,02						
				0,20	0,08	269	6,725	0,523	0,5231	0,4424	
				0,60	0,23	279	6,975	0,442			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,30	317	7,925	0,411			
				0,95	0,36						10:00
Ufer	174	21,4	0,00								

## Anhang

<b>Schwebstoff Vielpunkt Entnahme - Messprotokoll</b>													
Messstelle: Neumarkt						Datum: 16.08.2006							
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz						Wasserstände am Pegel:							
Trübesonde: S. can		Ausperintervall: 4 min				Beginn der Messung: 174		Uhrzeit: 12:00		[l] -MEZ			
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min				Ende der Messung: 174		Uhrzeit: 14:00		[l] -MEZ			
Messflügel-Nr.: 50.434						Wassertemperatur: 17,5 °C							
Messtrupp: Hauer, Bichler, Karall						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung							
Nr. der Meßlo- rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Entnahmetiefe von WSP gemessen	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
							Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Geschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>			Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =SV		v	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]	[m]		[l] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.	174	0	0,00										
L1	174	2,3	0,17	4	V-16.08 - L1.1	12:30	0,0864	0,0934	0,007	0,0350	35,0	0,454	0,3746
				11	V-16.08 - L1.2	12:35	0,0864	0,0941	0,0077	0,0385	38,5	0,3689	
				14	V-16.08 - L1.3	12:40	0,0869	0,0941	0,0072	0,0360	36,0	0,2273	
L2	174	6,3	0,25	5	V-16.08 - L1.5	12:50	0,0866	0,0936	0,007	0,0350	35,0	0,5976	0,4984
				15	V-16.08 - L1.6	12:55	0,0864	0,0937	0,0073	0,0365	36,5	0,4939	
				20	V-16.08 - L1.7	13:00	0,0871	0,0938	0,0067	0,0335	33,5	0,3702	
L3	174	10,3	0,42	8	V-16.08 - L1.9	13:10	0,0872	0,0941	0,0069	0,0345	34,5	0,7958	0,6467
				25	V-16.08 - L1.10	13:15	0,0871	0,094	0,0069	0,0345	34,5	0,6309	
				34	V-16.08 - L1.11	13:20	0,0873	0,0941	0,0068	0,0340	34,0	0,4713	
L4	174	14,3	0,54	11	V-16.08 - L1.13	13:30	0,0874	0,0946	0,0072	0,0360	36,0	0,9195	0,8713
				33	V-16.08 - L1.14	13:35	0,0873	0,0941	0,0068	0,0340	34,0	0,7652	
				43	V-16.08 - L1.15	13:40	0,0868	0,0938	0,007	0,0350	35,0	0,6136	
				51	V-16.08 - L1.16	13:45	0,0864	0,094	0,0076	0,0380	38,0	0,3568	
L5	174	18,3	0,38	8	V-16.08 - L1.18	13:55	0,0862	0,0925	0,0063	0,0315	31,5	0,5231	0,4424
				23	V-16.08 - L1.19	14:00	0,0861	0,0926	0,0065	0,0325	32,5	0,442	
				31	V-16.08 - L1.20	14:05	0,0863	0,0929	0,0066	0,0330	33,0	0,4114	
Ufer re.	174	19,7	0,00										

Vielpunktentnahme Neumarkt/Raab 16.08.06



## Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 17.08.2006 Vielpunktmessung									
Lotrechte	Abstand v. Nullpkt	Wassertiefe	Entnahmetiefe	C <sub>s</sub>	V	C <sub>s</sub> * V		S-Trieb f <sub>CV</sub>	S-Transport
	b	t <sub>v</sub>				C <sub>s</sub> * V			$m_{s(i)} = [f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)}] * [b(i+1) - b(i)] / 2$
	[m]	[m]	[m]	[g/m³]	[m/s]	[g/m²*s]	[g/m*s]	[g/m*s]	
Ufer1:	1,7							0,00	2,70
L1	4	0,18	0,04	35,0	0,454	15,89	0,64	2,35	13,40
			0,11	38,5	0,369	14,20	1,05		
			0,14	36,0	0,227	8,18	0,34		
							0,33		
L2	8	0,25	0,05	35,0	0,598	20,92	1,05	4,35	27,39
			0,15	33,5	0,494	16,55	1,87		
			0,20	36,5	0,370	13,51	0,75		
							0,68		
L3	12	0,42	0,08	34,5	0,796	27,46	2,20	9,35	48,26
			0,25	34,0	0,631	21,45	4,16		
			0,34	34,5	0,471	16,26	1,70		
							1,30		
L4	16	0,54	0,11	35,0	0,920	32,18	3,54	14,78	42,47
			0,33	34,0	0,765	26,02	6,40		
			0,43	36,0	0,614	22,09	2,41		
							2,43		
L5	20	0,38	0,80	31,5	0,523	16,48	13,18	6,46	4,52
			0,23	32,5	0,442	14,37	-8,79		
			0,31	33,0	0,411	13,58	1,12		
							0,95		
Ufer2:	21,4							0,00	

mittlerer Wasserstand =	174	cm			
mittlerer Abfluß =	4,00163	m³/s			
mittlerer Schwebstoffgehalt =	34,6	g/m³			

	<b>Schwebstofftransport:</b> 138,75 g/s 0,14 kg/s
--	---

Schwebstofftransport =	138,75	g/s			
	0,14	kg/s			
C <sub>m</sub>	34,67	g/m³ od. mg/l			

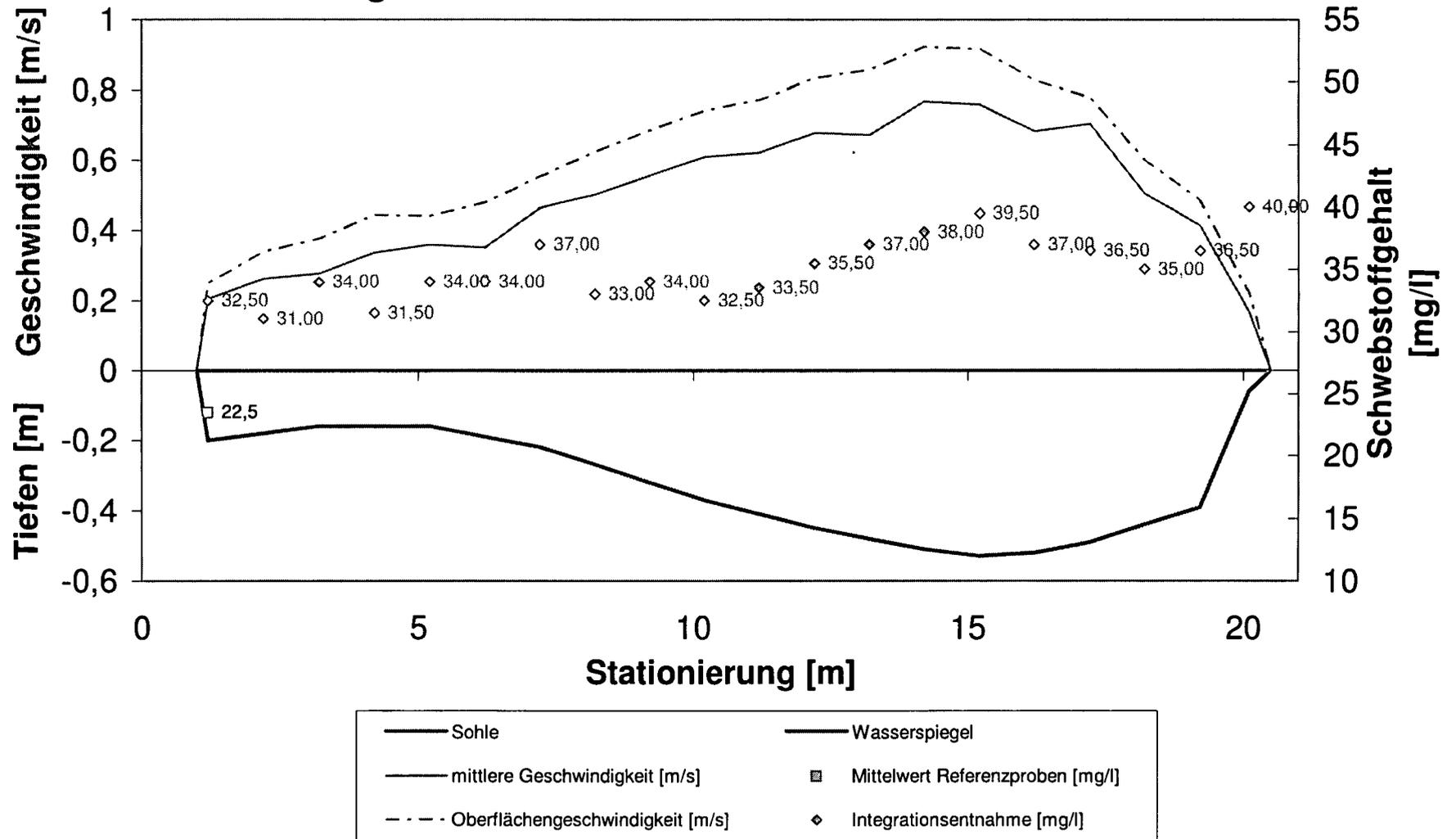
## Anhang

<b>Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll</b>													
Messstelle:			Neumarkt			Datum:						22.08.2006	
Wassertemperatur:			18,8 °C			Wasserstände am Pegel:							
Lufttemperatur:			21,0 °C			Beginn der Messung:			171		Uhrzeit:		9:00
Wasser:			trüb			Ende der Messung:			173		Uhrzeit:		10:00
Messflügel-Nr.:			50.434			Wetter:						bewölkt	
Messtrupp:			Hauer, Tschürtz, Karall			Bemerkung:						F.Glg. $V=x+y*s/d$	
Nr.der Meßlot- rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP- Station- ierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung		
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.			
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>			
	[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]			
1	171	1,8	0,00										
2	171	2	0,20	8	12	123	3,075	0,201	0,249	0,205	9:00		
				17	3	156	3,900	0,249					
3	171	3	0,18	7	11	154	3,850	0,246	0,341	0,262			
				15	3	219	5,475	0,341					
4	171	4	0,16	6	10	158	3,950	0,252	0,377	0,277			
				13	3	245	6,125	0,377					
5	171	5	0,16	6	10	201	5,025	0,315	0,445	0,337			
				13	3	296	7,400	0,445					
6	171	6	0,16	6	10	227	5,675	0,352	0,441	0,360			
				13	3	293	7,325	0,441					
7	171	7	0,19	7	12	205	5,125	0,320	0,479	0,352			
				16	3	322	8,050	0,479					
8	171	8	0,22	8	14	308	7,700	0,461	0,554	0,464			
				19	3	378	9,450	0,554					
9	171	9	0,27	10	17	327	8,175	0,486	0,624	0,502			
				24	3	431	10,775	0,624					
10	172	10	0,32	12	20	371	9,275	0,544	0,684	0,557			
				29	3	476	11,900	0,684					
11	172	11	0,37	14	23	413	10,325	0,600	0,741	0,610			
				34	3	519	12,975	0,741					
12	172	12	0,41	16	25	416	10,400	0,604	0,771	0,622			
				38	3	541	13,525	0,771					
13	172	13	0,45	17	28	459	11,475	0,662	0,834	0,678			
				42	3	589	14,725	0,834					
14	172	14	0,48	18	30	444	11,100	0,642	0,858	0,673			
				45	3	607	15,175	0,858					
15	172	15	0,51	19	32	531	13,275	0,757	0,922	0,766			
				48	3	655	16,375	0,922					
16	172	16	0,53	20	33	524	13,100	0,747	0,916	0,758			
				50	3	650	16,250	0,916					
17	173	17	0,52	20	32	466	11,650	0,671	0,826	0,682			
				49	3	583	14,575	0,826					
18	173	18	0,49	19	30	509	12,725	0,728	0,777	0,703			
				46	3	546	13,650	0,777					
19	173	19	0,44	17	27	339	8,475	0,502	0,600	0,504			
				41	3	413	10,325	0,600					
20	173	20	0,39	15	24	274	6,850	0,415	0,486	0,414			
				36	3	327	8,175	0,486					
21	173	20,9	0,26	10	16	92	2,300	0,156	0,220	0,167	10:00		
				23	3	136	3,400	0,220					
22	173	21,3	0,00										

Anhang

Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll												
Messstelle: Neumarkt						Datum: 22.08.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz						Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S can		Ausperlintervall: 4 min				Beginn der Messung: 171 cm		Uhrzeit: 9:15		[] -MEZ		
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min				Ende der Messung: 173 cm		Uhrzeit: 14:00		[] -MEZ		
Messflügel-Nr.: 50.434						Wassertemperatur: 18,8 °C		Lufttemperatur: 21 °C				
Messtrupp: Hauer, Tschürtz, Karall						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr.der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflächen geschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[[] -MEZ]	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	171	0,2	0,20	I -22.08 - L1	10:05	0,0896	0,0961	0,0065	0,0325	32,5	0,249	0,205
L2	171	1,2	0,18	I -22.08 - L2	10:10	0,0883	0,0945	0,0062	0,0310	31,0	0,341	0,262
L3	171	2,2	0,16	I -22.08 - L3	10:15	0,0876	0,0944	0,0068	0,0340	34,0	0,377	0,277
L4	171	3,2	0,16	I -22.08 - L4	10:20	0,0876	0,0939	0,0063	0,0315	31,5	0,445	0,337
L5	171	4,2	0,16	I -22.08 - L5	10:25	0,0864	0,0932	0,0068	0,0340	34,0	0,441	0,360
L6	171	5,2	0,19	I -22.08 - L6	10:30	0,0867	0,0935	0,0068	0,0340	34,0	0,479	0,352
L7	171	6,2	0,22	I -22.08 - L7	10:35	0,0866	0,094	0,0074	0,0370	37,0	0,554	0,464
L8	171	7,2	0,27	I -22.08 - L8	10:40	0,0868	0,0934	0,0066	0,0330	33,0	0,624	0,502
L9	172	8,2	0,32	I -22.08 - L9	10:45	0,0875	0,0943	0,0068	0,0340	34,0	0,684	0,557
L10	172	9,2	0,37	I -22.08 - L10	10:50	0,0883	0,0948	0,0065	0,0325	32,5	0,741	0,610
L11	172	10,2	0,41	I -22.08 - L11	10:55	0,0876	0,0943	0,0067	0,0335	33,5	0,771	0,622
L12	172	11,2	0,45	I -22.08 - L12	11:00	0,0876	0,0947	0,0071	0,0355	35,5	0,834	0,678
L13	172	12,2	0,48	I -22.08 - L13	11:05	0,0867	0,0941	0,0074	0,0370	37,0	0,858	0,673
L14	172	13,2	0,51	I -22.08 - L14	11:10	0,0865	0,0941	0,0076	0,0380	38,0	0,922	0,766
L15	172	14,2	0,53	I -22.08 - L15	11:15	0,087	0,0949	0,0079	0,0395	39,5	0,916	0,758
L16	173	15,2	0,52	I -22.08 - L16	11:20	0,0887	0,0961	0,0074	0,0370	37,0	0,826	0,682
L17	173	16,2	0,49	I -22.08 - L17	11:25	0,0888	0,0961	0,0073	0,0365	36,5	0,777	0,703
L18	173	17,2	0,44	I -22.08 - L18	11:30	0,0871	0,0941	0,0070	0,0350	35,0	0,600	0,504
L19	173	18,2	0,39	I -22.08 - L19	11:35	0,088	0,0953	0,0073	0,0365	36,5	0,486	0,414
L20	173	19,1	0,26	I -22.08 - L20	11:40	0,0888	0,0968	0,0080	0,0400	40,0	0,220	0,167
Ufer re.		19,5	0,00									

### Integrationsentnahmen Neumarkt/Raab 22.08.06



## Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 22.08.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s \cdot V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h (t_v)$			$C_s \cdot V_m$	$f_{Cs}=(C_s \cdot V_m) \cdot h$	$b$	$m_{s(i)}=[(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)}) / 2] \cdot (b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m*s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,13
L1	0,20	32,50	0,20	6,65	1,33	0,2	1,40
L2	0,18	31,00	0,26	8,11	1,46	1,2	1,48
L3	0,16	34,00	0,28	9,40	1,50	2,2	1,60
L4	0,16	31,50	0,34	10,62	1,70	3,2	1,83
L5	0,16	34,00	0,36	12,24	1,96	4,2	2,12
L6	0,19	34,00	0,35	11,96	2,27	5,2	3,02
L7	0,22	37,00	0,46	17,16	3,77	6,2	4,12
L8	0,27	33,00	0,50	16,55	4,47	7,2	5,27
L9	0,32	34,00	0,56	18,94	6,06	8,2	6,70
L10	0,37	32,50	0,61	19,84	7,34	9,2	7,94
L11	0,41	33,50	0,62	20,84	8,54	10,2	9,69
L12	0,45	35,50	0,68	24,07	10,83	11,2	11,39
L13	0,48	37,00	0,67	24,89	11,95	12,2	13,40
L14	0,51	38,00	0,77	29,11	14,85	13,2	15,36
L15	0,53	39,50	0,76	29,94	15,87	14,2	14,49
L16	0,52	37,00	0,68	25,22	13,11	15,2	12,84
L17	0,49	36,50	0,70	25,64	12,56	16,2	10,17
L18	0,44	35,00	0,50	17,65	7,77	17,2	6,83
L19	0,39	36,50	0,41	15,11	5,89	18,2	3,43
L20	0,26	40,00	0,17	6,68	1,74	19,1	0,35
					0,00	19,5	0,00

mittlerer Wasserstand = 172 cm  
 mittlerer Abfluß = 3,73314 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 35,1 g/m<sup>3</sup>

**Schwebstofftransport:**  
133,55 g/s  
0,13 kg/s

**Schwebstofftransport =** 133,55 g/s  
 0,13 kg/s  
 $C_m$  35,77 g/m<sup>3</sup> od. mg/l

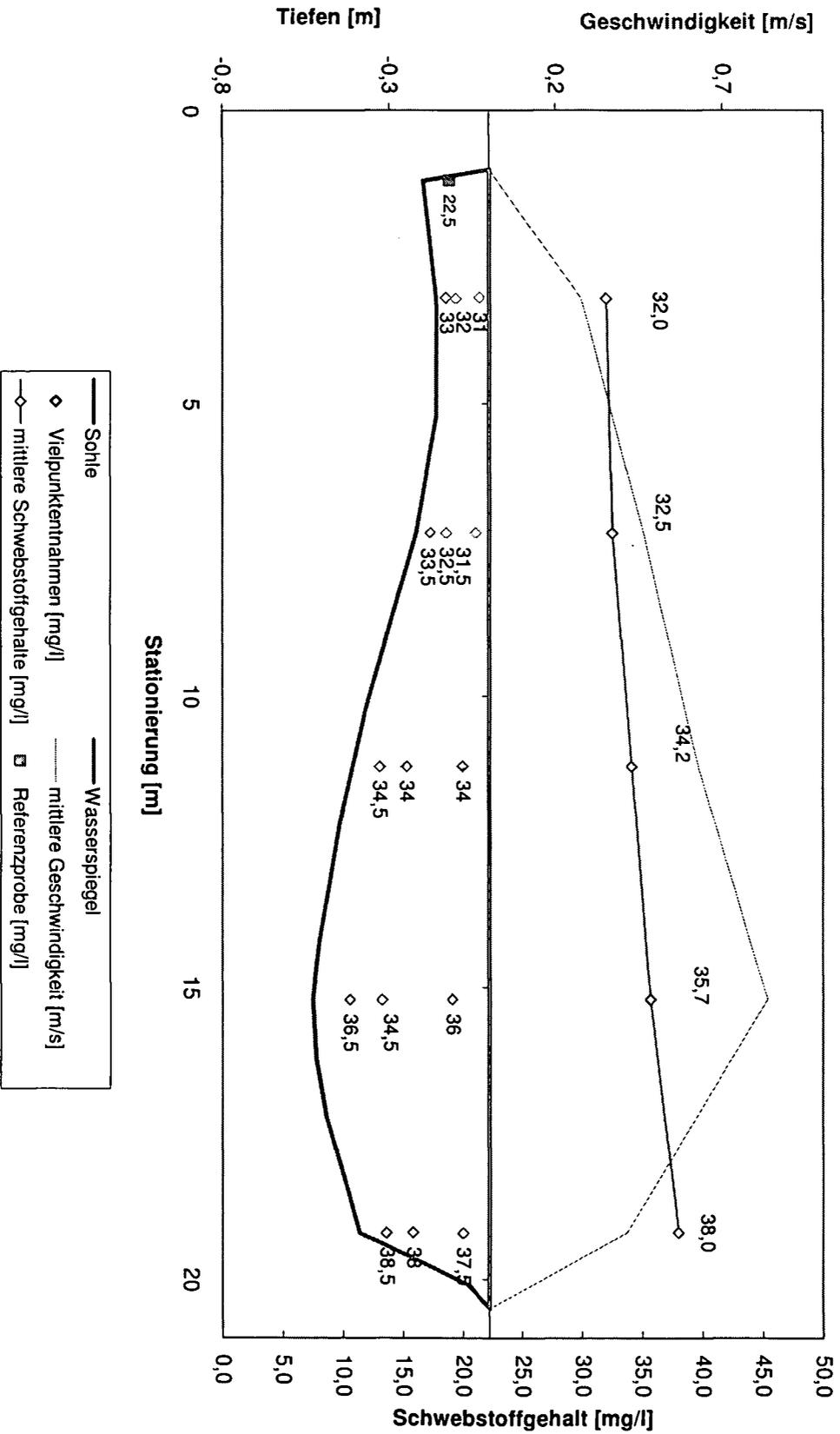
## Anhang

<b>Durchflussmessung (Vielpunkt) - Messprotokoll</b>											
Messstelle: Neumarkt						Datum: 22.08.2006					
Wassertemperatur: 18,8 °C						Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur: 21,0 °C						Beginn der Messung: 171			Uhrzeit: 9:00		
Wasser: trüb						Ende der Messung: 173			Uhrzeit: 10:00		
Messflügel-Nr.: 50.434						Wetter: bewölkt, sonnig					
Messtrupp: Hauer, Tschürz, Müllner						Bemerkung: F.Glg. $V=x+y*s/d$				Flügeldurchmesser 6 cm	
Nr. der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP-Station-ierung	Wassertiefe	Messtiefe in % der Wassertiefe	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>w</sub>					V	V <sub>O</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[%]	[m]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
Ufer	171	1,7	0,00								
1	171	4	0,16	0,05	0,01						9:00
				0,20	0,03	245	6,125	0,377	0,377	0,277	
				0,60	0,10	158	3,950	0,252			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,13	106	2,650	0,176			
				0,95	0,15						
2	172	8	0,22	0,05	0,01						
				0,20	0,04	387	9,675	0,566	0,566	0,464	
				0,60	0,13	304	7,600	0,455			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,18	239	5,975	0,369			
				0,95	0,21						
3	172	12	0,41	0,05	0,02						
				0,20	0,08	550	13,750	0,783	0,783	0,626	
				0,60	0,25	416	10,400	0,604			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,33	303	7,575	0,454			
				0,95	0,39						
4	173	16	0,53	0,05	0,03	650	16,250	0,916			
				0,20	0,11	615	15,375	0,869	0,916	0,835	
				0,60	0,32	498	12,450	0,713			5 Punkt Messung möglich
				0,80	0,42	439	10,975	0,635			
				0,95	0,50	282	7,050	0,426			
5	173	20	0,39	0,05	0,02			0,400			
				0,20	0,08	317	7,925	0,473	0,473	0,414	
				0,60	0,23	279	6,975	0,422			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,31	269	6,725	0,409			
				0,95	0,37						
Ufer	173	21,2	0,00								10:00

## Anhang

<b>Schwebstoff Vielpunkt Entnahme - Messprotokoll</b>													
Messstelle: Neumarkt							Datum: 22.08.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz							Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S can		Ausperintervall: 4 min					Beginn der Messung: 171 cm		Uhrzeit: 9:45		[] -MEZ		
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min					Ende der Messung: 173 cm		Uhrzeit: 14:00		[] -MEZ		
Messflügel-Nr.: 50.434							Wassertemperatur: 18,8 °C		Lufttemperatur: 21 °C				
Messtrupp: Hauer, Tschürtz, Karall							Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr. der Meßlochten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Entnahmetiefe von d. Sohle gemessen	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>S</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>S</sub>	Geschwindigkeit	
							Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Geschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>			Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>S</sub> =S/V		v	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]	[m]		[l] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.	171	0	0,00										
L1	171	2,2	0,16	0,03	V -22.08 - L1.1	12:10	0,0891	0,0953	0,0062	0,0310	31,0	0,3768	0,2766
				0,10	V -22.08 - L1.2	12:15	0,0885	0,0949	0,0064	0,0320	32,0	0,252	
				0,13	V -22.08 - L1.3	12:20	0,0873	0,0939	0,0066	0,0330	33,0	0,1763	
L2	172	6,2	0,22	0,04	V -22.08 - L2.1	12:30	0,0906	0,0969	0,0063	0,0315	31,5	0,5657	0,464
				0,13	V -22.08 - L2.2	12:35	0,0876	0,0941	0,0065	0,0325	32,5	0,4553	
				0,18	V -22.08 - L2.3	12:40	0,0882	0,0949	0,0067	0,0335	33,5	0,3689	
L3	172	10,2	0,41	0,08	V -22.08 - L3.1	12:50	0,0891	0,0959	0,0068	0,0340	34,0	0,7825	0,6257
				0,25	V -22.08 - L3.2	12:55	0,0876	0,0944	0,0068	0,0340	34,0	0,6043	
				0,33	V -22.08 - L3.3	13:00	0,0872	0,095	0,0078	0,0390	39,0	0,454	
L4	173	14,2	0,53	0,11	V -22.08 - L4.1	13:10	0,087	0,0942	0,0072	0,0360	36,0	0,869	0,8347
				0,32	V -22.08 - L4.2	13:15	0,0877	0,0946	0,0069	0,0345	34,5	0,7133	
				0,42	V -22.08 - L4.3	13:20	0,0877	0,095	0,0073	0,0365	36,5	0,6349	
				0,50	V -22.08 - L4.4	13:25	0,0874	0,0956	0,0082	0,0410	41,0	0,4261	
L5	173	18,2	0,39	0,08	V -22.08 - L5.1	13:35	0,0872	0,0947	0,0075	0,0375	37,5	0,4726	0,4141
				0,23	V -22.08 - L5.2	13:40	0,0873	0,0949	0,0076	0,0380	38,0	0,4221	
				0,31	V -22.08 - L5.3	13:45	0,0876	0,0953	0,0077	0,0385	38,5	0,4088	
Ufer re.	173	19,5	0,00										

Vielpunktentnahme Neumarkt/Raab 22.08.06



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 22.08.2006 Vielpunktmessung									
Lotrechte	Abstand v. Nullpkt	Wassertiefe	Entnahmetiefe	C <sub>s</sub>	V	C <sub>s</sub> * V		S-Trieb f <sub>CV</sub>	S-Transport
	b	t <sub>v</sub>				C <sub>s</sub> * V			$m_{s(i)} = [f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)}] * [b(i+1) - b(i)] / 2$
	[m]	[m]	[m]	[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m*s]	[g/m*s]	
Ufer1:	1,8							0,00	1,57
L1	4	0,16	0,03	31,0	0,377	11,69	0,35	1,42	9,56
			0,10	32,0	0,252	8,06	0,69		
			0,13	33,0	0,176	5,82	0,21		
							0,17		
L2	8	0,22	0,04	31,5	0,566	17,82	0,71	3,35	24,38
			0,13	32,5	0,455	14,80	1,47		
			0,18	33,5	0,369	12,36	0,68		
							0,49		
L3	12	0,41	0,08	34,0	0,783	26,61	2,13	8,84	46,17
			0,25	34,0	0,604	20,55	4,01		
			0,33	34,5	0,454	15,66	1,45		
							1,25		
L4	16	0,53	0,11	36,0	0,869	31,28	3,44	14,25	41,46
			0,32	34,5	0,713	24,61	5,87		
			0,42	36,5	0,635	23,17	2,39		
							2,55		
L5	20	0,39	0,08	37,5	0,473	17,72	1,42	6,48	4,21
			0,23	38,0	0,422	16,04	2,53		
			0,31	38,5	0,409	15,74	1,27		
							1,26		
Ufer2:	21,3							0,00	

mittlerer Wasserstand = 172 cm  
 mittlerer Abfluß = 3,73314 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 34,5 g/m<sup>3</sup>

**Schwebstofftransport:**  
 127,35 g/s  
 0,13 kg/s

Schwebstofftransport = 127,35 g/s  
 0,13 kg/s  
 C<sub>m</sub> 34,11 g/m<sup>3</sup> od. mg/l

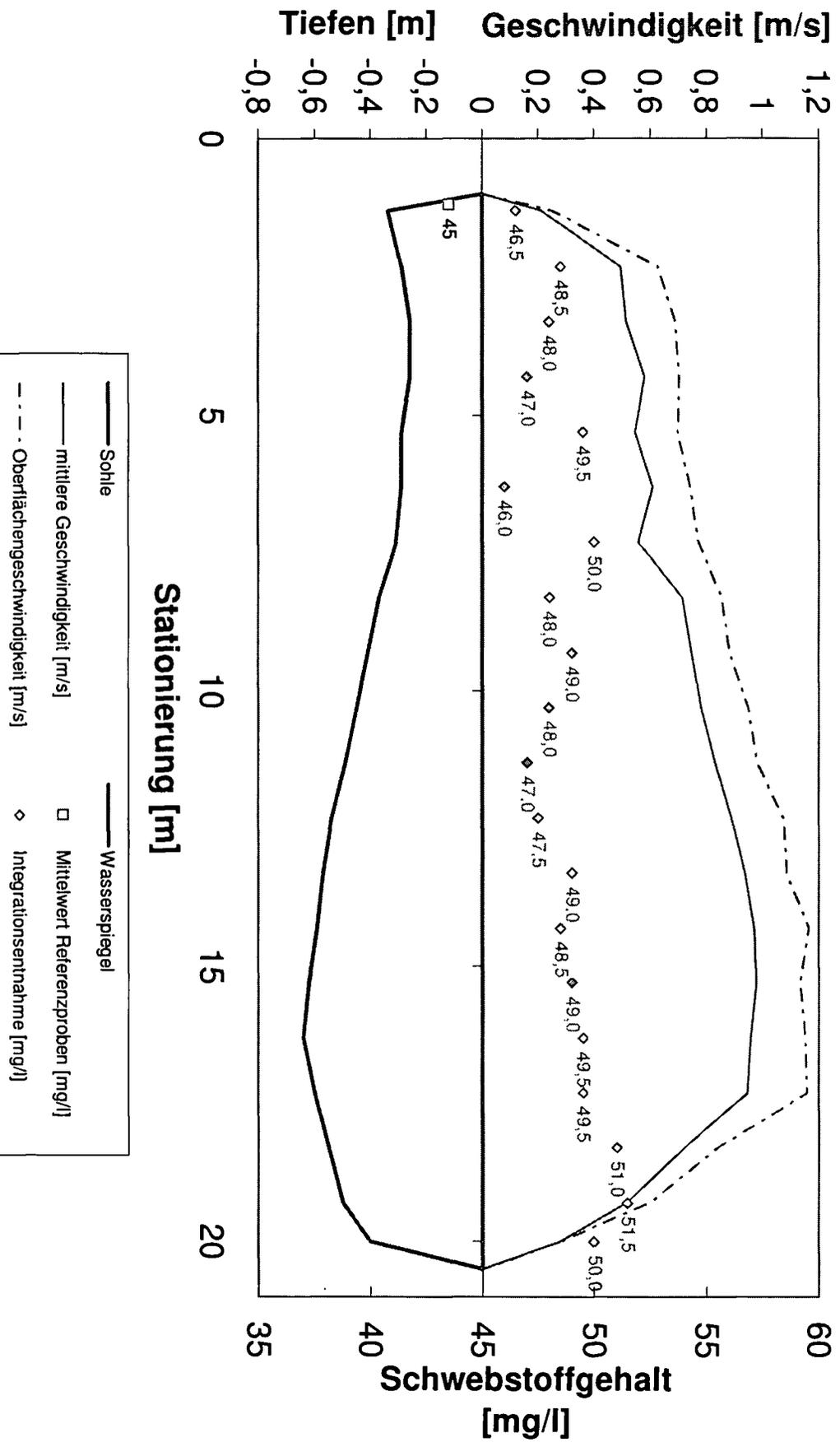
Anhang

Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll											
Messstelle:		Neumarkt				Datum:		30.08.2006			
Wassertemperatur:		15,3 °C				Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur:		17,2 °C				Beginn der Messung:		179	Uhrzeit:		9:30
Wasser:		trüb				Ende der Messung:		182	Uhrzeit:		11:00
Messflügel-Nr.:		A-186537				Wetter:		bewölkt, regen			
Messtrupp:		Hauer, Müllner				Bemerkung:		F.Glg. $V=x+y*s/d$			
Nr. der Meßlot-rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP-Stationierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
1	179	1,7	0,00								
2	179	2	0,34	13	21	60	1,500	0,181	0,252	0,21	9:30
				29	5	72	1,800	0,252			
3	179	3	0,29	11	18	141	3,525	0,236	0,627	0,50	
				24	5	188	4,700	0,627			
4	179	4	0,26	10	16	141	3,525	0,610	0,688	0,51	
				21	5	207	5,175	0,688			
5	179	5	0,26	10	16	171	4,275	0,662	0,704	0,58	
				21	5	212	5,300	0,704			
6	179	6	0,29	11	18	155	3,875	0,678	0,698	0,55	
				24	5	210	5,250	0,698			
7	179	7	0,29	11	18	179	4,475	0,671	0,743	0,61	
				24	5	224	5,600	0,743			
8	179	8	0,31	12	19	150	3,750	0,717	0,772	0,56	
				26	5	233	5,825	0,772			
9	179	9	0,37	14	23	213	5,325	0,746	0,856	0,71	
				32	5	259	6,475	0,856			
10	180	10	0,41	16	25	225	5,625	0,710	0,883	0,75	
				36	5	269	6,725	0,883			
11	180	11	0,45	17	28	232	5,800	0,837	0,795	0,78	
				40	5	288	7,200	0,795			
12	180	12	0,49	19	30	252	6,300	0,669	0,982	0,83	
				44	5	298	7,450	0,982			
13	180	13	0,54	21	33	266	6,650	0,956	1,076	0,89	
				49	5	327	8,175	1,176			
14	181	14	0,57	22	35	288	7,200	0,949	1,085	0,94	
				52	5	330	8,250	1,085			
15	181	15	0,59	22	37	292	7,300	0,859	1,166	0,97	
				54	5	355	8,875	1,660			
16	181	16	0,62	24	38	300	7,500	0,834	1,134	0,98	
				57	5	345	8,625	1,134			
17	181	17	0,64	24	40	288	7,200	0,641	1,153	0,96	
				59	5	351	8,775	1,153			
18	181	18	0,60	23	37	296	7,400	0,727	1,160	0,95	
				55	5	322	8,050	1,160			
19	182	19	0,55	21	34	219	5,475	0,533	0,840	0,72	
				50	5	254	6,350	0,840			
20	182	20	0,50	19	31	155	3,875	0,814	0,594	0,51	
				45	5	178	4,450	0,594			
21	182	20,7	0,40	15	25	87	2,175	0,208	0,278	0,28	11:00
				35	5	80	2,000	0,278			
22	182	21,2	0,00								

Anhang

Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll												
Messstelle: Neumarkt						Datum: 30.08.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz						Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S can		Ansprechzeit: 2 min		Ausperlintervall: 4 min		Beginn der Messung: 179		Uhrzeit: 9:30		[] -MEZ		
Trübesonde: Solitax		Ansprechzeit: 2 min		Wischerintervall: 4 min		Ende der Messung: 182		Uhrzeit: 14:30		[] -MEZ		
Messflügel-Nr.: A-186.537						Wassertemperatur: 15,3 °C						
Messtrupp: Hauer, Müllner						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr.der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflächengeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	179	0,3	0,34	I-30.08 - L1	09:45	0,0878	0,0971	0,0093	0,0465	46,5	0,252	0,213
L2	179	1,3	0,29	I-30.08 - L2	09:50	0,0879	0,0976	0,0097	0,0485	48,5	0,627	0,495
L3	179	2,3	0,26	I-30.08 - L3	09:55	0,0879	0,0975	0,0096	0,0480	48,0	0,688	0,514
L4	179	3,3	0,26	I-30.08 - L4	10:00	0,0891	0,0985	0,0094	0,0470	47,0	0,704	0,581
L5	179	4,3	0,29	I-30.08 - L5	10:05	0,0887	0,0986	0,0099	0,0495	49,5	0,698	0,546
L6	179	5,3	0,29	I-30.08 - L6	10:10	0,0899	0,0991	0,0092	0,0460	46,0	0,743	0,609
L7	179	6,3	0,31	I-30.08 - L7	10:15	0,0899	0,0999	0,0100	0,0500	50,0	0,772	0,559
L8	179	7,3	0,37	I-30.08 - L8	10:20	0,0906	0,1002	0,0096	0,0480	48,0	0,856	0,714
L9	180	8,3	0,41	I-30.08 - L9	10:25	0,0882	0,0980	0,0098	0,0490	49,0	0,883	0,748
L10	180	9,3	0,45	I-30.08 - L10	10:30	0,0883	0,0979	0,0096	0,0480	48,0	0,950	0,782
L11	180	10,3	0,49	I-30.08 - L11	10:35	0,0881	0,0975	0,0094	0,0470	47,0	0,982	0,833
L12	180	11,3	0,54	I-30.08 - L12	10:40	0,0874	0,0969	0,0095	0,0475	47,5	1,076	0,891
L13	181	12,3	0,57	I-30.08 - L13	10:45	0,0872	0,0970	0,0098	0,0490	49,0	1,085	0,939
L14	181	13,3	0,59	I-30.08 - L14	10:50	0,0876	0,0973	0,0097	0,0485	48,5	1,166	0,972
L15	181	14,3	0,62	I-30.08 - L15	10:55	0,0871	0,0969	0,0098	0,0490	49,0	1,134	0,978
L16	181	15,3	0,64	I-30.08 - L16	11:00	0,0862	0,0961	0,0099	0,0495	49,5	1,153	0,960
L17	181	16,3	0,60	I-30.08 - L17	11:05	0,0861	0,0960	0,0099	0,0495	49,5	1,160	0,947
L18	182	17,3	0,55	I-30.08 - L18	11:10	0,0855	0,0957	0,0102	0,0510	51,0	0,840	0,721
L19	182	18,3	0,50	I-30.08 - L19	11:15	0,0858	0,0961	0,0103	0,0515	51,5	0,594	0,514
L20	182	19	0,40	I-30.08 - L20	11:20	0,0858	0,0958	0,0100	0,0500	50,0	0,278	0,277
Ufer re.		19,5	0,00									

### Integrationsentnahmen Neumarkt/Raab 30.08.06



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 30.08.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s * V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h (t_v)$			$C_s * V_m$	$f_{Cs}=(C_s * V_m)*h$	$b$	$m_{s(i)}=[(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)})/ 2]*(b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,51
L1	0,34	46,50	0,21	9,92	3,37	0,3	5,17
L2	0,29	48,50	0,50	24,02	6,97	1,3	6,69
L3	0,26	48,00	0,51	24,69	6,42	2,3	6,76
L4	0,26	47,00	0,58	27,30	7,10	3,3	7,47
L5	0,29	49,50	0,55	27,03	7,84	4,3	7,98
L6	0,29	46,00	0,61	28,02	8,13	5,3	8,39
L7	0,31	50,00	0,56	27,94	8,66	6,3	10,67
L8	0,37	48,00	0,71	34,26	12,68	7,3	13,86
L9	0,41	49,00	0,75	36,67	15,04	8,3	15,96
L10	0,45	48,00	0,78	37,53	16,89	9,3	18,03
L11	0,49	47,00	0,83	39,14	19,18	10,3	21,01
L12	0,54	47,50	0,89	42,30	22,84	11,3	24,53
L13	0,57	49,00	0,94	45,99	26,21	12,3	27,01
L14	0,59	48,50	0,97	47,13	27,81	13,3	28,76
L15	0,62	49,00	0,98	47,93	29,71	14,3	30,06
L16	0,64	49,50	0,96	47,50	30,40	15,3	29,26
L17	0,60	49,50	0,95	46,87	28,12	16,3	24,17
L18	0,55	51,00	0,72	36,78	20,23	17,3	16,73
L19	0,50	51,50	0,51	26,47	13,24	18,3	6,57
L20	0,40	50,00	0,28	13,83	5,53	19	1,38
					0,00	19,5	0,00

mittlerer Wasserstand = 180 cm  
 mittlerer Abfluß = 6,4006 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 48,7 g/m<sup>3</sup>

Schwebstofftransport = **310,97** g/s  
 0,31 kg/s  
 $C_m$  48,58 g/m<sup>3</sup> od. mg/l

Schwebstofftransport:	310,97 g/s
	0,31 kg/s

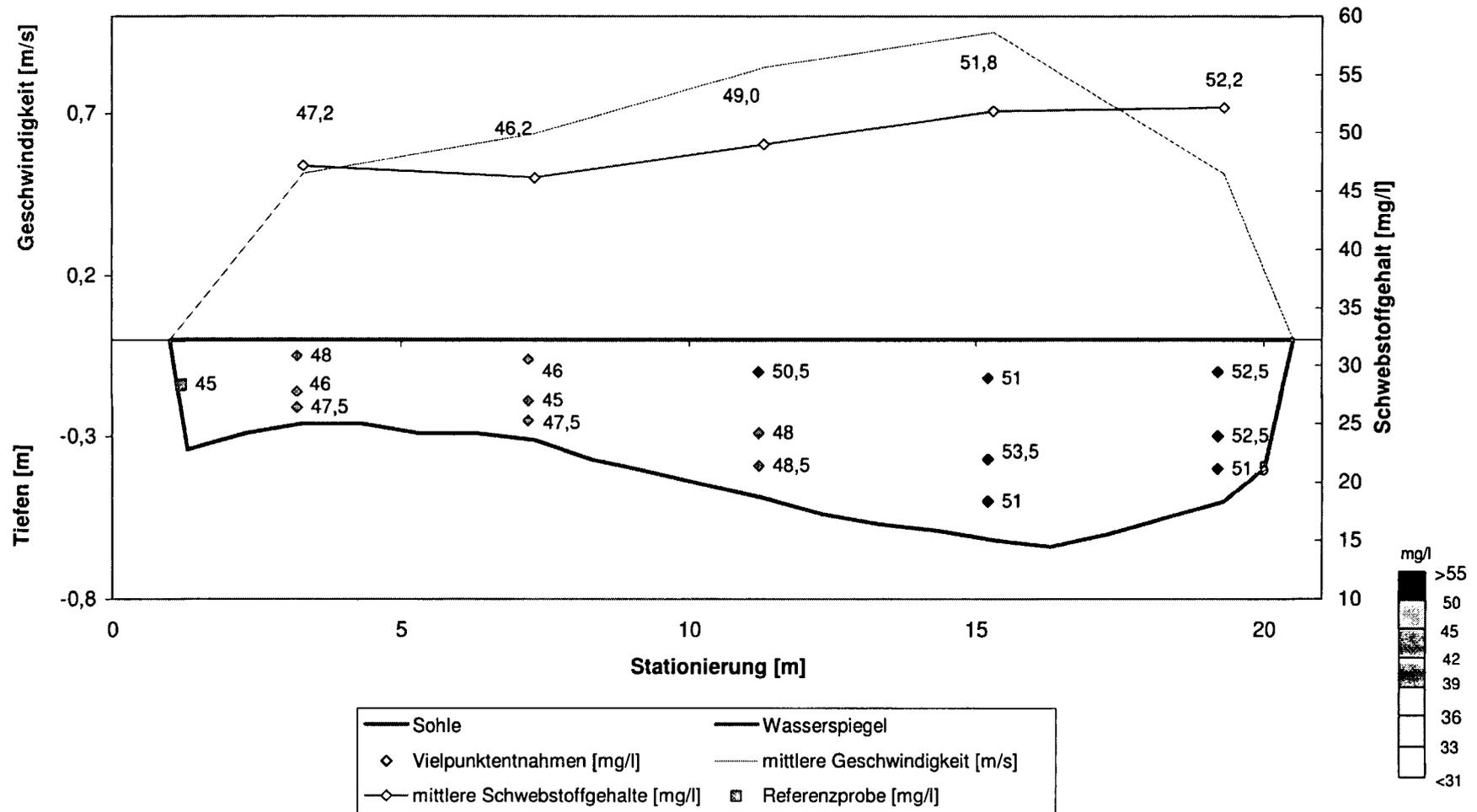
## Anhang

<b>Durchflussmessung (Vielpunkt) - Messprotokoll</b>											
Messstelle: Neumarkt						Datum: 30.08.2006					
Wassertemperatur: 15,3 °C						Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur: 17,2 °C						Beginn der Messung: 179			Uhrzeit: 9:30		
Wasser: trüb						Ende der Messung: 182			Uhrzeit: 11:00		
Messflügel-Nr.: A-186537						Wetter: bewölkt, regen					
Messtrupp: Hauer, Müllner						Bemerkung: F.Glg. $V=x+y*s/d$			Flügeldurchmesser 10 cm		
Nr. der Meßblot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP-Station-ierung	Wassertiefe	Messtiefe in % der Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[%]	[m]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
Ufer	179	1,7	0,00								
1	179	4	0,26	0,05	0,01						9:30
				0,20	0,05	117	2,925	0,397	0,742	0,515	
				0,60	0,16	134	3,350	0,452			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,21	207	5,175	0,688			
				0,95	0,25						
2	179	8	0,31	0,05	0,02						
				0,20	0,06	156	3,900	0,778	0,813	0,637	
				0,60	0,19	189	4,725	0,630			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,25	235	5,875	0,523			
				0,95	0,29						
3	180	12	0,49	0,05	0,02						
				0,20	0,10	225	5,625	0,998	1,037	0,842	
				0,60	0,29	257	6,425	0,850			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,39	303	7,575	0,746			
				0,95	0,47						
4	181	16	0,62	0,05	0,03						
				0,20	0,12	221	5,525	1,160	1,202	0,949	
				0,60	0,37	298	7,450	0,982			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,50	353	8,825	0,733			
				0,95	0,59						
5	182	20	0,50	0,05	0,03						
				0,20	0,10	141	3,525	0,588	0,603	0,514	
				0,60	0,30	157	3,925	0,527			nur 3Punkt Messung möglich
				0,80	0,40	176	4,400	0,475			
				0,95	0,48						11:00
Ufer	182	21,2	0,00								

Anhang

Schwebstoff Vielpunkt Entnahme - Messprotokoll													
Messstelle: Neumarkt							Datum: 30.08.2006						
Entnahmegesetz: Handentnahmegesetz							Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S. can		Ansprechzeit: 2 min			Ausperintervall: 4 min		Beginn der Messung:		171		Uhrzeit: 9:45		[l] -MEZ
Trübesonde: Solitax		Ansprechzeit: 2 min			Wischerintervall: 4 min		Ende der Messung:		173		Uhrzeit: 14:00		[l] -MEZ
Messflügel-Nr.: 50.434							Wassertemperatur: 18,8 °C						
Messtrupp: Hauer, Tschürtz, Karall							Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr. der Meßlot-rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Entnahmetiefe von d. Sohle gemessen	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
							Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Geschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>			Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]	[m]		[l] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.	179	0	0,00										
L1	179	2,3	0,16	0,05	V -30.08 - L1.1	12:00	0,0860	0,0956	0,0096	0,0480	48,0	0,397	0,515
				0,16	V -30.08 - L1.2	12:05	0,0858	0,0950	0,0092	0,0460	46,0	0,452	
				0,21	V -30.08 - L1.3	12:10	0,0858	0,0953	0,0095	0,0475	47,5	0,688	
L2	179	6,3	0,22	0,06	V -30.08 - L2.1	12:20	0,0860	0,0952	0,0092	0,0460	46,0	0,778	0,637
				0,19	V -30.08 - L2.2	12:25	0,0864	0,0954	0,0090	0,0450	45,0	0,630	
				0,25	V -30.08 - L2.3	12:30	0,0861	0,0956	0,0095	0,0475	47,5	0,523	
L3	180	10,3	0,41	0,1	V -30.08 - L3.1	12:40	0,0865	0,0966	0,0101	0,0505	50,5	0,998	0,842
				0,29	V -30.08 - L3.2	12:45	0,0869	0,0965	0,0096	0,0480	48,0	0,850	
				0,39	V -30.08 - L3.3	12:50	0,0863	0,0960	0,0097	0,0485	48,5	0,746	
L4	181	14,3	0,53	0,12	V -30.08 - L4.1	13:00	0,0865	0,0967	0,0102	0,0510	51,0	1,160	0,949
				0,37	V -30.08 - L4.2	13:05	0,0860	0,0967	0,0107	0,0535	53,5	0,982	
				0,5	V -30.08 - L4.3	13:10	0,0861	0,0963	0,0102	0,0510	51,0	0,733	
L5	182	18,3	0,39	0,1	V -30.08 - L5.1	13:20	0,0858	0,0963	0,0105	0,0525	52,5	0,588	0,514
				0,3	V -30.08 - L5.2	13:25	0,0859	0,0964	0,0105	0,0525	52,5	0,527	
				0,4	V -30.08 - L5.3	13:30	0,0862	0,0965	0,0103	0,0515	51,5	0,475	
Ufer re.	182	19,5	0,00										

Vielpunktentnahme Neumarkt/Raab 30.08.06



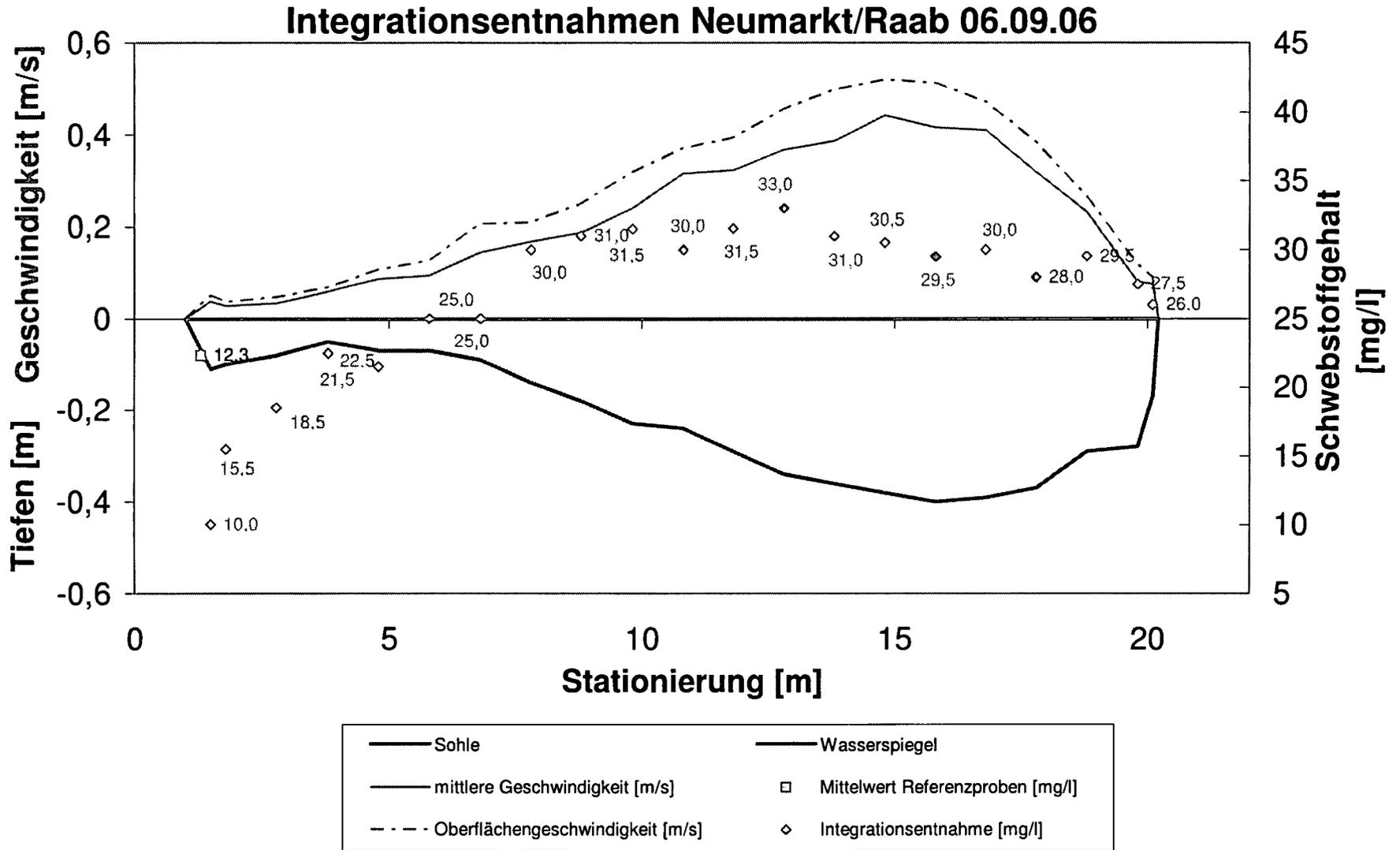


## Anhang

<b>Durchflussmessung (Kreps Meth.) - Messprotokoll</b>											
Messstelle:			Neumarkt			Datum:			06.09.2006		
Wassertemperatur:			19,7 °C			Wasserstände am Pegel:					
Lufttemperatur:			23,7 °C			Beginn der Messung:		161	Uhrzeit:		13:00
Wasser:			klar			Ende der Messung:		160	Uhrzeit:		14:00
Messflügel-Nr.:			50581.05			Wetter:			bewölkt, sonnig		
Messtrupp:			Hauer, Frühstück, Müllner			Bemerkung:			F.Glg. $V=x+y*s/d$		
Nr.der Meßlot- rechten	Wasser stand	Abstand vom Nullpunkt der QP- Station- ierung	Wassertiefe	Messtiefe von Sohle gemessen	Messtiefe von WSP gemessen	Geschwindigkeit					Zeitpunkt, Bemerkung
						U/40s	U/s	Geschw.	Oberflächen geschw.	Mittlere Geschw.	
	WS	b	t <sub>v</sub>					V	V <sub>o</sub>	V <sub>M</sub>	
	[cm]	[m]	[m]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]	[m/s]	
1	161	2,2	0,00								
2	161	2,7	0,11	4	7	9	0,225	0,201	0,050	0,037	13:00
				8	3	20	0,500	0,050			
3	161	3	0,10	4	6	4	0,100	0,246	0,037	0,028	
				7	3	11	0,275	0,037			
4	161	4	0,08	3	5	6	0,150	0,252	0,048	0,033	
				5	3	13	0,325	0,048			
5	161	5	0,05	3	2	32	0,800	0,315	0,068	0,059	
				3	2	32	0,800	0,068			
6	160	6	0,07	3	4	48	1,200	0,352	0,107	0,087	
				4	3	52	1,300	0,107			
7	160	7	0,07	3	4	49	1,225	0,320	0,127	0,094	
				4	3	58	1,450	0,127			
8	160	8	0,09	3	6	68	1,700	0,461	0,207	0,144	
				6	3	106	2,650	0,207			
9	160	9	0,14	5	9	94	2,350	0,486	0,210	0,167	
				11	3	127	3,175	0,210			
10	160	10	0,18	7	11	102	2,550	0,544	0,250	0,187	
				15	3	154	3,850	0,250			
11	160	11	0,23	9	14	136	3,400	0,600	0,319	0,241	
				20	3	206	5,150	0,319			
12	160	12	0,24	9	15	204	5,100	0,604	0,372	0,316	
				21	3	246	6,150	0,372			
13	160	13	0,29	11	18	204	5,100	0,662	0,394	0,323	
				26	3	263	6,575	0,394			
14	160	14	0,34	13	21	235	5,875	0,642	0,457	0,368	
				31	3	311	7,775	0,457			
15	160	15	0,36	14	22	242	6,050	0,757	0,499	0,387	
				33	3	343	8,575	0,499			
16	160	16	0,38	14	24	301	7,525	0,747	0,520	0,442	
				35	3	359	8,975	0,520			
17	160	17	0,40	15	25	272	6,800	0,671	0,513	0,416	
				37	3	354	8,850	0,513			
18	160	18	0,39	15	24	281	7,025	0,728	0,471	0,411	
				36	3	322	8,050	0,471			
19	160	19	0,37	14	23	204	5,100	0,502	0,383	0,319	
				34	3	255	6,375	0,383			
20	160	20	0,29	11	18	144	3,600	0,415	0,265	0,232	
				26	3	165	4,125	0,265			
21	160	21	0,28	11	17	33	0,825	0,156	0,117	0,081	
				25	3	65	1,625	0,117			
22	160	21,3	0,17	6	11	37	0,925	0,156	0,089	0,076	14:00
				14	3	46	1,150	0,089			
23	160	21,4	0,00								

Anhang

Schwebstoff Integrations Entnahme - Messprotokoll												
Messstelle: Neumarkt						Datum: 06.09.2006						
Entnahmegesert: Handentnahmegesert						Wasserstände am Pegel:						
Trübesonde: S can		Ausperlintervall: 4 min				Beginn der Messung: 161		Uhrzeit: 9:15		[l] -MEZ		
Trübesonde: Solitax		Wischerintervall: 15 min				Ende der Messung: 160		Uhrzeit: 14:00		[l] -MEZ		
Messflügel-Nr.: 50.581.05						Wassertemperatur: 17,5 C						
Messstrupp: Hauer, Müllner, Frühstück						Bemerkung: Düsen Durchmesser: 6mm Einlauf, 4mm Entlüftung						
Nr. der Meflot- rechten	Wasserstand	Abstand vom Nullpunkt der QP Stationierung	Wassertiefe	Proben - Flasche - Nummer	Zeitpunkt	Masse			Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Schwebstoff gehalt C <sub>s</sub>	Geschwindigkeit	
						Filter	Filter + Schwebstoffe	Schwebstoff			Oberflachengesc hwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit
	WS	b	t <sub>v</sub>		Zeitpunkt der Probenentnahme	F	F+S	S=(F+S)-F	C <sub>s</sub> =S/V		V <sub>0</sub>	V <sub>M</sub>
	[cm]	[m]	[m]		[l] -MEZ	[g]	[g]	[g]	[g/l]	[g/m <sup>3</sup> ], [mg/l]	[m/s]	[m/s]
Ufer li.		0	0,00									
L1	161	0,50	0,11	I-06.09 - L1	10:05	0,0872	0,0892	0,0020	0,0100	10,0	0,050	0,037
L2	161	0,80	0,10	I-06.09 - L2	10:10	0,0872	0,0903	0,0031	0,0155	15,5	0,037	0,028
L3	161	1,80	0,08	I-06.09 - L3	10:15	0,0870	0,0907	0,0037	0,0185	18,5	0,048	0,033
L4	161	2,80	0,05	I-06.09 - L4	10:20	0,0865	0,0910	0,0045	0,0225	22,5	0,068	0,059
L5	160	3,80	0,07	I-06.09 - L5	10:25	0,0869	0,0912	0,0043	0,0215	21,5	0,107	0,087
L6	160	4,80	0,07	I-06.09 - L6	10:30	0,0868	0,0918	0,0050	0,0250	25,0	0,127	0,094
L7	160	5,80	0,09	I-06.09 - L7	10:35	0,0871	0,0921	0,0050	0,0250	25,0	0,207	0,144
L8	160	6,80	0,14	I-06.09 - L8	10:40	0,0863	0,0923	0,0060	0,0300	30,0	0,210	0,167
L9	160	7,80	0,18	I-06.09 - L9	10:45	0,0867	0,0929	0,0062	0,0310	31,0	0,250	0,187
L10	160	8,80	0,23	I-06.09 - L10	10:50	0,0872	0,0935	0,0063	0,0315	31,5	0,319	0,241
L11	160	9,80	0,24	I-06.09 - L11	10:55	0,0868	0,0928	0,0060	0,0300	30,0	0,372	0,316
L12	160	10,80	0,29	I-06.09 - L12	11:00	0,0874	0,0937	0,0063	0,0315	31,5	0,394	0,323
L13	160	11,80	0,34	I-06.09 - L13	11:05	0,0871	0,0937	0,0066	0,0330	33,0	0,457	0,368
L14	160	12,80	0,36	I-06.09 - L14	11:10	0,0871	0,0933	0,0062	0,0310	31,0	0,499	0,387
L15	160	13,80	0,38	I-06.09 - L15	11:15	0,0876	0,0937	0,0061	0,0305	30,5	0,520	0,442
L16	160	14,80	0,40	I-06.09 - L16	11:20	0,0864	0,0923	0,0059	0,0295	29,5	0,513	0,416
L17	160	15,80	0,39	I-06.09 - L17	11:25	0,0863	0,0923	0,0060	0,0300	30,0	0,471	0,411
L18	160	16,80	0,37	I-06.09 - L18	11:30	0,0868	0,0924	0,0056	0,0280	28,0	0,383	0,319
L19	160	17,80	0,29	I-06.09 - L19	11:35	0,0861	0,0920	0,0059	0,0295	29,5	0,265	0,232
L20	160	18,80	0,28	I-06.09 - L20	11:40	0,0864	0,0919	0,0055	0,0275	27,5	0,117	0,081
L21	160	19,10	0,17	I-06.09 - L21	11:45	0,0866	0,0918	0,0052	0,0260	26,0	0,089	0,076
Ufer re.		19,2	0,00									



Anhang

Auswertung Schwebstofftransport 06.09.2006 Integrationsmessung							
Lotrechte	Wassertiefe	$C_s$	$V_m$	$C_s \cdot V_m$	S-Trieb	Abstand v. Nullpkt	S-Transport
	$h$ (t <sub>v</sub> )			$C_s \cdot V_m$	$f_{Cs}=(C_s \cdot V_m) \cdot h$	$b$	$m_{s(i)}=[(f_{Cs(i+1)} + f_{Cs(i)}) / 2] \cdot (b_{(i+1)} - b_{(i)})$
		[g/m <sup>3</sup> ]	[m/s]	[g/m <sup>2</sup> *s]	[g/m <sup>3</sup> *s]	[m]	[g/s]
					0,00	0	0,01
L1	0,11	10,00	0,037	0,37	0,04	0,50	0,01
L2	0,10	15,50	0,028	0,43	0,04	0,80	0,05
L3	0,08	18,50	0,033	0,61	0,05	1,80	0,06
L4	0,05	22,50	0,059	1,32	0,07	2,80	0,10
L5	0,07	21,50	0,087	1,86	0,13	3,80	0,19
L6	0,07	25,00	0,094	3,61	0,25	4,80	0,31
L7	0,09	25,00	0,144	4,18	0,38	5,80	0,58
L8	0,14	30,00	0,167	5,61	0,79	6,80	1,06
L9	0,18	31,00	0,187	7,46	1,34	7,80	1,81
L10	0,23	31,50	0,241	9,94	2,29	8,80	2,30
L11	0,24	30,00	0,316	9,68	2,32	9,80	2,84
L12	0,29	31,50	0,323	11,59	3,36	10,80	3,85
L13	0,34	33,00	0,368	12,76	4,34	11,80	4,64
L14	0,36	31,00	0,387	13,71	4,94	12,80	4,88
L15	0,38	30,50	0,442	12,70	4,82	13,80	4,84
L16	0,40	29,50	0,416	12,12	4,85	14,80	4,29
L17	0,39	30,00	0,411	9,58	3,74	15,80	3,07
L18	0,37	28,00	0,319	6,48	2,40	16,80	1,54
L19	0,29	29,50	0,232	2,37	0,69	17,80	0,64
L20	0,28	27,50	0,081	2,08	0,58	18,80	0,14
L21	0,17	26,00	0,076	1,96	0,33	19,10	0,02
					0,00	19,2	0,00

mittlerer Wasserstand = 160 cm  
 mittlerer Abfluß = 1,3709 m<sup>3</sup>/s  
 mittlerer Schwebstoffgehalt = 26,5 g/m<sup>3</sup>

**Schwebstofftransport:**  
 37,23 g/s  
 0,04 kg/s

Schwebstofftransport = 37,23 g/s  
 0,04 kg/s  
 $C_m$  27,16 g/m<sup>3</sup> od. mg/l